

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar,
Élettani és Takarmányozástani Intézet,
Növényteni és Növénytermesztés-tani Tanszék

NÖVÉNYVÉDELMI, NÖVÉNYORVOSI ALAPISMERETEK

(Egyetemi jegyzet)

Szerkesztette

HORVÁTH JÓZSEF

egyetemi tanár
az MTA r. tagja



Kaposvár, 2004

Szerkesztette HORVÁTH JÓZSEF
egyetemi tanár, az MTA r. tagja (Keszthely, Kaposvár)

Lektorok DR. GÁBORJÁNYI RICHARD
intézetigazgató egyetemi tanár, virológus,
a mg.-i tudományok doktora (Keszthely)

DR. KUROLI GÉZA
egyetemi tanár, entomológus,
a mg.-i tudományok doktora (Mosonmagyaróvár)

DR. REISINGER PÉTER
tanszékvezető egyetemi tanár, herbológus,
a mg.-i tudományok kandidátusa (Mosonmagyaróvár)

DR. VIRÁNYI FERENC
egyetemi tanár, mikológus,
a mg.-i tudományok doktora (Gödöllő)

Szerzők DR. HORVÁTH JÓZSEF
egyetemi tanár, az MTA r. tagja (Keszthely, Kaposvár)

DR. KADLICKÓ SÁNDOR
egyetemi docens,
a mg.-i tudományok kandidátusa (Keszthely)

DR. HABIL. KAZINCZI GABRIELLA
tudományos főmunkatárs, c. egyetemi tanár, az MTA Doktora
(Keszthely)

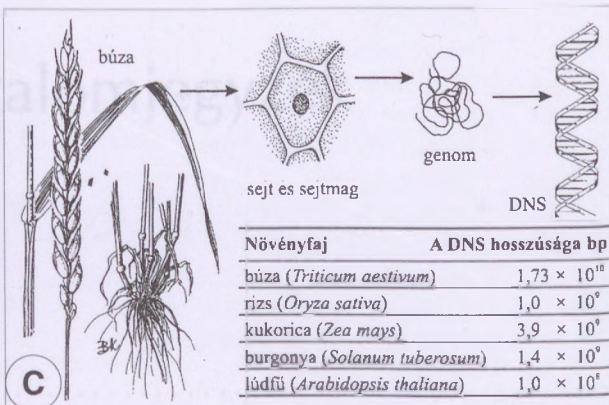
DR. KESZTHELYI SÁNDOR Ph.D.
egyetemi tanársegéd (Kaposvár)

DR. HABIL. NÁDASY MIKLÓS
tanszékvezető egyetemi docens,
a mg.-i tudományok kandidátusa (Keszthely)

DR. PINTÉR CSABA
egyetemi adjunktus, növényvédelmi szakmérnök, mérnök tanár
(Keszthely)

DR. TAKÁCS ANDRÁS PÉTER Ph.D.
tudományos munkatárs (Keszthely)

Múlt, jelen, jövő



A: Kr.e. a 3. századból származó arany búzakaralász, amely feltehetőleg Démétér egyik papnőjéé volt. (Démétér a földművelés görög istennője, akit a rómaiak Ceresnek hívtak.) (In: Meadows, J.: The History of Scientific Discovery. Phaidon Press, Oxford 1987.)

B: A Magyar Tudományos Akadémia, Mezőgazdasági Kutatóintézete (Martonvásár) által nemesített szárrozsda (*Puccinia graminis* f. sp. tritici) rezisztens, jó sütőipari minőségű, 6-7 t/ha termőképességű 'Mv Optima' búzafajta, amelynek szemtermés mennyisége és -minősége tükrözi azt a nemesítői munkát, amelyet a nemesítők az utóbbi évtizedekben értek el. (Bedő Z. szívessége folytán.)

C: A növények minden sejtje a sejtmagban tartalmazza a teljes génkészletet, a genomot, amelynek hosszúsága növényenként eltérő. A genom DNS kromoszómákba rendeződve található a sejtmagban. A molekuláris genetika lehetővé tette, hogy nukleinsavakat bontó enzimekkel a DNS-t rövid szakaszokra, ún. fragmentumokra lehet darabolni. Ezek a fragmentumok más-más enzimek segítségével különböző kombinációkban egymáshoz kapcsolhatók. A genomika és a funkcionális genomika lehetővé teszi azt, hogy az emberiség számára jó minőségű, károsítókkal szemben ellenálló és elegendő élelmiszer álljon rendelkezésre a jövőben. Ez a mezőgazdaság legnagyobb kihívása a 21. században.

Tartalomjegyzék

Előszó	9
--------------	---

NÖVÉNYKÓRTAN

1.	A NÖVÉNYKÓRTAN TÖRTÉNETE (HORVÁTH JÓZSEF)	15
2.	A NÖVÉNYI KÓROKOZÓK FELOSZTÁSA	17
2.1.	Viroidok (HORVÁTH JÓZSEF)	18
2.2.	Vírusok (HORVÁTH JÓZSEF, KAZINCZI GABRIELLA, TAKÁCS ANDRÁS PÉTER) ...	19
2.2.1.	Általános jelentőség	19
2.2.2.	Kémiai tulajdonságok	19
2.2.3.	Morfológia	20
2.2.4.	Replikáció	21
2.2.5.	Növény-vírus kapcsolatok	24
2.2.6.	Tünetek (szimptómák)	25
2.2.7.	Átvitel és terjedés	26
2.2.8.	Diagnosztika	30
2.2.9.	Ökológia és epidemiológia	37
2.2.10.	Védekezés	41
2.2.11.	A vírusok osztályozása és rendszerezése	47
2.2.12.	Vírusgénbankok és adatbázisok	51
	<i>Ajánlott irodalom</i>	52
2.3.	Fitoplazmák (HORVÁTH JÓZSEF)	53
2.4.	Spiroplazmák (HORVÁTH JÓZSEF)	55
2.5.	Rickettsiák (HORVÁTH JÓZSEF)	56
	<i>Ajánlott irodalom</i>	56
2.6	Fitopatogén baktériumok (PINTÉR CSABA ÉS KADLICSKÓ SÁNDOR)	57
2.6.1.	Általános jellemzés	57
2.6.2.	Rendszertan	59
2.6.3.	Speciális tulajdonságok	61
2.6.4.	Betegségi tünetek és a fontosabb fajok	62
2.6.5.	Védekezés	64
	<i>Ajánlott irodalom</i>	66
2.7	Fitopatogén gombák (KADLICSKÓ SÁNDOR ÉS PINTÉR CSABA)	66

2.7.1.	Általános jellemzés	66
2.7.2.	Szaporodás	67
2.7.3.	Nevezéktan, azonosítás és rendszertani ismeretek	68
2.7.3.1.	Protozoa	69
2.7.3.2.	Chromista	70
2.7.3.3.	Fungi <i>sensu stricto</i>	72
2.7.3.3.1.	Chytridiomycota	72
2.7.3.3.2.	Zygomycota	73
2.7.3.3.3.	Ascomycota	73
2.7.3.3.4.	Basidiomycota	79
2.7.3.3.5.	Deuteromycota	85
2.7.4.	Mikotoxinok	89
2.7.5.	Előrejelzés	90
2.7.6.	Védekezés	94
2.7.6.1.	Gombaölő szerek (fungicidek)	95
	Ajánlott irodalom	97

NÖVÉNYVÉDELMI ÁLLATTAN

3.	A NÖVÉNYVÉDELMI ÁLLATTAN TÖRTÉNETE (KESZTHELYI SÁNDOR ÉS NÁDASY MIKLÓS)	101
4.	A KÁRTEVŐ FOGALMA ÉS A KÁRTEVŐK CSOPORTOSÍTÁSA (KESZTHELYI SÁNDOR ÉS NÁDASY MIKLÓS)	104
4.1.	A kártevő fogalma	104
4.2.	Kártétel és a kárkép típusai	105
5.	RENDSZERTANI ALAPISMERETEK (NÁDASY MIKLÓS)	108
5.1.	A rendszer és a rendszertan fogalma	108
5.2.	Növényvédelmi szempontból fontos törzsek, osztályok, rendek, családok leírása	110
6.	A ROVAROK FIZIOLÓGIÁJA (NÁDASY MIKLÓS ÉS KESZTHELYI SÁNDOR)	133
6.1.	A rovarok érzékenysége	133
6.2.	A rovarok idegrendszere	136
6.3.	A rovarok hormonjai	138
6.4.	A rovarok feromonjai	139
6.5.	A rovarok anyagcseréje	140
6.6.	A rovarok mozgása	142
6.7.	A rovarok szaporodása	143
6.8.	Rovarok egyedfejlődése	145
7.	ROVARÖKOLÓGIA (NÁDASY MIKLÓS)	150
7.1.	Autökológia	150
7.2.	Nyugalmi állapot	153
7.3.	Gradológia (demökológia)	153
7.4.	Szünökológia	155
8.	A KÁRTEVŐK ELŐREJELZÉSE (NÁDASY MIKLÓS)	158
9.	VÉDEKEZÉS (NÁDASY MIKLÓS)	165
9.1.	Agrotechnikai védekezés	165
9.2.	Mechanikai és fizikai védekezés	166
9.3.	Kémiai (vegyszeres) védekezés	168

9.4.	Új környezetkímélő eljárások	168
9.5.	Biológiai védekezés	171
9.6.	Integrált védekezés	172
	<i>Ajánlott irodalom</i>	173

HERBOLÓGIA

10.	A GYOMIRTÁS TÖRTÉNETE (Kazinczi Gabriella)	177
11.	A GYOMNÖVÉNYEK JELLEMZÉSE ÉS KÁRTÉTELI FORMÁK (KAZINCZI GABRIELLA)	180
11.1.	Elterjedés és jelentőség	182
12.	A GYOMNÖVÉNYEK BIOLÓGIÁJA ÉS ÖKOLÓGIÁJA (KAZINCZI GABRIELLA)	184
12.1.	Szaporodási stratégiák	184
12.1.1.	Egyéves növények	187
12.1.1.1.	A magnyugalmi állapot (dormancia)	187
12.1.2.	Évelő növények	198
12.1.2.1.	Fontosabb ivartalan szaporodási formák	199
12.1.2.2.	Periodicitás, apikális dominancia és korrelatív gátlás	200
12.1.2.3.	A regenerálódást befolyásoló környezeti tényezők	202
12.2.	Magasabbrendű növények közötti kölcsönhatások	202
12.2.1.	Kompetíció	202
12.2.1.1.	Kompetíciót befolyásoló tényezők	203
12.2.1.2.	Kritikus kompetíciós periódus	204
12.2.1.3.	A természeti erőforrásokért történő kompetíció	205
12.2.1.4.	A kompetíció tanulmányozásának módszerei	206
12.2.2.	Allelopátia	208
12.2.2.1.	Allelokemikáliák	208
12.2.2.2.	Allelopatikus hatású növények	209
12.2.2.3.	Az allelopátia tanulmányozásának módszerei	210
12.2.2.4.	Az allelopátia alkalmazása a gyomszabályozásban	212
13.	AZ INTEGRÁLT GYOMSZABÁLYOZÁS (KAZINCZI GABRIELLA)	213
13.1.	Agrotechnikai gyomszabályozás	214
13.2.	Mechanikai gyomszabályozás	215
13.3.	Biológiai gyomszabályozás	216
13.4.	Kémiai gyomszabályozás	216
14.	A HERBICIDEK HATÁSMECHANIZMUSA ÉS A SZELEKTIVITÁS (KAZINCZI GABRIELLA)	221
14.1.	A fontosabb herbicidek csoportosítása	222
14.1.1.	Acetil-koenzim-A-karboxiláz gátlók	223
14.1.2.	Acetolaktát-szintetáz enzim működését gátló herbicidek (ALS-gátlók)	223
14.1.2.1.	Szulfonilureák (szulfonilkarbamidok)	223
14.1.2.2.	Imidazolinon típusú herbicidek	224
14.1.3.	Fotoszintézis-gátlás a PS-II rendszerben	225
14.1.3.1.	Triazinok	225
14.1.3.2.	Aszimmetrikus triazinok, vagy triazinon herbicidek	225
14.1.3.3.	Karbamidok	225
14.1.3.4.	Uracilok	226

14.1.3.5.	Benzonitrilek	226
14.1.3.6.	Bisz-karbamátok	226
14.1.3.7.	Plasztokinon bioszintézist gátló herbicidek	227
14.1.4.	Fotoszintézis-gátlás a PS-I rendszerben	227
14.1.5.	Tubulin átrendeződést gátló herbicidek (dinitroanilinek)	227
14.1.6.	Sejtsztódást (mitózist) gátló herbicidek	228
14.1.6.1.	Tiokarbamátok	228
14.1.7.	Karotinoid bioszintézist gátló herbicidek	228
14.1.8.	Protox-gátló herbicidek	229
14.1.9.	A hormonrendszerre ható herbicidek	229
14.1.9.1.	Ariloxi (fenoxi) alkán-karbonsavak	229
14.1.9.2.	Piridiloxi ecetsavak	230
14.1.9.3.	Aromás karbonsavak	230
14.1.10.	A sejtfal kialakulását gátló herbicidek	231
14.1.11.	Többféle hatásmechanizmussal rendelkező herbicidek	231
14.1.11.1.	Klóracetanilidek	231
14.1.11.2.	Egyéb hatóanyagok	232
14.1.12.	Szeneszcenciát fokozó herbicidek (kinolin karbonsavak)	232
14.1.13.	EPSP gátlók	232
14.1.14.	Glutamin szintetáz gátló herbicidek	232
	<i>Ajánlott irodalom</i>	233

VIRÁGOS ÉLŐSKÖDŐK

15.	VIRÁGOS ÉLŐSKÖDŐK (Horváth József)	237
15.1.	<i>Cuscuta</i> fajok	238
15.2.	<i>Orobanche</i> fajok	239
15.3.	<i>Viscum</i> fajok	240
15.4.	<i>Loranthus</i> fajok	241
	<i>Ajánlott irodalom</i>	242

<i>Szavak, szakkifejezések magyarázata</i>	243
<i>Appendix (A): Hazai növényvédelmi folyóiratok</i>	271
<i>Appendix (B): Hazai növényvédelmi konferenciák</i>	273
<i>A kötet szerzői</i>	274
<i>Utószó</i>	276

Mottó: „Csak kevés tudós gondolja, hogy az agrártudomány a tudományok csúcsa vagy annak mintaképe. Valójában sokan egyáltalán nem is tekintik tudománynak. Pedig ez volt az első tudomány – a tudományok anyja –, és ez marad az a tudomány, ami lehetővé teszi az emberi életet, és az is marad mielőtt e század véget ér, és az összes tudomány eredményessége vagy kudarca azon fog múlni, hogy az agrártudományok sikeresek, vagy sikertelenek lesznek-e.”

„Few scientist think of agriculture as the chief, or the model, science. Many indeed, do not consider it a science at all. Yet it was the first science – the mother of the sciences; it remains the science that makes human life possible; and it may well be that, before the century is over, the success or failure of science as the whole will be judged by the success or failure of agriculture.”

André and Jean Mayer (1974): *Daedalus* 103, 83.

Előszó

A mezőgazdasági kultúrákban az utóbbi évtizedekben igen jelentős mennyiségi és minőségi veszteségeket idéztek elő a különböző kórokozók (viroidok, vírusok, fitoplazmák, spiroplazmák, rickettsiák, baktériumok, gombák), a virágos élősködők, az állati kártevők és a gyomnövények. Súlyos kártételek alakultak ki a gabonafélékben, a takarmány- és zöldségnövényekben, valamint az ipari növényekben és a kertészeti kultúrákban egyaránt.

Az Egyetemi jegyzet címe – eltérően a korábbi években megjelent kiadványoktól – „Növényvédelmi, növényorvosi alapismeretek” azt a nyilvánvaló célszerűséget szeretné kifejezni, amely az organizmusok (ember, állat, növény) hármasságos felosztásával kapcsolatos, és amely azok betegségeit (károsításait) hasonlóan definiálja (pl. kóros fiziológiai folyamatok, életfunkció megzavarása, teljesítőképesség-csökkenés stb.). A betegség fogalmának újabb értelmezése szerint „a betegség az egység hiánya” (*sickness comes from lost integrity*), amely nemcsak az emberre, állatra, hanem a növényekre is érvényes. Mindhárom organizmus betegségei (károsításai) esetében a tudomány és a gyakorlat célja ugyanaz: megelőzni, megvizsgálni, megismerni és meggyógyítani (leküzdeni). Ezek miatt az alapvető hasonlóságok miatt az emberorvostan (humánorvostan), állatorvostan mellett a növényorvostan létjogosultsága nemcsak azért indokolt, mert a környező államokban is elfogadottá vált, hanem azért is, mert a Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar (Keszthely) Növényvédelmi Intézete „Növényorvos” képzésének többéves múltja, jó tapasztalatai és eredményei erre feljogosítanak bennünket.

A jelentős gazdasági kártételekre tekintettel a növényvédelmi szakemberek, növényorvosok számára feltétlenül szükséges, hogy a veszélyes kórokozókkal, a kártevőkkel, a gyomnövényekkel és a virágos élősködőkkel kapcsolatban megismerjék azokat a legfontosabb tudományos és gyakorlati alapismereteket, amelyek lehetővé teszik az integrált növényvédelmi és környezetvédelmi módszerek eredményes alkalmazását.

Ennek feltétele azonban az, hogy az alapvető diszciplínák (növénykórtan, növényvédelmi állattan, herbológia, környezetbiztonság) olyan tudományterületekkel (tantárgyakkal), ill. ún. rész- vagy speciális diszciplínákkal és azok ismereteivel egészüljenek ki, amelyek lehetővé teszik annak a célnak az elérését, hogy gazdasági növényeinket a betegségektől, kártevőktől, gyomoktól, virágos élősködőktől megvédjük, és környezetükkel együtt egészséges állapotban tartsuk.

Az egyetemi jegyzet egyes fejezeteit író szerkesztő és szerzők évek, évtizedek óta egyetemi oktatói és kutatói a növényvédelmi-növényorvosi diszciplínának. Ezúton szeretnék kifejezni köszönetüket a lektoroknak azért, hogy javaslataikkal hozzájárultak a jegyzet színvonalasabbá tételéhez. A kézirat szerkesztésében nyújtott technikai segítségért köszönetünket fejezzük ki Hun Lajosné és Zalányiné Duduk Judit munkatársainknak. Külön köszönet illeti Bíró Krisztina mg.-i mérnököt, könyvillusztrátort a jegyzet egyes rajzainak elkészítéséért, dr. Szabolcs János ny. egyetemi docenst az 5. fejezet (Rendszertani alapismeretek) és dr. Gubicza András ny. tudományos főmunkatársat a 6. fejezet (A rovarok fiziológiája) ábráinak szíves rendelkezésre bocsátásáért.

A Növényvédelmi, növényorvosi alapismeretek című egyetemi jegyzet megírása azt a célt szolgálja, hogy az egyetemi előadásokon elhangzottakat a megadott irodalmi forrásmunkákkal (Ajánlott irodalom) kiegészítse. A magyar nyelvű forrásmunkák mellett – korlátozott mértékben – néhány olyan külföldi összefoglaló munkát is felsorolunk, amelyek az adott tudományterületen a legkiválóbbak, és amelyek további elmélyülést tesznek lehetővé. Nem eltitkolt célunk az sem, hogy szeretnénk segíteni az egyetemi hallgatóságot a legújabb ismeretek elsajátításában, valamint a növényvédelmi, növényorvosi diszciplína iránti érdeklődés felkeltésében.

Kaposvár – Keszthely, 2003 decemberében

Horváth József
egyetemi tanár
az MTA r. tagja

„... tanulgasd hát
tanuld újra s végleg
ahogy kaptad rádhagyták őseid
borulj reá feszítsd rá szárnyaid
míg fölöttes s fölötte vészek rontanak át
ember maradj! vele vallj emberül
s emberül add tovább.”

Pusztai Sándor (1974): Örökség

A növényvédelem, növényorvostan alapvető diszciplínái és kapcsolatai a fontosabb tudományokkal (HORVÁTH, EREDETI)



1. A NÖVÉNYKÓRTAN TÖRTÉNETE

NÖVÉNYKÓRTAN

A növénykórtan története a növények és az ember közötti kapcsolatokról szól. A növények károsításáról már az ősi időkben írtak, és a növénykórtan története a növények és az ember közötti kapcsolatokról szól.

A növénykórtan története a növények és az ember közötti kapcsolatokról szól. A növények károsításáról már az ősi időkben írtak, és a növénykórtan története a növények és az ember közötti kapcsolatokról szól. A növénykórtan története a növények és az ember közötti kapcsolatokról szól. A növények károsításáról már az ősi időkben írtak, és a növénykórtan története a növények és az ember közötti kapcsolatokról szól.

Az ültetvénykórtan, az első írásba foglalt és közzétett műve a növénykórtan történetének első írásos emléke. A növénykórtan történetének első írásos emléke a növénykórtan történetének első írásos emléke. A növénykórtan történetének első írásos emléke a növénykórtan történetének első írásos emléke.

A 19. században (1845-1846) íródott az első írásos emléke a növénykórtan történetének első írásos emléke. A növénykórtan történetének első írásos emléke a növénykórtan történetének első írásos emléke. A növénykórtan történetének első írásos emléke a növénykórtan történetének első írásos emléke. A növénykórtan történetének első írásos emléke a növénykórtan történetének első írásos emléke.

A 19. század végén a német A. Rehm (1841-1902), az orosz D. Kovalevskij (1841-1902) és a holland M. Buisson (1857-1931) a növénykórtan történetének első írásos emléke. A növénykórtan történetének első írásos emléke a növénykórtan történetének első írásos emléke.

1. A NÖVÉNYKÓRTAN TÖRTÉNETE

A növénybetegségek története egyidős az emberiség történetével. Egyiptomból és Babilóniából már időszámításunk előtti negyedik évezredből olyan feljegyzések maradtak fenn, amelyek különböző rozsda-, üszög- és lisztharmatbetegségekről számoltak be. A betegségek kóroktana (etiológiája) azonban hosszú időn át ismeretlen maradt.

A szellemi felvilágosodás, a reneszánsz kora a 14. században szakított a skolaszticizmussal és a dogmákkal. A könyvnyomtatás feltalálása a 15. században és az optikai eszközök kifejlődése a 18. században új távlatokat nyitott meg nemcsak az emberi gondolkodásban, hanem általában a tudományok fejlődésében is. A botanikai és a növényanatómiai ismeretek számos téves felismerésen alapuló hipotézist (ősnemzés) cáfoltak meg. Talán az első igazán jelentős eredmény volt az ún. csíraelmélet (a gombák reprodukálják önmagukat) bizonyítása, amely igazolta a búza köüszög-gomba fertőző természetét (TILLET 1775).

Az úttörő felfedezés, az első írásba foglalt és kísérleti úton bizonyított tény, mely szerint egy „mikroorganizmus” betegséget idézhet elő. A növénykórtan fejlődése tekintetében jelentős szerepet játszott LINNÉ (1707–1778) azzal, hogy a növények rendszerezése (taxonómia) során az addig megismert gombákat egységes rendszerbe foglalta (pl. *Myxomycetes* nómenklatúra), és 1773-ban megjelentette a „Species plantarum” c. főművet.

A 19. században (1845–1846) Írországból fellépett egy veszedelmes, másfél millió ember éhhalálát és elvándorlását okozó, *Phytophthora infestans* nevű gomba által előidézett burgonyabetegség (burgonyavész), amely jelentős hatással volt a növénykórtan fejlődésére és tudományos megalapozásának szükségességére, valamint a növénybetegségek elleni védekezési módszerek kidolgozására. ANTON DE BARY (1831–1888) a „nagy tanítómester”, és az iskolájához tartozó kutatók és tanítványai teremtték meg a növénykórtan mikológiai irányzatát, és nagy hatással voltak a bakteriológia és a virológia kifejlődésére is. Ennek volt köszönhető, hogy az amerikai BURRIL (1839–1916) a 19. század hetvenes/nyolcvanas éveiben új baktérium-kórokozót fedezett fel, amely a körtefa és az almafa hajtásszáradás-betegséget idézte elő. A növénykórtan bakteriológiai tudományágában felbecsülhetetlen érdemeket szerzett az amerikai E. F. SMITH (1854–1927).

A 19. század végén a német A. MAYER (1843–1942), az orosz D. IVANOVSKIJ (1864–1920) és a holland M. BEIJERINCK (1851–1931) a dohánynövények korábban ismeretlen betegségének tanulmányozása során felfedezte a vírusokat. A dohány mozaik vírus felfedezésével a növénykórtan igen jelentős ismerettel gazdagodott, és későbbi molekuláris

vizsgálatának irányzata jelentős hatással volt egyéb kórokozók molekuláris tanulmányozására is.

A 20. században japán kutatók (DOI és munkatársai 1967) megállapították, hogy az egyes növényi betegségek újabb kórokozókra, a fitoplazmákra vezethetők vissza. E területen folytatott kutatások során olyan újabb kórokozók váltak ismertté, mint a spiroplazmák és a rickettsiák (DAVIS és WORLEY 1973).

A növénykórtanban új fejezetet nyitott meg a csak nukleinsavból álló viroidok felfedezése (SIEGEL 1968, DIENER 1972) és tanulmányozása is.

A magyarországi növénykórtan történetében jelentős szerepet játszott LINHART GYÖRGY (1844–1925), aki nemcsak az ún. Linhart-féle „kosaras csávázás” eljárást dolgozta ki, hanem GULYÁS ANTALLAL (1884–1980) együtt a hazai dohány- és burgonyafajták vírusfertőzöttségével kapcsolatban is jelentős érdemeket szerzett a 20. század első éveiben. Nemzetközileg elismert volt SCHILBERSZKY KÁROLY (1873–1935), aki a burgonyarák betegség kórokozójának (*Synchytrium endobioticum*) felfedezésével szerzett nagy elismerést. A szőlőbetegségek tanulmányozásával és a szőlő peronoszpóra betegséget előidéző *Plasmopara viticola* gomba előrejelzésével vált nemzetközileg is elismertté ISTVÁNFI GYULA (1860–1930). A cukorrépa betegségeivel és kártevőivel kapcsolatban jelentős eredményeket ért el GRÓF BÉLA (1888–1936). Megszerkesztette és működtette a gyors-csávázó gépet és az „Avaria” bogárfogót. A kor meghatározó agrártudományi folyóiratainak (Cukorrépa, Mezőgazdaság és Kertészet) szerkesztője és a Köztelek c. kiadvány Növénykórtan rovatának vezetője volt. Kiemelkedő szerepet játszott a hazai növénykórtani tudományban HUSZ BÉLA (1892–1954). Egyetemi doktori értekezésében (1920/21) 36 olyan gombafajról számolt be, amelyek a hazai flórában újak voltak. Munkássága közül kiemelkedő a Nagy Rauer-díjjal jutalmazott 1941-ben írt kitűnő könyve A beteg növény és gyógyítása, amely még napjainkban is aktuális ismereteket tartalmaz. A magyar növénykórtan világszerte elismert szaktekintélye volt DOBY GÉZA (1877–1968), aki a vírusbeteg burgonyanövények enzimműködésével, oxidációs enzimrendszerének (peroxidázok, polifenol-oxidázok) vizsgálatával úttörő munkát végzett, és több évtizeddel megelőzte korát. A hazai növényvédelem fejlődésében igen nagy jelentőségű esemény volt a Magyar Királyi Állami Rovartani Állomás és a Magyar Királyi Növénykórtani és Biokémiai Intézet összevonásából 1932-ben létrehozott Magyar Királyi Növényvédelmi Kutató Intézet (Budapest). Az intézetigazgató tevékenységét (igazgatói megbízatásokat) BAKÓ GÁBOR (1871–1948), KADOCSA GYULA (1880–1962), HUSZ BÉLA (1822–1954) és HINFNER KÁLMÁN (1906–1976) látta el. A Növényvédelmi Kutató Intézet igazgatója 1949-től 1968-ig UBRIZSY GÁBOR (1919–1973) kiváló mikológus és herbológus, Kossuth-díjas akadémikus volt. Ennek az intézetnek volt kiemelkedő növényvirológusa SZIRMAI JÁNOS (1909–2001), BECZNER LÁSZLÓ (1938–1988), és a szőlőpatológusa LEHOCZKY JÁNOS (1925–1993). A mikológusok közül Podhradszky János (1914–1968) és VÖRÖS JÓZSEF (1929–1991) szerzett elévülhetetlen tudományos érdemeket. A növényvédőszer-analitikai kutatásokban, a szisztémikus gombaölő szerek (fungicidek) szelektív hatásmechanizmusának vizsgálatában új vegyületek előállításában, és általában a növényvédelmi kémiai kutatásokban TERÉNYI SÁNDOR (1897–1987) és MATOLCSY GYÖRGY (1920–1992) nemzetközileg is igen elismert eredményeket ért el. A kórélettani kutatásokban maradandót alkotott POZSÁR BÉLA (1922–1981) és FARKAS GÁBOR (1925–1986).

2. A NÖVÉNYI KÓROKOZÓK FELOSZTÁSA

A növények betegségeit számos belső (endogén) és külső (exogén) tényező idézi elő (1. ábra).

NÖVÉNYBETEGSÉGEKET ELŐIDÉZŐ TÉNYEZŐK

BELSŐ (ENDOGEN) EREDETŰEK

Genetikai rendellenességek
(szalagosodás, kölcsönös hímnősség)

KÜLSŐ (EXOGEN) EREDETŰEK

Nem fertőző (élettani) betegségek

Fertőző betegségek

Klimatikus tényezők:
jégeső, fagykár,
fényhiány stb.

Edafikus tényezők:
tápanyaghiány,
rossz talajszerkezet,
vagy kémhatás stb.

Toxikus anyagok:
por-, füst- és
gázkárok;
növényvédőszer- és
műtrágyaperzselé-
sek stb.

Viroidok
Vírusok
Fitoplazmák
Spiroplazmák
Rickettsiák
Baktériumok
Gombák
Virágos élősködők

1. ÁBRA. A NÖVÉNYBETEGSÉGEKET ELŐIDÉZŐ TÉNYEZŐK CSOPORTOSÍTÁSA.

A belső (endogén) tényezők közül ismertek a genetikai rendellenességek, a szalagosodás, a hímnősség stb. A külső (exogén) eredetű tényezők (a) nem fertőző, élettani betegségek (pl. klimatikus tényezők, edafikus tényezők, toxikus anyagok) és (b) fertőző betegségek (pl. viroidok, vírusok, fitoplazmák, spiroplazmák, rickettsiák, baktériumok, gombák, virágos élősködők) visszavezethetők.

A nem fertőző (élettani) betegségeket olyan klimatikus tényezők váltják ki, mint pl. a jégeső, a fagy, a fényhiány stb. Az edafikus tényezők közül a tápanyaghiány, a rossz talajszerkezet, a talaj kedvezőtlen kémhatása idézhet elő betegségeket. A nem fertőző, élettani betegségek előidézésében jelentős szerepet játszanak olyan, a növényre nézve toxikus anyagok, mint pl. a por, a füst, a gázok, a növényvédő szerek és perzselést előidéző műtrágyák.

Fertőző betegségeket okoznak a viroidok, a vírusok, a fitoplazmák, a spiroplazmák, a rickettsiák, a baktériumok, a gombák és a virágos élősködők.

2.1. Viroidok

Egyszálú ribonukleinsav (RNS) tartalmú, fehérje nélküli (ún. szabad nukleinsav), vírusoknál kisebb kórokozók. A viroidok nukleinsava 250–375 nukleotidból áll. Bioszintézisük során – mivel RNS-ük nem kódol funkcióképes fehérjét – a gazdanövény sejtmagjában levő RNS-polimeráz enzimet használják fel. A viroidok replikációja direkt RNS-RNS másolás. A 80 évvel ezelőtt felfedezett burgonya orsógumójúság betegség viroid természetének bizonyítása 1967-ben vált ismertté. A betegség tünete – amelynek kialakulása jelentős mértékben függ a burgonyafajtától, a környezettől és a viroid törzstől – a burgonyagumók orsósodásában, a rügyek számának csökkenésében, a rügyek felszínessé válásában nyilvánul meg. A fertőzés következtében a termésveszteség az első évben 46%-os is lehet, de a második évben elérheti a 97%-ot, és a harmadik évben a 100%-ot.

A viroidok mechanikailag általában könnyen átvihetők, és bizonyított, hogy pl. a burgonyatermesztés gépesítése jelentősen növelte a fertőzöttséget. A maggal történő terjedés (burgonya és paradicsom maggal) igen jelentős, elérheti a 100%-ot is. A maggal történő (*true potato seed*, TPS) burgonyatermesztés során a burgonyamagvakat 2%-os kalciumhipoklorid [$\text{Ca}(\text{OCl})_2$] oldatban 30 percig kell kezelni. A viroidok (burgonya orsógumójúság viroid, *Potato spindle tuber viroid*, PSTVd) egyes levéltetűfajokkal (pl. *Macorsiphum euphorbiae*) könnyen átvihetők, más fajokkal (pl. *Myzus persicae*) viszont nem. Figyelemre méltó, hogy a burgonyaviroid a burgonya levélsodródás vírus (*Potato leafroll virus*, PLRV) jelenlétében 100%-osan átvihető levéltetűekkel. Ilyen szimultán átvitel során a viroid enkapszidálódik a burgonya levélsodródás vírus partikulumaiban, és ezáltal a *Myzus persicae* levéltetűvel 100%-ban megtörténik az átvitel.

Az eddig megismert, mintegy 30 viroid két családba (Pospiviroidae, Avsunviroidae), három alcsaládba (Pospiviroidae, Pospivirinae, Apscavironiae, Colevironiae) és hét nemzetségbe (Pospiviroid, Hostuviroid, Cocadviroid, Apscaviroid, Coleviroid, Avsunviroid, Pelamoviroid) sorolható. Legújabbban az Avsunviroidae családba tartozó Elaviroid új nemzetséget írták le, amelynek típustagja a maggal terjedő, *in vitro* és *in vivo* is aktív tojásgyümölcs látens viroid (*Eggplant latent viroid*, ELVd). Cirkuláris RNS-e 332–335 nukleotidból áll. A viroidok típustagja a burgonya orsógumójúság viroid (*Potato spindle tuber viroid*, PSTVd).

2.2. Vírusok

2.2.1. ÁLTALÁNOS JELENTŐSÉG

A vírusok az élővilág olyan parazitái, amelyek növényekben, állatokban, emberben, rovarokban és különböző mikroorganizmusokban (pl. baktériumok, gombák, fitoplazmák) is előfordulnak, és többnyire súlyos megbetegedéseket idéznek elő. Európában jelenleg mintegy ezer növényi vírusbetegség ismert. A vírusok által előidézett termésveszteségek növény-vírus kapcsolatoktól függően 20–100%-osak. A jelentősebb termésveszteségek (75–100%) pl. paradicsom – paradicsom bronzfoltosság vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV), búza – búza csíkos mozaik vírus (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV), rizs–rizs tungro szférikus vírus (*Rice tungro spherical virus*, RTSV) kapcsolatban fordulnak elő.

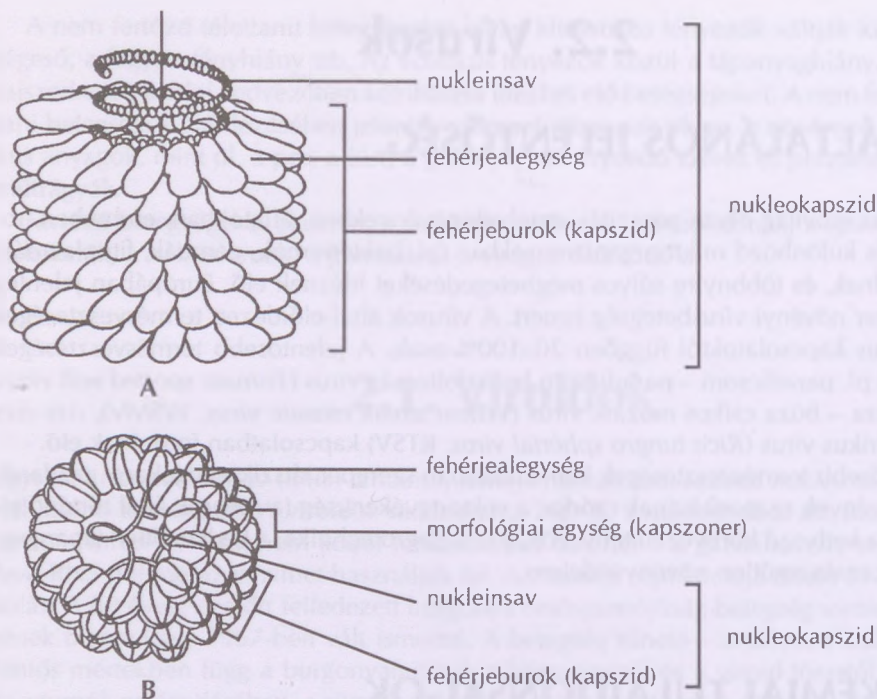
A jelentősebb termésveszteségek kialakulásában szerepet játszik a fogékony gazdanövény, a növények szaporításának módja, a vektortevékenység (a rovarok által történő vírusátvitel), a kedvező környezeti tényezők, a rossz agrotechnika, a kedvezőtlen tápanyagellátás és a szakszerűtlen növényvédelem.

2.2.2. KÉMIAI TULAJDONSÁGOK

A vírusok a genetikai információt hordozó egyszálú vagy kétszálú, lineáris vagy cirkuláris ribonukleinsavból (RNS), vagy dezoxiribonukleinsavból (DNS) és a nukleinsav védelmi funkcióját ellátó köpenyfehérjéből (kapszid) állnak. A köpenyfehérje szabályos, ún. morfológiai, ill. fehérjealegységekből épül fel. A nukleinsav és a kapszid együttesen alkotja a nukleokapszidot (2. ábra). Azokat a vírusokat, amelyeknek külső glükoproteid burka nincs, burok nélküli vírusoknak nevezzük (pl. dohány mozaik vírus, *Tobacco mosaic virus*; TMV). Egyes vírusok esetében a nukleokapszidot még egy külső glükoproteid burok (ún. peplon) is körülveszi (pl. paradicsom bronzfoltosság vírus, *Tomato spotted wilt virus*; TSWV).

A nukleinsav felépítésében viszonylag egyszerű molekulák vesznek részt. Építőkövei a heterociklikus nukleinsav bázisok, a pentóz és a foszforsav. A heterociklikus bázisok pirimidin- (citozin, C; timin, T; uracil, U) vagy purinbázisok (adenin, A; guanin G) lehetnek. Ha a nukleinsavban az ötszénatomos cukor, a ribóz fordul elő, akkor ribonukleinsavnak (RNS), ha a dezoxiribóz fordul elő, akkor dezoxiribonukleinsavnak (DNS) nevezzük. A legtöbb növénypatogén vírus RNS-t tartalmaz. A legismertebb RNS-vírus pl. a dohány mozaik vírus (*Tobacco mosaic virus*, TMV), az uborka mozaik vírus (*Cucumber mosaic virus*, CMV), a lucerna mozaik vírus (*Alfalfa mosaic virus*, AMV). Negyed évszázaddal ezelőtt, 1968-ban fedezték fel az első DNS-tartalmú növénypatogén vírust (karfiol mozaik vírus, *Cauliflower mosaic virus*, CaMV). Ma már több DNS-tartalmú vírus ismert [pl. kukorica csíkosság vírus (*Maize streak virus*, MSV); répa levélcsúcs fodrosodás vírus (*Beet curly top virus*, BCTV), lóbab nekrotikus sárgaság vírus (*Faba bean necrotic yellows virus*, FBNYV)].

A vírusok saját anyagcserével nem rendelkeznek. Életciklusuk alapján feloszthatók nyugalomban lévő inaktív vírusra (virion), vagy a sejten belüli, önmagát reprodukálni képes vírusra (vegetatív vírus).



2. ÁBRA. A: HELIKÁLIS SZIMMETRIÁJÚ, PÁLCIKA ALAKÚ DOHÁNY MOZAIK VÍRUS (*TOBACCO MOSAIC VIRUS*, TMV). A VIRION MÉRETE 300x18 NM. B: IZOMETRIKUS, GÖMB ALAKÚ TARLÓRÉPA SÁRGA MOZAIK VÍRUS (*TURNIP YELLOW MOSAIC VIRUS*, TYMV). A VÍRUS MÉRETE 28 NM. (HORVÁTH 1999 UTÁN).

2.2.3. MORFOLÓGIA

A vírusok igen változatos formákat mutatnak, és a virion szimmetriaviszonyai is eltérőek egymástól. Két fő szimmetria alapformát lehet megkülönböztetni: (a) helikális és (b) izometrikus szimmetriát (2. ábra).

A helikális vírusok csoportjába tartoznak a pálcika alakú vírusok (dohány mozaik vírus, *Tobacco mosaic virus*; TMV), a flexibilis vagy fonál alakú vírusok (burgonya Y-vírus, *Potato virus Y*; PVY) és a burokkal is rendelkező ún. rhabdovírusok (saláta nekrotikus sárgaság vírus, *Lettuce necrotic yellows virus*; LNYV), valamint a bacilus- ill. lövedék alakú vírusok (lucerna mozaik vírus, *Alfalfa mosaic virus*; AMV).

Az izometrikus szimmetriát mutató gömb alakú vírusok legtöbb esetben valójában hatszög alakúak, amelyek 20 oldallapból álló geometriai idomra (ikosaéder) emlékeztetnek. Ilyen a burok nélküli tarlórépa sárga mozaik vírus (*Turnip yellow mosaic virus*, TYMV). Az izometrikus vírusok csoportjába tartoznak még az ikerpartikulumú ún. geminivírusok (bab arany sárga mozaik vírus, *Bean golden mosaic virus*; BGMV), amelyek partikulumai általában 15–18 nm átmérőjűek, és a párokba rendeződött ikerpartikulumok mérete 15–20 x 25–35 nm. A geminivírusok közül ismert még a Magyarországon is előforduló búza törpülés vírus (*Wheat dwarf virus*, WDV), amely 18 nm átmérőjű és 30 nm hosszúságú.

2.2.4. REPLIKÁCIÓ

A vírusok önálló anyagcserével nem rendelkeznek, ezért a gazdasejt nukleinsav és fehérje szintetizáló rendszerét használják fel replikációjuk során. Ebből következik, hogy a replikáció nem tekinthető szaporodásnak. A rendszertanilag eltérő vírusok replikációjában jelentős eltérések lehetnek. Ennek ellenére a replikáció több általános szakaszra osztható. A vírusok megsokszorozódásának folyamatát replikációnak vagy bioszintézisnek nevezzük.

A vírusreplikáció általános szakaszai

Adszorpció

A virion és a gazdasejt találkozása, amelyet fizikai és kémiai tényezők segítenek elő. Ezt a folyamatot alapvetően a növényi sejt felületi fehérjei és a virion köpenyfehérjéje befolyásolja. A vírusok obligát sejtparaziták, önálló mozgásra nem képesek ezért a virion és a gazdasejt találkozása csak passzív úton (mechanikai sérülések) jöhet létre.

Penetráció (behatolás)

A virionok sejtmembránon történő áthatolásának szakasza, amelyben jelentős szerepe lehet a membránfehérjéknek ill. a membrántranszport folyamatainak.

Dekapszidáció (köpenyfehérje eltávolítása)

Ebben a folyamatban az egyes vírusok között jelentős eltérések mutatkoznak. A víruspartikulum a sejtbe kerülését követően elveszíti köpenyfehérje egységeit, és szabaddá válik a vírus örökítőanyaga, a nukleinsav. A nukleinsav kapcsolódik a gazdanövény riboszómáihoz, és kezdetét veszi a transláció folyamata.

Transzkripció (nukleinsav átírása)

A különböző örökítőanyaggal (kettős szálú DNS, egyszálú DNS, kettős szálú RNS, egyszálú -RNS, egyszálú +RNS) rendelkező virionok esetében ez a folyamat jelentősen eltér egymástól. Ebben a szakaszban történik meg az örökítőanyag „lefordítása” és a hírvivő (messenger) RNS (mRNS) szintézis. A vírusgenom hosszúságától függően 1-12 gént kódolhat.

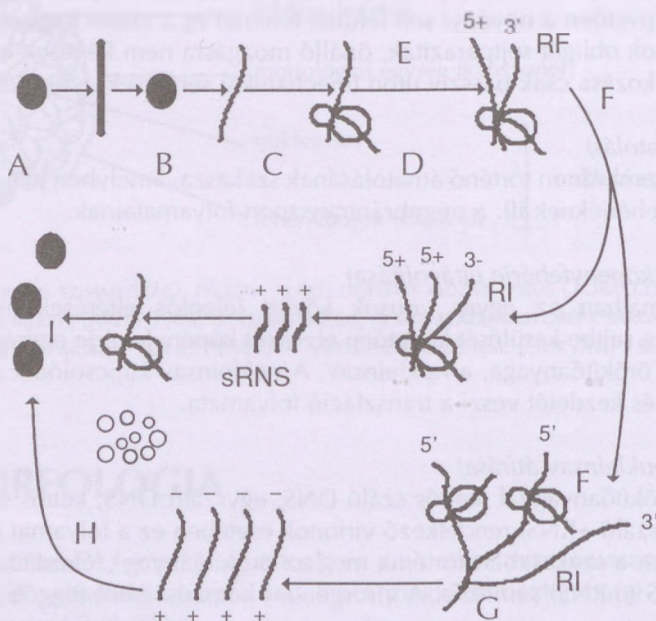
Az RNS translációja (fehérjeszintézis)

A mRNS molekuláról 5' vég irányából a 3' vég irányába a gazdasejt riboszómáin megindul a fehérjeszintézis. A képződő korai fehérjék többsége a vírusreplikációt irányító replikáz enzim. A negatív szálú RNS vírusok nukleinsava a sejtbe kerülve mRNS-ként viselkedik, azaz a fehérjeszintézis közvetlenül a vírusgenomról indul el. A vírusgenom hosszúságától függően 1-12 gént kódolhat. A vírusfehérjék szintézise több stratégia szerint mehet végbe. Az egyes vírusfajok replikációjuk során többféle módot is alkalmazhatnak az alábbiak közül: (a) poliproteinszintézis (*Potyvirus* nemzetség), (b) osztott genom (tehénborsó mozaik vírus, *Cowpea mosaic virus*; CPMV), (c) szubgenomi RNS-ek szintézise (dohány mozaik vírus, *Tobacco mosaic virus*; TMV), (d) gyenge stop kodonok átolvasása (dohány mozaik vírus, *Tobacco mosaic virus*; TMV), (e) váltott leolvasású fehérjeszintézis (paradicsom bronzfoltosság vírus, *Tomato spotted wilt virus*; TSWV).

Nukleinsav replikáció

Ez a szakasz időben – a kezdeti szakaszt (replikáz enzim szintézist) kivéve – nem minden esetben különül el a fehérjeszintézis szakaszától, mivel a vírusfehérjék és a nukleinsavak szintézise a sejtben egy időben is történhet. A nukleinsav replikáció helye a sejtben a különböző vírusok esetében eltérő. A nukleinsav replikáció másként megy végbe az eltérő örökítőanyaggal rendelkező vírusok esetében.

A pozitív szálú RNS vírusok nukleinsaváról a replikáz enzim (RNS-től függő RNS polimeráz) a 3' vég irányából az 5' vég irányába negatív szálú RNS-t szintetizál, amely tükörképe a pozitív szálú RNS-nek. A pozitív és a negatív RNS szál együtt egy kettős szálú RNS-nek felel meg, amit replikatív formának (RF) neveznek. Végül a negatív szálú RNS-ekről pozitív szálú RNS-ek képződnek (pl. dohány mozaik vírus, *Tobacco mosaic virus*; TMV). Ebben a folyamatban csak részben van jelen a kétszálú RNS, ezért amikor több pozitív egyszálú RNS-t tartalmaz akkor replikatív intermediereknek nevezik (3. ábra).



3. ÁBRA. A DOHÁNY MOZAIK VÍRUS (*TOBACCO MOSAIC VIRUS*, TMV) REPLIKÁCIÓJA. A: FERTŐZÉSI FOLYAMAT, B: DEKAPSIDÁCIÓ, C: KÖTŐDÉS A RIBOSZÓMÁHOZ, D: VÍRUSREPLIKÁZ, E: REPLIKATÍV FORMA KELETKEZÉSE, F: REPLIKATÍV INTERMEDIEREK KELETKEZÉSE, G: REPLIKATÍV KOMPLEX, H: ÖSSZÉPÜLÉS, I: KÉSZ VIRIONOK, RF: REPLIKATÍV FORMA, RI: REPLIKATÍV INTERMEDIER, sRNS: SZUBGENOMI RNS, O: KÖPENYFEHÉRJE ALEGYSÉGEK (GÁBORJÁNYI 1998 UTÁN).

Egyes esetekben az RNS szintézisében a gazdanövény fehérjéi is részt vesznek (pl. tarlórépa sárga mozaik vírus, *Turnip yellow mosaic virus*; TYMV).

A negatív egyszálú RNS-ek replikációja pozitív templát RNS segítségével valósul meg (pl. paradicsom bronzfoltosság vírus, *Tomato spotted wilt virus*; TSWV).

A kettős szálú DNS-vírusok replikációja szintén mRNS szintézisét igényli, amelyről fordított átírással (*reverse transcription*) képződnek a pozitív szálak (pl. karfiol mozaik vírus, *Cauliflower mosaic virus*; CaMV).

A virionok összeépülése és kiszabadulása

A nukleinsav és a fehérje alegységekből ebben a fázisban épülnek össze a víruspartikulumok. A komplett virionok kiszabadulása vektorok (pl. rovarok) segítségével, ill. a gazdasejt szétesésével történhet.

A replikáció egyes esetekben nem tökéletes – ez lehet a nukleinsav vagy a köpenyfehérje részleges vagy teljes hiánya –, ilyenkor inkomplett virionok jönnek létre

Szatellit vírusok és szatellit RNS-ek replikációja

Szatellit vírusok

Nem önálló virionok, önmagukban nem képesek a növényeket megfertőzni. A fertőzés csak a segítő (helper) vírus jelenlétében történhet meg. Ezért a szatellit vírusok a helper vírusok parazitáinak is tekinthetők. A helper és a szatellit vírus között a kapcsolat specifikus (pl. dohány nekrosis vírus, *Tobacco necrosis virus*; TNV – dohány nekrosis szatellitvírus, *Tobacco necrosis satellivirus*, sat-TNV). A dohány nekrosis szatellitvírus esetében a rövid egyszálú RNS genom mindössze a köpenyfehérje szintézishez szükséges információt kódolja. Ezért a szatellit vírus genomja önmagában replikációra képtelen, és a megsokszorozódásukhoz a helper vírus replikáz enzimjét használják fel.

A szatellit vírusok jelenléte lényegesen befolyásolhatja a tünetek megjelenését és azok erősségét. Ennek oka, hogy feltehetően a két vírus közötti versengés következtében visszaszorul a helper vírus replikációja.

Szatellit RNS-ek

A szatellit RNS-ek replikációja a helper vírustól függ. A genom rövid egyszálú RNS. A szatellit RNS a helper vírussal közösen enkapszidálódik. Jelenlétük a szatellit vírusokhoz hasonlóan befolyásolja a tünetek kialakulását és erősségét, valamint visszaszorítják a helper vírus replikációját. A legjobban tanulmányozott szatellit RNS a CARNA5, amely az uborka mozaik vírus (*Cucumber mosaic virus*, CMV) szatellit RNS-e. Kínában 2003-ban az uborka mozaik vírus (*Cucumber mosaic virus*, CMV) P1 izolátumából, valamint az Amerikai Egyesült Államokban *Ajuga reptans* növényből izolált uborka mozaik vírusban új szatellit RNS-t mutattak ki.

Szatellit DNS-ek

Az utóbbi években a paradicsom levérgöndörödés vírus (*Tomato leaf curl virus*, TLCV) szatellit DNS-ét mutatták ki. Ez az első adat a szatellit DNS-ek létezéséről.

Defektív interferáló RNS-ek

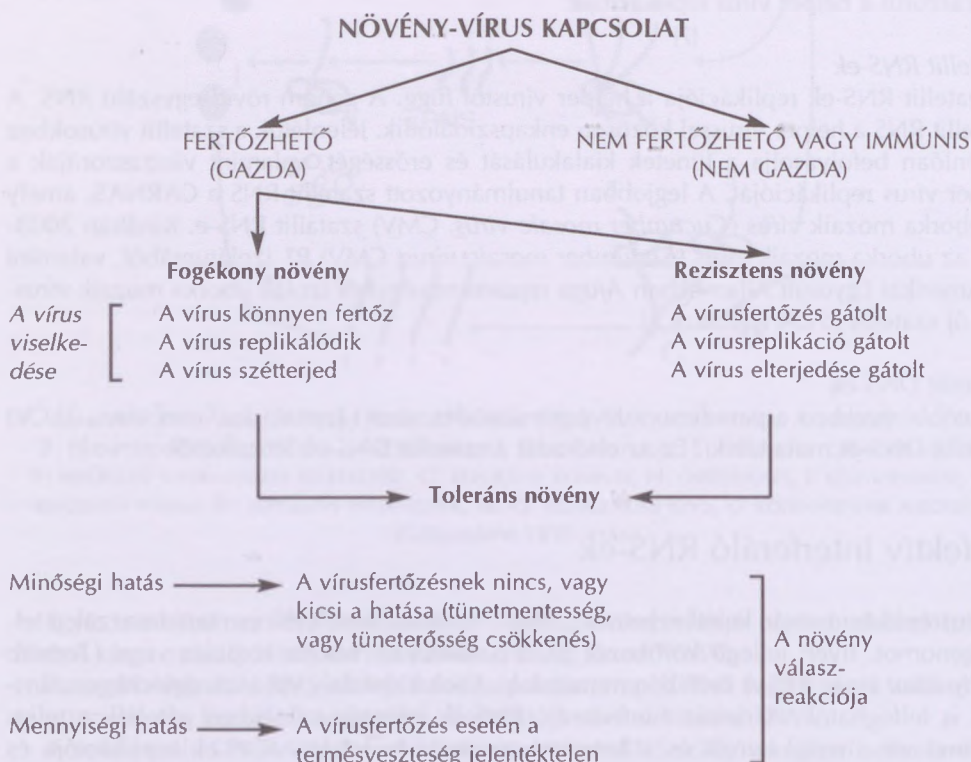
A vírusreplikáció során keletkezhetnek „hibás” virionok, amelyek nem tartalmazzák a teljes genomot. Ilyen jellegű kórokozót pl. a paradicsom bokros törpülés vírus (*Tomato bushy stunt virus*, TBSV) esetében mutattak ki. Ezek a defektív virionok deléciós mutánsként is felfoghatók. A defektív interferáló RNS-ek jelentős mértékben gátolják a teljes genomú vírus replikációját és a betegség tüneteit. A defektív RNS-ek replikációja és enkapszidációja a helper vírustól függ.

A replikáció, a vírusok törzsfajlódása és a taxonómia összefüggései

A vírusok nukleotid sorrendjének és replikációs stratégiájának jobb megismerésével a tudomány felismerte, hogy a morfológiailag és fizikai tulajdonságaikban egymástól távol álló vírusok genetikai jellemzőiket tekintve nagyon hasonlóak lehetnek. Bebizonyosodott, hogy az eddig mereven elkülönített humán-, állat- és növénypatogén vírusok között a különbségek kisebbek, mint azt eddig feltételezték. Mindezek az ismeretek a vírus taxonómiában nagy változásokhoz vezettek és vírus „szupercsaládokat” hoztak létre.

2.2.5. NÖVÉNY-VÍRUS KAPCSOLATOK

A növény-vírus kapcsolatok kialakulását a növény és a vírus genetikai tulajdonságai határozzák meg. A genetikai adottságoktól függően a növény-vírus kapcsolat kompatibilis és inkompatibilis lehet. A kompatibilis kapcsolatban a növény (gazda) a rezisztenciájának hiánya miatt megfertőzhető a vírussal. Az inkompatibilis kapcsolatban a növény rezisztenciagénje(i) miatt a fertőzés ugyan eredményes, de vagy a vírusreplikáció szenved gátlást, vagy a sejtek közötti terjedés nem alakul ki (4. ábra).



4. ÁBRA. A NÖVÉNY-VÍRUS KAPCSOLATOK VÁZLATOS SZEMLÉLTETÉSE (HORVÁTH 1999 UTÁN).

A fogékony (kompatibilis) gazda-vírus kapcsolatban a vírus könnyen megfertőzi (megbetegíti) a növényt, a vírus gyorsan replikálódik, és elterjed a növényben.

A rezisztens (inkompatibilis) kapcsolatokra az jellemző, hogy a vírusfertőzés, a vírusreplikáció és a vírus elterjedés a növényben gátolt, ill. nem jön létre, és ennek következtében a betegség nem alakul ki.

A rezisztens növény-vírus kapcsolatban a növény válaszreakciója minőségi és mennyiségi szempontból is kifejeződik, és mindkettőt rezisztenciájaként szabályozzák.

A minőségi válaszreakció esetén a vírus által előidézett tünetek (szimptómák) gyengék, vagy ki sem alakulnak (tünetmentesség, látencia). A minőségi, ill. kvalitatív rezisztencia olyan speciális kapcsolat a rezisztenciájaként és virulenciájaként között, amely (a) extrém rezisztenciában (immunitás), (b) hyperszenzitív vagy túlérzékenységi rezisztenciában (HR-rezisztencia) és (c) vírusterjedéssel szembeni rezisztenciában nyilvánul meg.

A mennyiségi válaszreakció esetén a megfertőzött növény termésvesztesége (ha egyáltalán van) csekély, vagy elhanyagolható. A mennyiségi, ill. kvantitatív rezisztencia esetében nincs speciális kapcsolat a rezisztenciájaként és a virulenciájaként között. Ebben az esetben (a) vírusreplikációval és -terjedéssel szembeni rezisztencia vagy annak hiánya, (b) tolerancia, és (c) szántóföldi rezisztencia alakulhat ki.

2.2.6. TÜNETEK (SZIMPTÓMÁK)

A vírusok a fertőzött növényi sejtek plazmahídjaiban, a plazmodezmákban keresztülhatolva 4–80 $\mu\text{m}/\text{óra}$ sebességgel fertőzik meg a sejteket, majd 0,1–1,8 $\text{cm}/\text{óra}$ sebességgel terjednek tovább a szállítószövetekben, a floemben és a xilemben. A vírusok sejtről sejtre történő terjedése a mozgásfehérjék segítségével történő passzív folyamat. A növény-vírus kapcsolatban megnyilvánuló tünetek kialakulását számos tényező befolyásolja: (a) a gazdanövény fogékonysága, (b) a vírus patogenitása, (c) a vírus virulenciája, (d) a növény fejlettségi állapota, (e) a növény levélemeleteken előforduló plazmodezmák száma, (f) a növények fotoperiódusa, (g) a hőmérséklet, (h) a fény stb.

A vírussal fertőzött gazdanövényekben morfológiai, citológiai, fiziológiai stb. elváltozások figyelhetők meg, amelyek külső (exogén) és belső (endogén) tünetekben, ún. szimptómákban nyilvánulnak meg.

A külső tünetek a növény összes szervén megjelenhetnek, és gazda-vírus kapcsolatoktól függően igen változatosak. Az alábbi fontosabb tünettípusok jelenhetnek meg: (a) az egész növényen (növekedésgátlás, sárgulás, nekrozis, deformáció); (b) a leveleken (érkivilágosodás, -szalagosodás, mozaik, páfránylevelűség, enáció, epinasztia, gyűrűsfoltosság, nekrozis, vörösödés, sárgulás, fonnyadás, levélsodródás); (c) a virágon (színtörés, foltosodás, nekrozis, deformáció, torzulás); (d) a termésen (elszíneződés, deformáció, nekrozis, növekedésgátlás); (e) a száron (nekrozis, internódium megrövidülés, deformáció, daganat); (f) a gyökéren (nekrozis, burjánzás, daganat, proliferáció). A tünetek kifejlődését mind kvalitatív, mind kvantitatív értelemben jelentősen módosíthatják a különböző vírusok általi együttes, ún. komplex fertőzések, és hasonlóképpen a vírusokkal együtt fellépő egyéb kórokozók is (pl. gombák). A külső tünetek attól függően, hogy a fertőzés helyén vagy a növény nem fertőzött részein jelennek meg, helyi, ill. lokális vagy szisztémikus tünetek lehetnek.

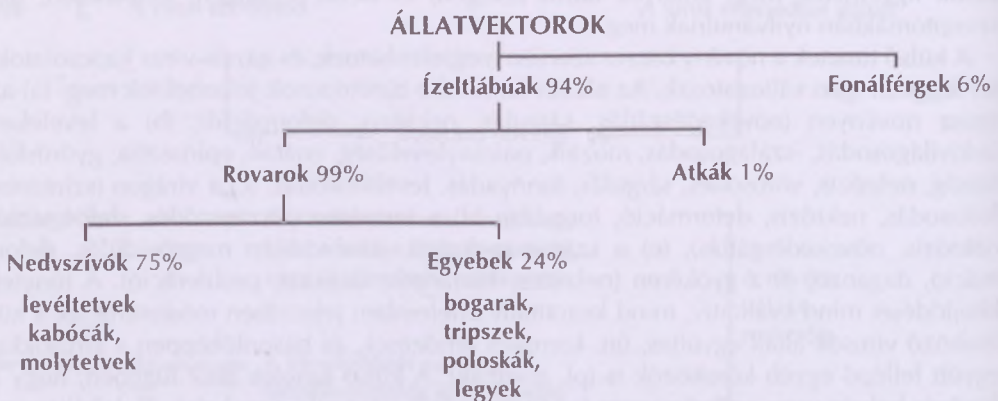
A belső tünetek szabad szemmel nem láthatók. Anatómiai ill. citológiai elváltozásokban nyilvánulnak meg, Ezek az ún. mikroszimptomák, amelyek fény- ill. elektronmikroszkóppal tanulmányozhatók. Többnyire festéses módszereket alkalmaznak, miután ismertté vált, hogy a sejtalkotórészek, a zárványok és a fehérjetermészetű anyagok triphan-kékkel, a nukleinsavak pedig a metil-pironinnal megfesthetők. A belső tünetek közül ismert a kloroplasztiszok károsodása (deformációk, lamelláris szerkezet fellazulása), a floemszövetek rostaszöveiteiben kialakuló nekrozisok fellépése, a hipoplázia (fejlődésben megnyilvánuló abnormitások), a hipertrófia (sejtek abnormális növekedése) és hiperplázia (sejtek túlbujjánzása).

A belső, ún. mikroszimptomák közül a zárványtestek, az ún. inklúziók a legfigyelemreméltóbbak. A citoplazmában, vagy a sejtalkotókban (sejtmag, mitokondrium) előforduló zárványok három csoportba tartoznak: (a) amorf, kristályképződés nélküli zárványok, (b) amorf, kristályos zárványok és (c) kellőképpen nem ismert struktúrájú zárványok. Az elektronmikroszkópos vizsgálatoknak köszönhetően olyan citoplazmikus, hengeres zárványtípusok is ismertté váltak [pl. forgó, kerékszerű zárványok (pinwheels)], amelyek pl. a potyvirusok (burgonya Y-vírus, *Potato virus Y*; PVY) taxonómiájában megkülönböztető szerepet játszanak.

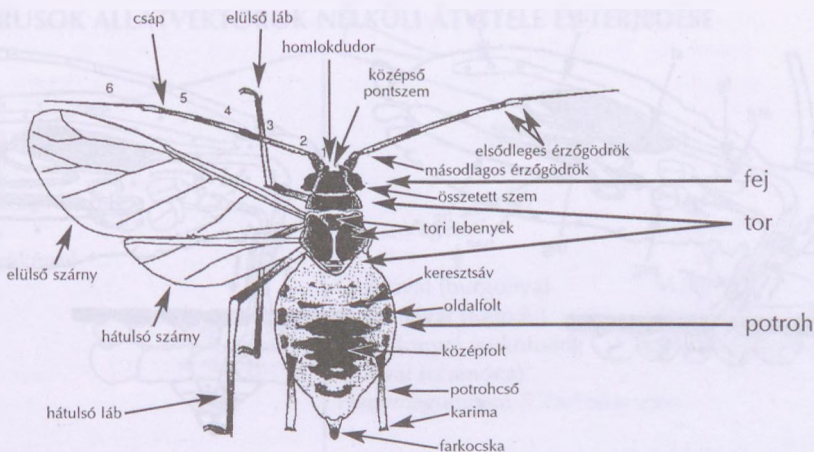
2.2.7. ÁTVITEL ÉS TERJEDÉS

A gazda-vírus kapcsolatok kialakulásában, a vírusok epidemiológiájában és ökológiájában a vírusok átvitelének és terjedésének fontos szerepe van. Az átvitel és terjedés külső „segítséggel” történik, ui. a vírusok nem rendelkeznek olyan enzimekkel, amelyek lehetővé teszik a növényi sejtekbe történő aktív behatolást. A vírusok átvitele és terjedése alapvetően két úton történhet: (a) állatvektorokkal és (b) állatvektorok nélkül, egyéb módon és egyéb módszerekkel. Vektoroknak nevezzük azokat az élő szervezeteket, amelyek vírusok átvitelére képesek.

Az állatvektorokkal történő vírusátvitel és terjedés a legáltalánosabb és a legveszélyesebb. Fontossági sorrendben a levéltetvek, kabócák, fonálférgek, tripszek és üvegházi molytetvek a legfontosabbak (5. ábra).



5. ÁBRA. AZ ÁLLATVEKTOROK VÍRUSÁTVITELBEN JÁTSZOTT SZEREPE (HARRIS ET AL. 1981 UTÁN, CIT.: HORVÁTH 1999).

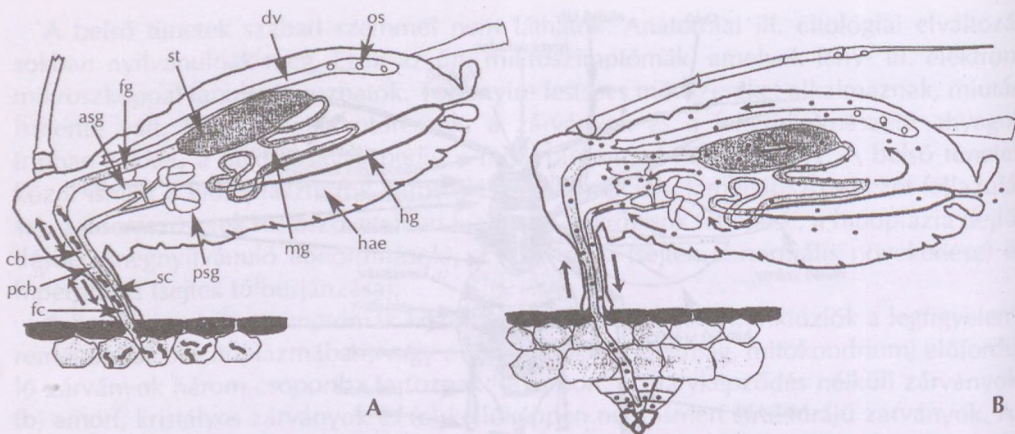


6. ÁBRA. SZÁRNYAS ELEVENSZÜLŐ NŐSTÉNY *MYZUS PERSICAE* LEVÉLTETŰ MORFOLÓGIAI JELLEMZŐI (ROBERTS ÉS BOURDIN 2001 UTÁN).

A levéltetvek (Homoptera rend, Aphididae család) mint szűrő-szívó szájszervű rovarok magas fokú specializáltságot mutatnak a növény-vírus-vektor kapcsolatokban. Az egyik legaktívabb levéltetű vírusvektor a zöld őszibarack levéltetű (*Myzus persicae*) (6. ábra). A levéltetvek szájszervükkel (*styletum*) veszik fel a vírust a beteg növény szöveteiből (epidermiszből és/vagy floemből), és azzal adják le (fertőzik a növényeket). Attól függően, hogy a virionok megtapadnak-e a *styletum*on, vagy az állat emésztőszervrendszerébe jutva transzlokálódnak a nyálmirigyekben, megkülönböztetünk (a) nem perzisztens (*stylet-borne*) és (b) perzisztens (*circulative*) vírusokat. A nem perzisztens növény-vírus-vektor kapcsolatok közül példaképpen megemlítendő a burgonya-burgonya Y-vírus (*Potato virus Y*) – *Myzus persicae*, vagy a bab-bab közönséges mozaik vírus (*Bean common mosaic virus*, BCMV) – *Acyrtosiphon pisum* kapcsolat. A perzisztens növény-vírus-vektor kapcsolatok közül érdemes kiemelni a burgonya-burgonya levélsodródás vírus (*Potato leafroll virus*, PLRV) kapcsolatot (7. ábra).

A kabócák a levéltetvek után a legfontosabb vektorok. A vírusok és fitoplazmák átvitelében és terjesztésében perzisztens módon vesznek részt. Egyes vírusok [rizs törpülés vírus (*Rice dwarf virus*, RDV)] nemcsak a növényekben, hanem kabóca vektorokban (pl. *Nephotettix cincticeps*) is szaporodnak, ezért az ilyen vírusokat perzisztens-propagatív vírusoknak nevezzük. A Cicadellidae családból legjobban ismert kabócavektor a *Macrostelus fascifrons* és a *Psammotettix alienus*, amelyek az őszirózsa sárgaság fitoplazma (*Aster yellows phytoplasma*, AY) és a búza törpülés vírus (*Wheat dwarf virus*, WDV) átvitelére alkalmasak.

A fonálféreggel átvihető vírusok két csoportba sorolhatók: (a) NEPO-vírusok és (b) NETU-vírusok. A NEPO-vírusok izometrikus virionokkal rendelkeznek, és a *Xiphinema*, *Longidorus* és *Paralongidorus* nemzetségekbe tartozó fajokkal terjednek. A NETU-vírusok pálcika alakú virionokkal rendelkeznek, és a *Trichodorus* és *Paratrachodorus* nemzetségbe tartozó fonálféreg fajokkal vehetők át. A legismertebb fonálféreg fajok az alábbi vírusok átvitelére képesek: *Xiphinema index* (szőlő páfránylevelűség vírus, *Grapevine fanleaf virus*; GFLV), *Longidorus elongatus* (málna gyűrűsfoltosság vírus, *Raspberry ringspot virus*; RpsRV), *Paralongidorus pachydermus* (dohány rattle vírus, *Tobacco rattle virus*; TRV), *Trichodorus cylindricus* (borsó korai barnulás vírus, *Pea early browning virus*; PEBV), *Paratrachodorus teres* (dohány rattle vírus, *Tobacco rattle virus*; TRV).



7. ÁBRA. A NEM PERZISZTENS (STYLET-BORNE) BURGONYA Y-VÍRUS (*POTATO VIRUS Y*) (A) ÉS A PERZISZTENS (CIRCULATIVE) BURGONYA LEVÉLSODRÓDÁS VÍRUS (*POTATO LEAFROLL VIRUS*) (B) LEVÉLTETŐVEL TÖRTÉNŐ ÁTVITELÉNEK (A VÍRUS FELVÉTEL-LEADÁS IRÁNYÁT A NYÍL JELZI) SEMATIKUS ÁBRÁZOLÁSA.

MAGYARÁZAT: fc, TÁPLÁLÉCSATORNA (FOOD CANAL); sc, NYÁLCATORNA (SALIVARY CANAL); pcb, GARATSZIVATTYÚ ELŐTTI SZAKASZ (PRECIBARIUM); cb, GARATSZIVATTYÚ (CIBARIUM); fg, ELŐBÉL (FOREGUT); st, GYOMOR (STOMACH); mg, KÖZÉPBÉL (MIDGUT); hg, UTÓBÉL (HINDGUT); asg, MELLÉK NYÁLMIRIGY (ACCESSORY SALIVARY GLAND); psg, FŐ NYÁLMIRIGY (PRINCIPAL SALIVARY GLAND); hae, HEMOCÖL (HAEMOCOEL); dv, HÁTI EDÉNY (DORSAL VESSEL); os, NYÍLÁS (OSTIUM); ➔, BURGONYA Y-VÍRUS; •, BURGONYA LEVÉLSODRÓDÁS VÍRUS (ROBERT ÉS BOURDIN 2001 UTÁN).

A tripszek az ún. tospovírusok átvitelében és terjesztésében játszanak fontos szerepet. A perzisztens ill. cirkulatív vírusok (pl. paradicsom bronzfoltosság vírus, *Tomato spotted wilt virus*; TSWV) terjesztésében legjobban ismert a *Thrips tabaci* és a *Frankliniella occidentalis*. A tripszeket átvihető vírusok vektoraikban replikálódnak.

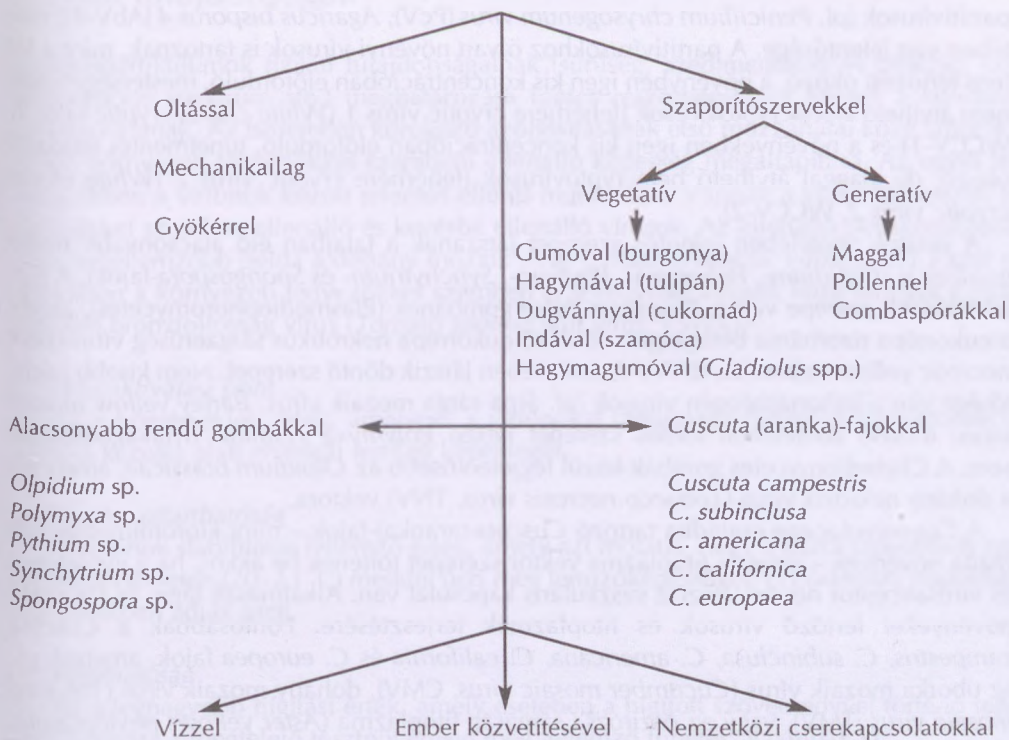
Az üvegházi molytetvek a *Cryinivirus* nemzetségbe tartozó vírusok átvitelére alkalmasak. Az utóbbi években – feltehetően a globális felmelegedésre, a szintetikus szerves inszekticidek használata következtében fellépő vegyszer-rezisztenciára és a nemzetközi szaporítóanyag-csere megnövekedésére tekintettel – az üvegházi molytetvekkel terjedő vírusok száma lényegesen megnövekedett. Ismertebb molytetű vektorok az alábbi vírusok átvitelére alkalmasak: *Bemisia tabaci* (Abutilon mozaik vírus, *Abutilon mosaic virus*; AbMV), *Trialeurodes vaporariorum* (paradicsom fertőző klorózis vírus, *Tomato infectious chlorosis virus*; TICV).

Állatvektorok nélkül a vírusok az alábbi módon terjednek: (a) kertészeti oltással, (b) mechanikailag, (c) gyökérrel, (d) vegetatív szaporítószervekkel, (e) generatív szaporítószervekkel, (f) alacsonyabb rendű, talajban élő gombákkal, (g) *Cuscuta*-fajokkal, (h) vízzel, (i) az ember közvetítésével és (j) nemzetközi cserekapcsolatokkal (8. ábra).

Elvileg minden növényvírus kertészeti oltással átvihető fogékony gazdanövényére, ha a növény és a vírus között szöveti kompatibilitás van. Vannak olyan vírusok (pl. alma klorotikus levélfoltosság vírus, *Apple chlorotic leaf spot virus*; ACLSV) is, amelyek csak oltással terjednek. Az oltással történő vírusátvitelnek elsősorban a fás szárú növényeknél van jelentősége.

A mechanikai átvitel a vírusfertőzött növény szövetnedvével mesterséges és természetes úton történhet. Az átvitel eredményessége szempontjából fontos, hogy a vírustartalmú szövetnedv sérüléseken vagy sebzéseken keresztül jusson a növénybe, ui. ismert, hogy a vírusok obligát sejtparaziták.

A VÍRUSOK ÁLLATVEKTOROK NÉLKÜLI ÁTVITELE ÉS TERJEDÉSE



8. ÁBRA. A VÍRUSOK ÁLLATVEKTOROK NÉLKÜLI ÁTVITELÉNEK ÉS TERJEDÉSÉNEK VÁZLATOS SZEMÉLTETÉSE (HORVÁTH, EREDETI).

A gyökérrel történő vírusátvitel elsősorban olyan növényeknél (pl. fás szárú növények, kertészeti kultúrák) lehetséges, amelyeknek gyökerei több éven át a szomszédhatás révén érintkezhetnek egymással.

A vegetatív szaporítószervekkel (gumóval, hagymával, dugvánnyal, indával, hagymagumóval) történő vírusátvitelnek igen nagy jelentősége van. Ezzel a módszerrel terjednek olyan, gazdaságilag fontos betegségek, mint a burgonya, cukornád, szamóca és számos dísznövény (pl. *Tulipa* spp., *Gladiolus* spp.) vírusbetegsége.

A generatív szaporítószervekkel (maggal, pollennel, gombaspórakkal) történő vírusátvitel gazdasági szempontból igen jelentős. A maggal történő vírusátvitelre két lehetőség van: (a) vírusátvitel a fertőzött mag felületéről és (b) vírusátvitel a fertőzött mag belsejéből, az endospermiumból. Ez alapján ún. külső és belső vírusátvitelt lehet megkülönböztetni. A külső magátvitel csak igen stabil vírusokkal (pl. dohány mozaik vírus, *Tobacco mosaic virus*; TMV) következnek be, és a mag felületi fertőtlenítésével a vírusátvitel elkerülhető. A belső magátvitellel terjedő vírusok (pl. bab közönséges mozaik vírus, *Bean common mosaic virus*; BCMV) rendkívül veszélyesek, ui. az ellenük való védekezés eredménytelen.

Vírusátvitel pollennel elsősorban a gyümölcsfák esetében jelentős. A cseresznye nekrotikus gyűrűsfoltosság vírus (*Cherry necrotic ringspot virus*, CNRSV) elsősorban pollennel terjed. A pollennel terjedő vírusok általában maggal is terjednek (*Chenopodium* mozaik vírus, *Sowbane mosaic virus*; SoMV).

Gombaspórakkal történő vírusátvitelnek a gombákat fertőző ún. chryso- és partitív vírusok [pl. *Penicillium chrysogenum virus* (PcV), *Agaricus bisporus* 4 (AbV-4)] esetében van jelentősége. A partitív vírusokhoz olyan növényi vírusok is tartoznak, mint a lá-tens fertőzést okozó, a növényben igen kis koncentrációban előforduló, mesterséges úton nem átvihető alphacryptovírusok [fehérhere cryptic vírus 1 (*White clover cryptic virus* 1, WCCV-1) és a növényekben igen kis koncentrációban előforduló, tünetmentes fertőzést okozó, de maggal átvihető betacryptovírusok [fehérhere cryptic vírus 2 (*White clover cryptic virus* 2, WCCV-2)].

A vírusok átvitelében jelentős szerepet játszanak a talajban élő alacsonyabb rendű gombák is (*Olpidium*-, *Polymyxa*-, *Phytium*-, *Synchytrium*- és *Spongospora*-fajok). A legjelentősebb szerepe van a *Polymyxa betae* gombának (Plasmodiophoromycetes), amely a cukorrépa rizómánia betegségét előidéző cukorrépa nekrotikus sárgaerűség vírus (*Beet necrotic yellow vein virus*, BNYVV) átvitelében játszik döntő szerepet. Nem kisebb jelentősége van a gabonapatogén vírusok [pl. árpa sárga mozaik vírus, *Barley yellow mosaic virus*; BYMV) átvitelében fontos szerepet játszó *Polymyxa graminis* nyálkagombának sem. A Chytridiomycetes gombák közül legjelentősebb az *Olpidium brassicae*, amely pl. a dohány nekrozis vírus (*Tobacco necrosis virus*, TNV) vektora.

A Convolvulaceae családba tartozó *Cuscuta* (aranka)-fajok – mint klorofillmentes parazita növények – vírus és fitoplazma vektor szerepet töltenek be akkor, ha a vírusdonor és vírusacceptor növény között vaszkuláris kapcsolat van. Alkalmasak lágy- és fás szárú növényeket fertőző vírusok és fitoplazmák terjesztésére. Fontosabbak a *Cuscuta campestris*, *C. subinclusa*, *C. americana*, *C. californica* és *C. europea* fajok, amelyek pl. az uborka mozaik vírus (*Cucumber mosaic virus*, CMV), dohány mozaik vírus (*Tobacco mosaic virus*, TMV), vagy az őszirózsa sárgaság fitoplazma (*Aster yellows phytoplasma*, AY) átvitelére egyaránt alkalmas.

Az utóbbi években vált ismertté, hogy egyes növényvírusok természetes vizekben és vízi-, mocsári növényekben is előfordulnak. Ezekkel a vírusokkal kapcsolatos kutatások derítették fényt arra is, hogy a víz mint vírusvektor alkalmas egyes, nagy koncentrációban előforduló vírusok terjesztésére. A legismertebb vízzel terjedő vírus az uborka zöldfoltosság mozaik vírus (*Cucumber green mottle mosaic virus*, CGMMV) és a dohány mozaik vírus (*Tobacco mosaic virus*, TMV).

Az ember szerepe a vírusok átvitelében, terjedésében és közvetítésében nagy jelentőségű. Mindenek előtt a higiéniai rendszabályok és az izolációs távolságok be nem tartása, a vírussal fertőzött szaporítóanyagok felhasználása, a növények rezisztencia-tulajdonságainak nem ismerete, a nemzetközi csereforgalomból származó növények és szaporítóanyagok ellenőrizetlensége, szakszerűtlen agrotechnika és növényvédelem stb. mind szerepet játszik a vírusok elterjedésében, a fertőzési lánc kialakulásában és vírusepidémiák fellépésében. Az integrált növénytermesztésben és növényvédelemben, valamint a vírusmentes növények előállításában felbecsülhetetlen szerepe van az emberi tudásnak, és a tudás alkalmazásának.

2.2.8. DIAGNOSZTIKA

A növényvirológiai-diagnosztika célja minden esetben a kórokozó jellemzőinek megismerése és azok alapján a kórokozó meghatározása. A vírusok meghatározása során több diagnosztikai módszert együtt kell alkalmazni ahhoz, hogy pontos diagnózist kapjunk.

Fizikai tulajdonságok

A víruspartikulumok fizikai tulajdonságainak (sűrűség, szedimentáció és diffúzió, UV-abszorpciós spektrum stb.) meghatározása fontos részeredményét képezi a kórokozó azonosításának. Az ismeretlen kórokozó azonosításának első mozzanatai közé tartozik a külső környezeti tényezőkkel szembeni ellenálló képesség megállapítása. Az egyes jellemzőkben a virionok között jelentős eltérés mutatkozik. Vannak a külső környezeti tényezőkkel szemben ellenálló és kevésbé ellenálló vírusok. Az ellenálló víruskórokozókra a legjellemzőbb példa a dohány mozaik vírus (*Tobacco mosaic virus*, TMV). Ezzel ellentétben a környezeti tényezőkkel szemben érzékenyebb vírusok közé tartozik a paradicsom bronzfoltosság vírus (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV).

Hőinaktiválási pont

Az a hőmérsékleti érték, amelynél a virionokat tartalmazó hígítatlan szövetnedv tíz perces kezelés alatt elveszíti fertőző képességét.

In vitro eltarthatóság

A virionok stabilitását jellemző érték, amely azt mutatja, hogy a tiszta szövetnedv szobahőmérsékleten (20–23 °C) meddig őrzi meg fertőzőképességét. Ezt órákban, napokban, ill. hetekben adják meg.

Hígíthatóság

Az a legnagyobb hígítási érték, amely esetében a hígított szövetnedvvel történő fertőzés hatására a megfelelő tesztnövényen még jellemző tünetek alakulnak ki.

Tünettan (Szimptomatológia)

Az egyes tesztnövényeken kialakult speciális tünetek alapján lehetséges a vírusok azonosítása ill. elkülönítése. A kórokozók elkülönítésére alkalmazott növényeket differenciáló tesztnövényeknek nevezzük. A szerológiai és molekuláris virológiai módszerek kidolgozása előtt a víruskórokozók azonosításának kizárólagos módszere volt, amely nagy tudást és tapasztalatot igényelt.

Mikroszimptómák

A fénymikroszkóppal vagy elektronmikroszkóppal megfigyelhető sejtszinten bekövetkező elváltozások (zárványtestek, sejtorganellumok degradálódása stb.) a mikroszimptómák.

Makroszimptómák

Szabad szemmel láthatók a növény különböző szervein kialakult tünetek. A növényvirológia többféle tünettípust különböztet meg. A teljesség igénye nélkül ilyen pl. a mozaik, a levéldeformáció, az érkivilágosodás, az érneknekrózis, a kinövés (enációk) stb. A tünetek lehetnek lokálisak és szisztémikusak (vö.: 2.2.6. alfejezetet).

A *lokális (primer) tünetek* a fertőzés helyén kialakuló, ún. helyi vagy elsődleges tünetek.

A *szisztémikus (szekunder) tünetek* a fertőzés helyétől távolabbi szerveken (levél, szár, generatív szervek) kialakuló, ún. másodlagos tünetek.

Elektronmikroszkópos módszerek

Az első elektronmikroszkópos felvételt 1939-ben, Németországban készítették el. A virionok nm-es (10–2000 nm) nagyságrendűek, ezért csak elektronmikroszkóppal láthatók. Elektronmikroszkópos felvételek alapján nem lehet biztosan azonosítani a kórokozót, ezért az így kapott ismereteket fontos összevetni és kiegészíteni más diagnosztikai eljárások eredményeivel. Számos minta-előkészítési módszer ismert, ezek közül néhány fontosabbat a következőkben ismertetünk.

Negatív festéses módszer

Az eljárás alapelve, hogy a virionokat tartalmazó előkészített mintát nagy molekulatömegű nehézfém sókkal festik meg. A háttérhez aspecifikusan kötődő erősen elektronszóró nehézfém ionokat a virionok nem adszorbeálják. Így az elektronmikroszkópos képen a virionok világosan rajzolódnak ki a sötét háttérből.

Immuno-elektronmikroszkópos módszer (ISEM)

Alacsony víruskoncentráció esetén alkalmazott fajlagos módszer. A rácson (*grid*) lévő szenezett hártárhoz antitesteket kötünk, majd a virionokat tartalmazó oldatban inkubáljuk. Az antitestek specifikusan megkötik az antigénként viselkedő vírusokat, így a részecskeszám növekedése akár 10 000-szeres is lehet. A kontrasztosításra többféle módszert alkalmaznak (pl. negatív festést).

Dekorációs módszer

A módszer megegyezik az ISEM-technikával, azzal az eltéréssel, hogy a kontrasztosítás előtt a hártárhoz adszorbeált virionokat egy újabb antitestkészítménnyel inkubálják. Ennek következtében a kontrasztosítás után a virionok élesebben rajzolódnak ki a háttérből, továbbá lehetőséget teremt az antiszérum titerértékének és a szerológiai rokonságnak a megállapítására.

Kicsapásos (precipitációs) módszer

A virionokat tartalmazó mintát összekeverjük az antiszérummal és inkubáljuk. Az összecsapódott komponenseket tartalmazó mintát felvisszük a rácusra, és negatív festéssel kontrasztosítjuk.

Szerológiai módszerek

Az immunodiagnosztikai reakciók elve a specifikus antigén-ellenanyag kapcsolatra épül. Ennek alapja az, hogy ha a melegvérű élőlények vérébe nagy molekulatömegű testidegen anyag, ún. „antigén” (pl. lipid, szénhidrát, fehérje) kerül, akkor ez a szervezetben specifikus immunválaszt, azaz ellenanyag (antitest) termelést vált ki. Meg kell különböztetni epitópot és paratópot.

Az epitóp az antigén azon része (minimum 5–7 aminosavból álló szakasz), amely az antitesttel fajlagos reakcióba lép. A paratóp az antitestben található variábilis régió, amely az epitóppal kapcsolódik.

A termelődött antitestek a biokémiai felépítésükben nekik megfelelő antigénnel lépnek reakcióba. Ez a fajlagosság teszi alkalmassá a kórokozók elsősorban a vírusok azonosítására. Az antitestek kémiai felépítésüket tekintve immunoglobulin fehérjemolekulák. A szakirodalom az immunoglobulinokat öt osztályba sorolja: IgA, IgD, IgE, IgG és IgM. A növénykórtani szerológiában legnagyobb jelentősége az IgG és az IgM molekuláknak van.

A virionok fehérjeburka (kapszid) melegvérű állatba (pl. nyúl, ló) fecskendezve ellenanyag termelést vált ki. Az így előállított immunoglobulinok a vérsavóból kitisztítva diagnosztikai céllal felhasználhatók. Ezzel a módszerrel poliklón antitestekhez jutunk, amelyek többnyire nem alkalmasak a kórokozók törzs szintű azonosítására. A fajlagosság monoklón antitestek alkalmazásával növelhető. A monoklón antitestek csak egyetlen epitóppal szemben specifikusak, amelyek sok esetben alkalmasak a kórokozók törzs, ill. rassz szintű azonosítására. Előállításuk sejtkultúrában ún. hibridóma-technikával lehetséges.

Az antigén-antitest reakción alapuló diagnosztikai eljárásokat szerológiai módszereknek nevezzük. Ezek a módszerek folyamatosan fejlődnek, így napjainkban több szerológiai módszer ismert. Ilyenek a következők:

Precipitáció

Az antigén-ellenanyag reakció makromolekulák szintjén zajlik. A növéymintából nyert szövetnedvhez antitest szuszpenziót keverünk, és csapadékképződés utal a kórokozó jelenlétére.

Agglutináció

Az antigén-antitest reakció sejtszinten zajlik le. Ebben az esetben az antitestet vörösvértestekhez, vagy pl. latex szemcsék felületéhez kötik, így a pozitív reakció a reagensek alacsony koncentrációja esetén is jól látható csapadékképződést eredményez.

Immunodiffúziós tesztek

Az antigén-antitest reakció gélközegben történik. A gélben precipitációs sáv megjelenése tájékoztat a pozitív reakcióról.

Egyszerű géldiffúzió: Egy kémcső aljára helyezett antiszérummal kevert gél (agar vagy agaróz) felületére rétegezik a mintát. Ha a minta antigéneket tartalmaz, akkor precipitációs gyűrű alakul ki.

Radiál géldiffúzió: A mintát az antitesttel kevert géllemez közepébe vágott lyukba cseppentik. Az antigének a gélbe diffundálnak, és pozitív reakció esetén a lyuk körül egy koncentrikus precipitációs gyűrű jön létre. A precipitációs gyűrű vastagsága az antigén koncentrációjával egyenesen arányos.

Kettős géldiffúzió: Egy agarlemezbe lyukakat vágnak úgy, hogy egy középső lyukat 6-8 másik lyuk veszi körül. A középsőbe az antiszérumot, a környező lyukakba pedig mintákat cseppentenek. A gélbe diffundált antitestek és antigének reakciója során precipitációs ívek alakulnak ki. Amennyiben az ívek egybeolvadnak, a két egymás melletti lyukban lévő minta szerológiai azonos. Ha két ív keresztezi egymást, akkor a lyukakban lévő minták között nincs rokonsági kapcsolat. Amennyiben ún. „sarkantyú” (spur) képződik, azaz az egyik precipitációs ív túlnyúlik a másikon, akkor a két vizsgált vírus azonos, de különböző epitópokat is tartalmaz.

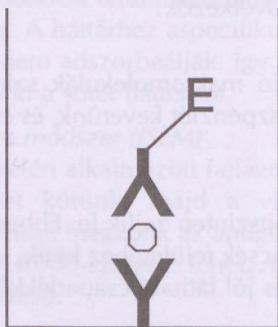
Immunoelektroforézis

Az antitesttel átitatott gélen a mintákat egyenáramú elektromos térben, a negatív sarktól a pozitív sarok irányába megfuttatjuk. A töltéssel rendelkező részecskék (fehérjék) méretükkel és tömegükkel fordított arányos távolságra mozdulnak el, azaz a kisebbek távolabbra vándorolnak. A gélben precipitációs sávokból (pozitív minták esetén) álló minta jön létre. A módszer különböző változati alkalmasak a komplex antigén keverékek szétválasztására és az antigén koncentráció meghatározására.

ELISA-teszt (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay, enzimhez kötött ellenanyag vizsgálat)

A különböző ELISA eljárások alapelve, hogy a reakciót az antitesthez kötött enzim által végzett kémiai folyamat színreakciójaként kísérik nyomon. Az ELISA teszteknek két nagy csoportja ismert. A direkt eljárás esetén az enzimet közvetlenül az antitesthez kapcsolják. Ezzel ellentétben az indirekt eljárásnál az enzim egy olyan molekulához kapcsolódik, amely felismeri az immunoglobulint. A direkt és az indirekt ELISA-eljárásnak több módszerét alkalmazzák.

A növényvirológiai diagnosztikában legelterjedtebb a DAS ELISA (kettős ellenanyag-szendvics ELISA) (9. ábra).



9. ÁBRA. A DAS ELISA MÓDSZER SEMATIKUS ÁBRÁZOLÁSA. Y: IgG, O: ANTIGÉN (VÍRUS), Y—E: IgG-ENZIM KONJUGÁTUM.

A módszer lépései a következők:

- a) A 8x12 (96) lyukat tartalmazó polisztirol mikrotitráló lemez minden cellájába 200-200 µl pufferben oldott IgG-t pipettáznak.
- b) 1–4 órányi inkubációs idő, 35–37 °C-on.
- c) A nem kötődött IgG molekulákat többszöri (legalább 3x) mosópufferes öblítéssel eltávolítják.
- d) Ezt követően 200–200 µl mintát helyeznek az érzékenyített mélyedésekbe.
- e) A lemezt 4 °C-on, egy éjszakán át inkubálják. Az inkubációs idő során a mintában lévő virionok az antigén ellenanyag reakció során az IgG molekulához kötődnek.
- f) A nem kötődött mintát többszöri (legalább 3x) mosópufferes öblítéssel eltávolítják.
- g) A mosást követően 200–200 µl IgG-enzim konjugátumot mérnek a lyukakba.
- h) 1–4 óráig 35–37 °C-on történő inkubálás.
- i) A nem kötődött IgG-enzim konjugátumot többszöri (legalább 3x) mosópufferes öblítéssel eltávolítják.
- j) A cellákba 200-200 µl szubsztrátot töltenek. A bekövetkező színreakciót ELISA fotométerrel mérik.

Színreakció csak a pozitív minták esetében következik be, és az erőssége függ a minta víruskoncentrációjától. A színreakció magyarázata, hogy az IgG-enzim konjugátum csak a cellákba előzőleg már megkötődött vírus-fehérjemolekulákhoz képes kapcsolódni. Amennyiben a minta nem tartalmazott antigént (vírust), abban az esetben a mosással eltávolítjuk az IgG-enzim konjugátumot, ezért nem következik be a szubsztrát bontása, így nem jön létre a színreakció.

A növénykórtani diagnosztikában a szerológiai módszerek közül ma már szinte kizárólagosan csak az ELISA teszteket alkalmazzák. Ennek az oka, hogy a tesztek megbízhatóak és gyorsak. A tesztek sokoldalúak, így alkalmasak vírusokon túlmenően baktériumok, gombák, és gombatoxinok kimutatására. Monoklón antiszérumok használatával az ELISA tesztek során lehetőség nyílik a kórokozók törzs, illetve rassz szintű azonosítására.

Radioimmuno-vizsgálat (RIA)

Az antitestet enzim helyett radioaktív izotóppal jelölik, és a radioaktivitás mérésével következtetnek az antitest ellenanyag reakcióra. Ezt a módszert a költségek és a veszélyes anyagok miatt a növénykórtani diagnosztikában ritkán alkalmazzák.

Immunoblotting

Az ELISA-eljárások továbbfejlesztett nagyobb érzékenységet mutató változata. A gyakorlatban háromféle immunoblotting eljárást alkalmaznak.

Western blot: A mintában lévő proteineket egy gélben elektroforézissel szétválasztják. A fehérjéket a gélből egy membrán felületére passzív-úton vagy elektromos áram segítségével átszívadják. Majd az ELISA teszthez hasonlóan IgG-vel, IgG-enzim konjugátummal és végül szubsztráttal inkubálják.

Dot-blot: A tisztított, homogeniált mintákat közvetlenül a nitro-cellulóz membránhoz kötik. Majd a western blot módszerrel megegyező módon kezelik. A pozitív minták esetében színreakció következik be.

Szöveti (tissue) blotting: A dot-blot eljárástól eltérően a friss növéymintát közvetlenül rányomják a nitro-cellulóz membránra és a dot-blothoz hasonlóan „előhívják”.

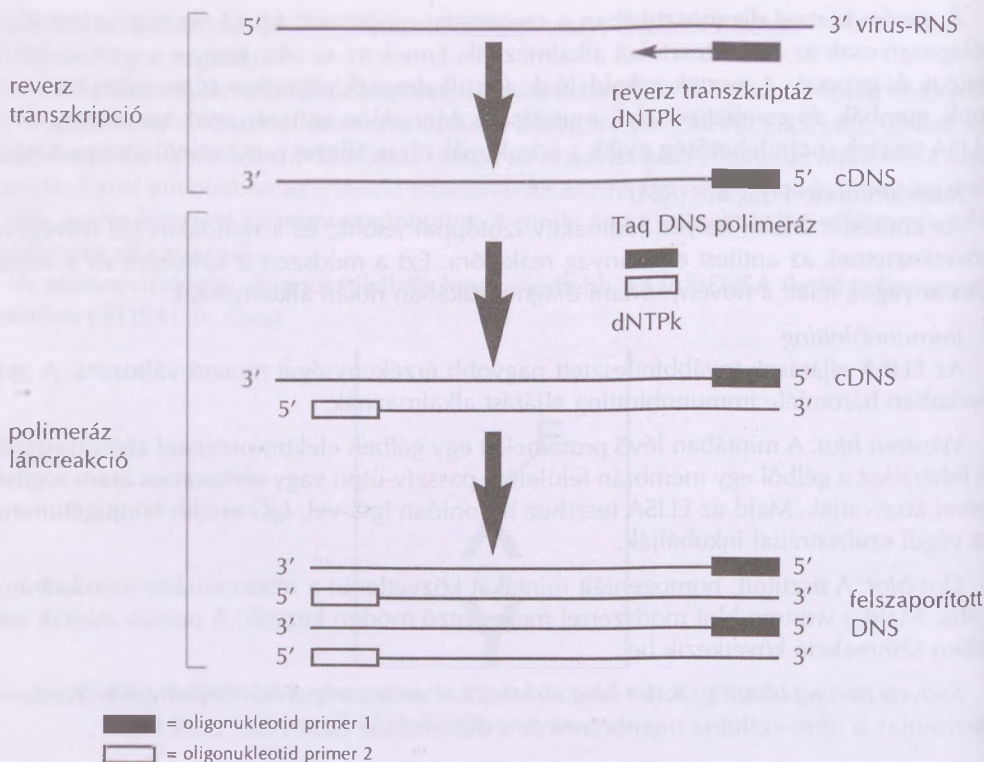
Molekuláris biológiai módszerek

A vírusok azonosításának legpontosabb módszerei a nukleinsavak (RNS, DNS) vizsgálatán alapulnak. Egyre több vírus teljes nukleotidszekvenciája válik ismertté, és ennek hatására a taxonómiában jelentős változások következtek be. A szekvenciadatok ismeretében pontosabban meghatározható a vírusok rokonsági foka és evolúciós kapcsolata. A módszerek többsége rendkívül érzékeny, elméletben akár egyetlen szál nukleinsav kimutatására is alkalmas.

Polimeráz láncreakció (PCR)

A nukleinsav vizsgálati módszerek alapja. Ezzel a módszerrel csak a DNS mennyiségét sokszorozhatjuk meg. Sok vírus genetikai információja RNS. Ebben az esetben az RNS mintáról reverz transzkripcióval DNS másolat készül, amely a PCR-hez felhasználható. A módszer lényege, hogy a kétszálú DNS-t magas hőmérsékleten denaturálják (94 °C). Az anellálás fázisa az indító szekvenciák (*primerek*) olvadáspontjától 5 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleten (45-60 °C) zajlik. A *primerek* megtapadását követően a szétvált DNS szálak mentén a *primerektől* kiindulva a DNS-polimeráz enzim a hozzáadott nukleotidokból (dNTPk) felépíti az új DNS szálakat. A ciklust többször (20–40) megismételve nagy mennyiségben juthatunk DNS-hez a további vizsgálatokhoz (10. ábra).

A PCR reakció kulcsa a rendkívül hőstabil Taq-polimeráz (DNS-polimeráz), amelyet először hőforrásokban élő baktériumokból (*Bacillus thermoaquaticus*) izoláltak. A kapott PCR termékeket tovább vizsgálva különböző módszerekkel meghatározható a DNS bázissorozatja.



10. ÁBRA. A REVERZ TRANZSKRIPCÍÓ ÉS A POLIMERÁZ LÁNCREAKCÍÓ SEMATIKUS ÁBRÁZOLÁSA. dNTPk, NUKLEOTIDOK

Gél-elektroforézis

DNS (pl. PCR termék) és RNS minták vizsgálatára alkalmazott módszer. Alapelve, hogy a különböző méretű és különböző molekulatömegű nukleinsavak egyenáramú elektromos térben a negatív töltés felől a pozitív töltés irányába, eltérő távolságra mozdulnak el (a kisebbek gyorsabban, nagyobb távolságra vándorolnak). A gyakorlatban agaróz és poliakrilamid géleket alkalmaznak. Az agaróz gélek 200 bázispártól (bp) egészen 50 kilobázis (kb) nagyságúig terjedő nukleinsavak esetében, a poliakrilamid gélek érzékenyséjük folytán 5–500 (bp) mérettartományban alkalmazhatók. Etídium-bromiddal megfestve UV fényben akár 1–10 ng DNS minta is jól látható és egy 1 bp-nyi különbség is kimutatható.

Szekvenciaanalízis

A DNS ill. RNS nukleotid sorrendjének a meghatározása. A nukleotid sorrend meghatározása történhet a gél-elektroforézisen alapuló láncterminációs módszerrel, ill. automata szekvenálóval. A szekvencia adatok ismerete lehetőséget teremt az egyed szinten történő összehasonlításra ill. elkülönítésre.

Nukleinsav-hibridizációs eljárások

A módszer alapja a komplementaritás szabálya (purin és pirimidin bázisok egymásnak megfelelosége). Ennek megfelelően az egyszálú nukleinsavláncok specifikus bázispárosodása következik be.

Dot-blot hibridizáció: A hibridizáláskor a tisztított és denaturált nukleinsav mintákat membránra viszik fel, a nem specifikus kötőhelyeket blokkolják, majd radioaktívan jelölt nukleotidokkal hibridizálják. A nem hibridizált próba eltávolítása után a membránt filmmel együtt röntgenkazettába helyezik, majd a kész filmet előhívják.

Southern-hibridizáció: Az elektroforézissel szétválasztott DNS mintát a gélben denaturlják, majd semlegesítik. A géltre nitrocellulóz membránt helyeznek, amely fölé szűrőpapír kerül. A szűrőpapír a nedvességet magába szívja, és a DNS minták a membránra kerülnek. A membránon lévő DNS mintához radioaktívan jelölt próbát hibridizálnak. A mosást követően az eredményeket röntgenfilmen előhívják.

Northern-hibridizáció: Ebben az esetben az RNS a vizsgált minta. Az RNS bomlékonysága miatt a munka nagy elővigyázatosságot igényel, de alapelvét tekintve megegyezik a Southern-hibridizációval. Ezt vírúsgénnel transzformált növényekben a transzgén expressziós szintjének meghatározására alkalmazzák.

Szendvics-hibridizáció: A vizsgálni kívánt vírus genomjából két egymással nem átfedő szakaszt alkalmaznak. Az egyik nukleinsav szálát az ELISA módszerrel használatos mikrotitráló lemez falához kötik, majd a vizsgálni kívánt mintát a lemez üregeibe pipettázzák. Mosást követően a másik enzimmel jelölt nukleinsavszálát pipettázzák a lyukakba, amelyek csak abban az esetben hibridizálódnak, ha a keresett vírúsgenom a mintában volt. A mosást követően azt a szubsztrátot cseppentik az üregekbe, amelyiket az enzim bont. Az eredmények az ELISA-hoz hasonlóan a színreakciók alapján kiértékelhetők.

RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism)

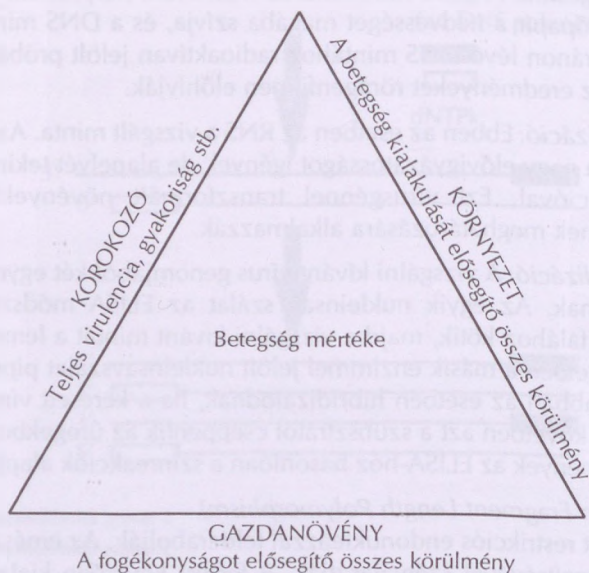
A tisztított DNS-t restrikciós endonukleázzal feldarabolják. Az emésztés után, a mintát gél-elektroforézis segítségével szétválasztják. A festést követően kialakul egy mintázat, amely lehetőséget teremt a különböző izolátumok elkülönítésére is.

2.2.9. ÖKOLÓGIA ÉS EPIDEMIOLOGIA

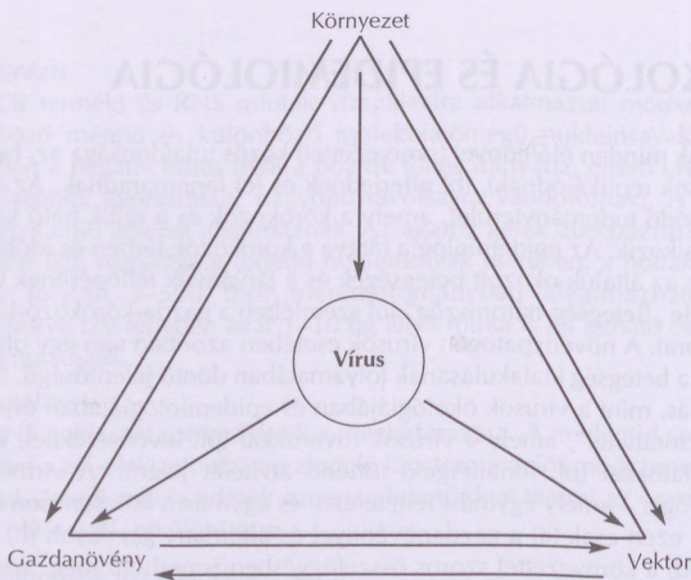
A kórokozónak minden élőlénnel (szervezettel) közös tulajdonsága az, hogy (a) szaporodnak (a vírusok replikálódnak), (b) elterjednek és (c) fennmaradnak. Az ökológia az a rohamosan fejlődő tudományterület, amely a kórokozók és a rájuk ható környezet kapcsolatával foglalkozik. Az epidemiológia tárgya a kórokozók térben és időben történő elterjedésének és az általuk okozott betegségek és a járványok fellépésének vizsgálata.

Az Agrios-féle „Betegség-háromszög” jól szemlélteti a gazda-kórokozó-környezet kapcsolatát (11. ábra). A növénypatogén vírusok esetében azonban van egy olyan „plusz tényező”, amely a betegség kialakulásának folyamatában döntő jelentőségű. Ez a „plusz tényező” nem más, mint a vírusok ökológiájában és epidemiológiájában oly fontos szerepet játszó „vektorátvitel”, amely a vírusok rovarokkal (pl. levéltetvekkel, kabócák stb.), vagy egyéb állatokkal (pl. fonálférgek) történő átvitelét jelenti. A vírusökológia és a vírúsepidemiológia – amely egymást feltételező, és egymásra kölcsönösen ható tényezőket feltételez – ezért csak (a) a gazdanövénnel és alternatív gazdával, (b) a vírussal, (c) a vektorral és (d) a környezettel szoros összefüggésben ismerhető meg, amelynek vázlatos szemléltetését a 12. ábrán mutatjuk be. Kiemelten fontos tényezők (gazdanövény, alternatív gazda, vírus, vektor és környezet) vírusökológiában és vírúsepidemiológiában játszott szerepét, és azok összefüggéseit a 13. ábra szemlélteti. Ebben az összefüggés- és

apcsolatrendszerben kiemelten fontos szerepet játszanak a vírusok átviteli, terjedési és fennmaradási tulajdonságai, a gazdanövények genotípusa és fiziológiája, valamint a különböző vírusokkal szembeni rezisztenciája, esetleg toleranciája [pl. a cukorrépa fajták toleranciája a répa nekrotikus sárgaerűség vírussal [*Beet necrotic yellow vein virus*, (BNYVV) szemben], a vektorok aktivitása, a környezet igen komplex tényezői és az egyre nagyobb jelentőségű nemzetközi cserekapcsolatok.

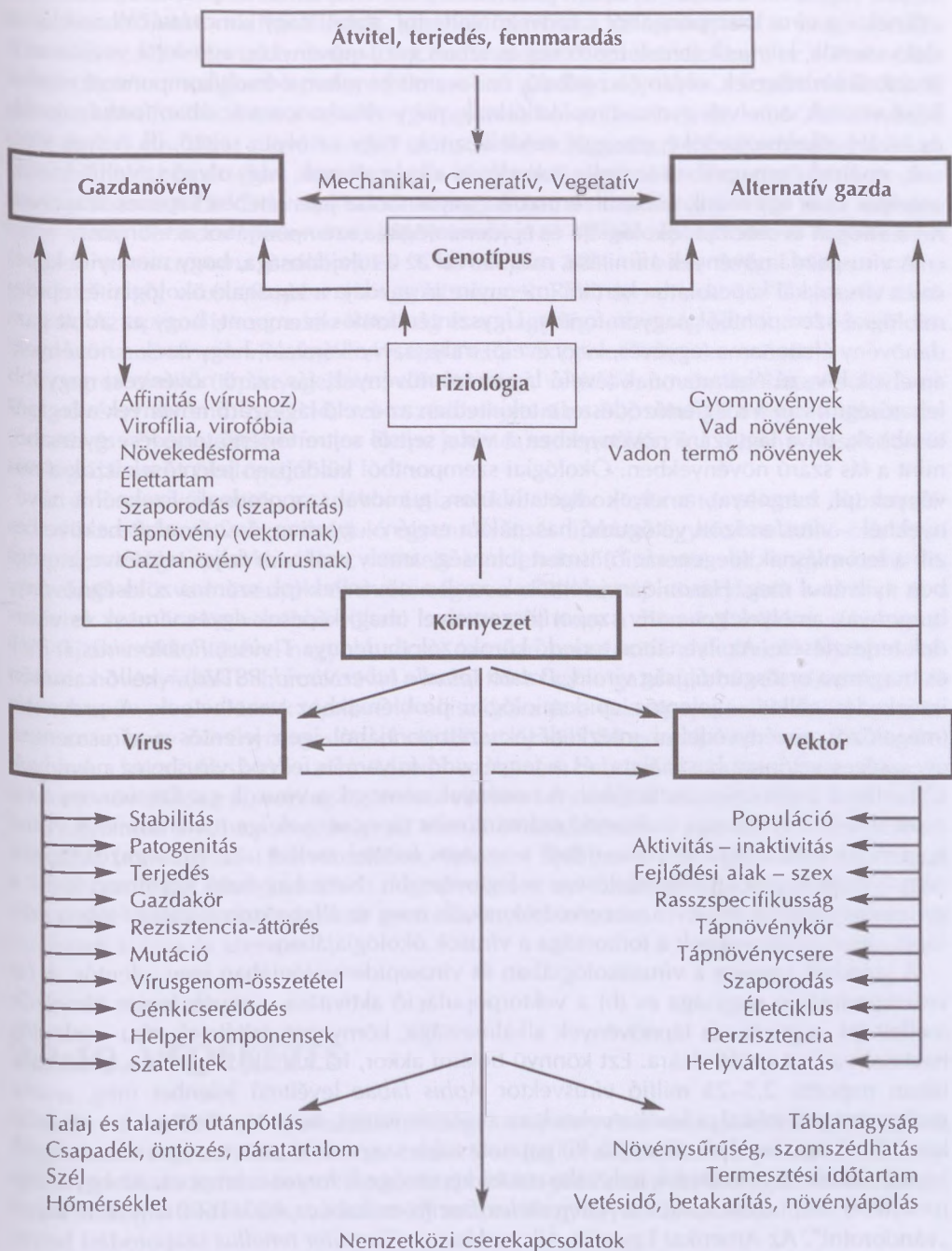


11. ÁBRA. BETEGSÉG-HÁROMSZÖG (AGRIOS 1988 UTÁN).



12. ÁBRA. VÍRUSBETEGSÉG-HÁROMSZÖG: A GAZDANÖVÉNY-VÍRUS-VEKTOR-KÖRNYEZET KÖLCSÖNHATÁSÁNAK VÁZLATOS ÁBRÁZOLÁSA (HORVÁTH, EREDETI).

Vírusökológiai és vírusepidemiológiai tényezők: Kölcsönhatások



13. ÁBRA. A NÖVÉNYVÍRUSOK ÖKOLÓGIÁJÁT ÉS EPIDEMIOLÓGIÁJÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK ÉS KÖLCÖNHATÁSAIK (HORVÁTH EREDETI).

A vírusokkal kapcsolatos – ökológiai és epidemiológiai szempontból fontos – ismeretek közül (a) a stabilitásnak és koncentrációnak, (b) a terjedési képességnek és terjedési gyorsaságnak, (c) a gazdanövénykörnek, (d) a vírustörzsnek, (e) a vírusgenom összetételének és (f) a segítő, ill. a helper komponenseknek és a szatelliteknek van jelentősége. E tényezőknek – a vírus szempontjából – kedvező volta [pl. stabil, nagy koncentrációban előforduló vírusok, kiterjedt átviteli lehetőség és széles gazdanövénykör, agresszív, rezisztenciát áttörő vírustörzsek, olyan összetételű, ún. osztott genommal (multikomponens) rendelkező vírusok, amelyek gyorsan replikálódnak, nagy víruskoncentrációban fordulnak elő, és kiváló alkalmazkodóképességgel rendelkeznek, vagy az olyan segítő, ill. helper vírusok, amelyek önmagukban átvitelre (terjedésre) alkalmatlanok, vagy olyan szatellitvírusok, amelyek csak egy másik vírus, ill. annak bizonyos törzse jelenlétében képesek szaporodni] a vírusok evolúciója, ökológiája és epidemiológiája szempontjából is előnyös.

A vírusgazda növények affinitása, más szóval az a tulajdonsága, hogy mennyire képesek a vírusokkal kapcsolatba kerülni (mennyire jó gazdája a vírusnak) ökológiai és epidemiológiai szempontból nagyon fontos. Úgyszintén fontos szempont, hogy az adott gazdanövény élettartama (egyéves, vagy évelő) milyen. Nyilvánvaló, hogy azok a növények, amelyek hosszú élettartamúak (évelő lágyszárú növények, fás szárú növények) nagyobb lehetőségük van a megfertőződésre; e tekintetben az évelő lágyszárú növények a legfontosabbak, ui. a lágyszárú növényekben a vírus sejtről sejtre történő terjedése gyorsabb, mint a fás szárú növényekben. Ökológiai szempontból különösen jelentősek azok a növények (pl. burgonya), amelyek vegetatív úton, gumóval szaporodnak. Ezeknél a növényeknél – vírushoz fertőzött vetőgumó használata esetén – gyorsan, 1–2 év alatt bekövetkezik a leromlásnak (degeneráció) ismert jelenség, amely csaknem teljes termésvesztésben nyilvánul meg. Hasonlóan jelentősek azok a növények (pl. számos zöldségnövény, burgonya), amelyek generatív szaporítószerveivel (mag) képesek egyes vírusok és viroidok terjesztésére. Az ilyen úton terjedő kórokozók (burgonya T-vírus, *Potato virus T*; PVT és burgonya orsósgumójúság viroid, *Potato spindle tuber viroid*; PSTVd) – kellő karantén intézkedés nélkül – jelentős epidemiológiai problémákhoz vezethetnek. A preventív (megelőző) növényvédelmi intézkedések szempontjából igen jelentős a vírusmentes, egészséges vetőmag használata, és a tenyésztő folyamán fellépő vírusbeteg növények eltávolítása a növénypopulációból. A növények nemcsak a vírusok gazdái, hanem a vírusokat terjesztő rovarok (vektorok) számára mint tápnövények igen jelentősek. A vírus-epidémiák kialakulása szempontjából – számos feltétel mellett – a vírus-gazda/tápnövény-vektor kapcsolat megfelelősége a legfontosabb. Nem hagyható figyelmen kívül a gyomnövényeknek mint vírusrezervoároknak, és mint az állatvektorok áttelelésében szerepet játszó növényeknek a fontossága a vírusok ökológiájában.

A vektorok szerepe a vírusökológiában és vírus-epidemiológiában igen jelentős. A (a) vektorpopuláció nagysága és (b) a vektorpopuláció aktivitása – egyéb fontos tényezők mellett (pl. a gazda- és tápnövények alkalmassága, környezeti feltételek stb.) – jelentős hatással van az epidémiákra. Ezt könnyű belátni akkor, ha tudjuk, hogy 1 ha lóbab táblában naponta 2,5–25 millió vírusvektor *Aphis fabae* levéltetű jelenhet meg, amely próbaszívogatásokkal (a levéltetveknek az a tulajdonságuk, hogy tápnövényeiket egymást követő szívogatásokkal választják ki) naponta több száz millió „mesterséges vírusátvitelt” képes előidézni. A vektorok helyváltoztatási képessége is fontos szempont. Az egyik legismertebb fitoplazma vektor a *Macrosteles fascifrons* kabóca 800–1600 km-re is képes „vándorolni”. Az Amerikai Egyesült Államokban a *Circulifer tenellus* szaporodási helyét elhagyva, 300 km-t képes repülni azért, hogy legfontosabb tápnövényét, a cukorrépa ültetvényeket felkeresse.

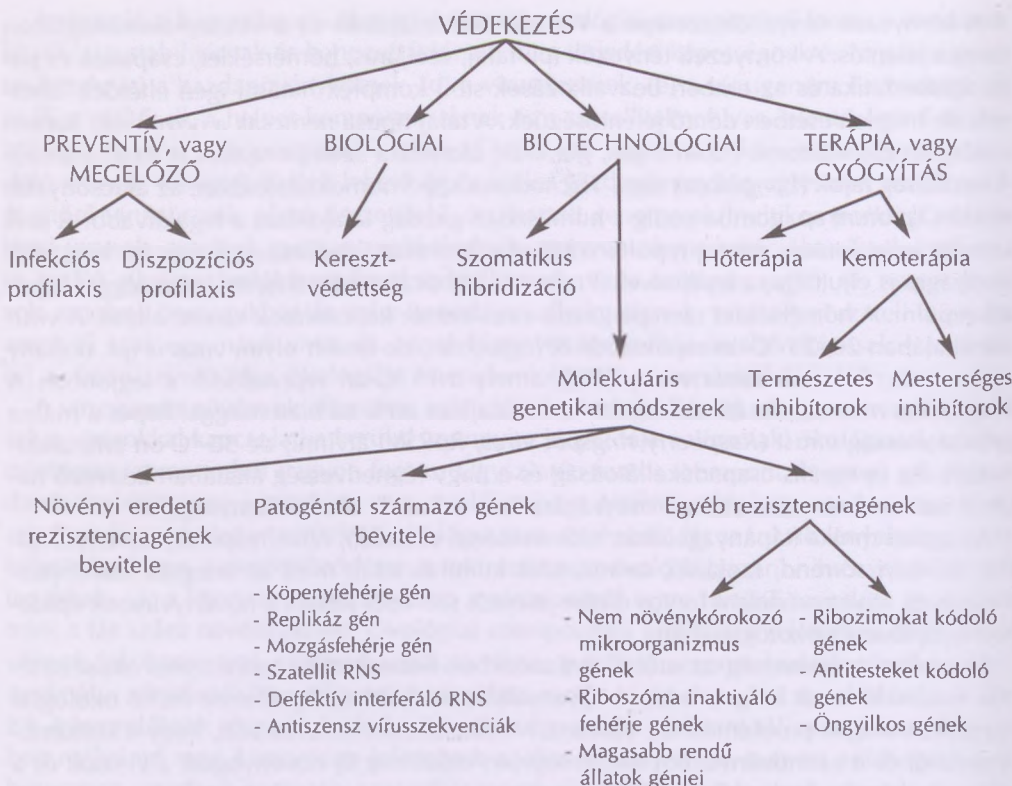
A környezeti tényezők szerepe a vírusok ökológiájában és a vírusepidemiológiában szintén jelentős. A környezeti tényezők (pl. talaj, széljárás, hőmérséklet, csapadék és pára, agrotechnika és az emberi beavatkozások stb.) komplex hatásai igen eltérőek lehetnek, de minden esetben döntő jelentőségűek. A talaj típusa nemcsak a növények, hanem a talajban élő vektorok (fonálféreg, gombák) aktivitása szempontjából is meghatározó. A fonálféreg fajok (*Longidorus* spp., *Trichodorus* spp.) homoktalajokban, az alacsonyabb rendű *Olpidium* sp. gomba pedig a humuszban gazdag talajokban a legaktívabb. A szél szerepe azért fontos, mert a repülésre képes vektorokat (levéltetvek, kabócák) hosszabb távolságra is eljuttatja; a levéltetvek 3 m/mp, a kabócák pedig 9 m/mp sebességgel képesek repülni. A hőmérséklet szerepe gazda-vírus-vektor kapcsolatok szerint eltérő. A vírusok általában 20–25 °C-on replikálódnak legjobban, de ismert olyan vírus is (pl. dohány rattle vírus, *Tobacco rattle virus*; TRV), amely 18 °C-on replikálódik a legjobban. A *Longidorus macrosoma* fonálféreg 20 °C-os talajban 80%-os biztonsággal képes a málna gyűrűsfoltosság vírusát (*Raspberry ringspot virus*, RRSV) átvinni, de 30 °C-on erre alkalmatlan. Az optimális csapadékelátottság és a nagy légnedvesség általában kedvező hatással van a növények vírusfogékonyságára és a vektorok élettevékenységére.

Az agrotechnika (tápanyagellátás, elővetemény, vetésideő, növényápolás, növénytávolság, növényi sorrend, izoláció, szomszédos kultúrák stb.), mint az integrált növénytermesztés és növényvédelem fontos eleme jelentős szerepet játszik a növényvírusok epidemiológiájában és ökológiájában.

Az emberi tevékenység az utóbbi évtizedekben felborította a természetes ökoszisztémák évezredek óta megnyilvánuló egyensúlyát, és újabban figyelemre méltó ökológiai és epidemiológiai problémákhoz vezetett. Mindenekelőtt ismertté vált, hogy a kultúrnövényekből és a vadnövényekből mesterségesen előállított új növényfajták a vírusok és a vektorok számára kedvezőbbé váltak. Ismert az is, hogy a monokultúrákkal, a kultúrnövényfajták csökkentésével nagyobb vírus- és vektorpopulációk alakultak ki. Újabb növények és növényfajták behurcolásával a hazai flóra ugyan gazdagabbá vált (diverzitás), de ez kedvező volt a vektorok tápnövényválasztására és a vektorpopulációk aktivitására. Ismert az is, hogy növénynemesítéssel előállított új külföldi genotípusok nemcsak érzékenyebbek a hazai víruskórokozókkal szemben, hanem behozatalukkal és termesztésbe vételükkel növelték az új, esetleg egzotikus vírusok behozatalát és elterjedését. Nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy az elmúlt évtizedekben az egyoldalú és intenzív N-trágyázás (műtrágyázás) következtében, valamint újabban a herbicidek alkalmazásának háttérbe szorítása miatt jelentősen megnövekedett a vírusok és vektorok gazda- ill. tápnövényéül szolgáló vírusrezervoár gyomnövények, valamint az újabban fellépő adventív növények száma és szerepe.

2.2.10. VÉDEKEZÉS

A növényvírusok elleni védekezés lehetőségei a növény és a vírus genetikai adottságaitól függően eltérőek, de általában négy csoportban foglalhatók össze: (a) preventív ill. megelőző védekezés (infekciós profilaxis, diszpozíciós profilaxis), (b) biológiai védekezés (c) biotechnológiai védekezés, valamint (d) terápia ill. gyógyítás (14. ábra).



14. ÁBRA. A VÍRUSOK ELLENI VÉDEKEZÉSI MÓDSZEREK CSOPORTOSÍTÁSA.

A preventív, ill. megelőző védekezés (infekciós profilaxis) célja az, hogy megakadályozza a növény és a vírus találkozását, és ezáltal a fertőzés létrejöttét, a gazda-vírus kapcsolat kialakulását, a betegség fellépését, valamint, ha az már nem lehetséges, akkor megakadályozza a már vírusbeteg növényből a vírus továbbterjedését (diszpozíciós profilaxis). Az infekciós profilaxis magába foglalja az olyan klasszikus növényvédelmi eljárásokat, mint pl. a vírusmentes szaporítóanyag használata, a vektorok elleni védekezés (inszekticidek, könnyű nyári olajok, főlözött tej, tükröző, ún. reflektív anyagok), és azok az agrotechnikai eljárások is (pl. az egészséges vetőburgonya előállításban alkalmazott száreltávolítást), amelyekkel nagy részben csökkenthető, vagy megakadályozható a vírus transzlokálódása. A diszpozíciós profilaxis olyan módszerek alkalmazására terjed ki, amelyekkel csökkenthető, vagy megakadályozható a vírusok továbbterjedése. Ilyen a burgonyatermesztésben alkalmazott negatív szelekció (a vírusbeteg növények eltávolítása), a merisztéma-kultúra módszer (vírusfertőzött növények vírusmentes merisztéma sejtjeiből egészséges növények előállítása és mesterséges táptalajon történő felnevelése) és ami a legeredményesebb, a vírusrezisztenciára nemesítés módszere (vírusrezisztens fajták előállítása). A rezisztenciára nemesítés olyan szexuális hibridizálás, amelynek során a megfelelő szülőpárok keresztezésével – a mendeli öröklődés szabályai szerint – vírusellenálló növények állíthatók elő. Az ellenálló képesség lehet horizontális (ebben az esetben a rezisztencia az adott vírus minden törzse ellen védettséget jelent) és vertikális (az ellenálló képesség a vírusnak csak egy törzsével szemben érvényes). A rezisztencia lehet monogén (1 gén) és poligének (több gén) által szabályozott. A növénynemesítés az alábbi

fontosabb rezisztenciatípusokat különbözteti meg: (a) fertőzéssel szembeni, (b) vírusreplikációval szembeni, (c) hiperszenzitív, (d) extrém (immunitás), (e) tolerancia és (f) vektor rezisztencia.

A fertőzéssel szembeni, axénian alapuló tulajdonságok (pl. a növény leveleinek szőrözöttsége, amely akadályozza a vírusvektorok táplálkozását) szabadföldi ellenállóságot eredményezhetnek, de a vírusrezisztencia nem tartós. A vírusreplikációval szembeni rezisztencia a különböző genotípusokban megfigyelhető eltérő víruskoncentrációra utal, amely a rezisztens gazda-vírus kapcsolatokban alacsonyabb, mint a fogékonyakban. A hiperszenzitivitás olyan rezisztencia típus (HR), amely a növény inokulált levelein nekrotikus léziókban nyilvánul meg, és többnyire a víruskórokozó lokalizációjával és elpusztulásával jár együtt. Az extrém rezisztencia, ill. immunitás – amelyet ún. domináns főgének szabályoznak – olyan, legmagasabb fokú ellenálló képesség, amelynek során az adott növény vírussal nem fertőzhető meg. Az immunitást biztosító rezisztenciagének általában vad növényfajokban fordulnak elő [pl. *Ry^{ab}* = *Solanum stoloniferum* vad növényben, burgonya Y-vírussal (*Potato virus Y*, PVY) szemben megnyilvánuló R(ezisztencia)gén].

A tolerancia – mint rezisztencia típus – a növényeknek azon tulajdonságát jelenti, hogy bennük a vírusreplikáció és vírusterjedés gátolt, és a fertőzésre gyengébb tünetekkel reagálnak, esetleg tünetmentesek. A toleranciát ún. toleranciagének szabályozzák; ilyen pl. a *Tm1* gén a paradicsomban (*Lycopersicon esculentum*), amely a dohány mozaik vírussal (*Tobacco mosaic virus*, TMV) szembeni toleranciát biztosítja.

A vektorrezisztencia olyan ellenálló képessége a növénynek, amelynek során a növény bizonyos tulajdonságai (mechanizmusai) gátolják a vektorok aktivitását. A gazda-vírusvektor kapcsolatok tanulmányozása során több fajspecifikus vektorrezisztenciát mutattak ki, amelyek alapvetően az antibiózisra (a növénynek a vektorok szaporodását és a vektorpopuláció kialakulását gátló tulajdonságai) és antixenózisra (a növények olyan toxinokra, vagy illékony anyagokból származtatható repellens hatást fejtenek ki, amelyek következtében a vektorok táplálkozás előtt elhagyják a táp-, ill. gazdanövényt) vezethetők vissza.

A biológiai és biotechnológiai védekezés a növényvírusok elleni védekezés szempontjából számos új tudományos eredményt használ fel. A biológiai védekezés eredményessége attól függ, hogy egy víruskórokozó fellépését sikerül-e ugyanazon vírus másik törzsével, vagy egy másik víruskórokozóval megakadályozni. A keresztvédetség (*cross protection*) a biológiai védekezés legismertebb, antagonista interferenciával kapcsolatos módszere; ennek során egy adott vírus gyenge, vagy gyengített törzse megakadályozza ugyanazon vírus erős, vagy súlyos betegséget előidéző törzsének későbbi fertőzését a növényben. A keresztvédetség létrejöttében feltehetően nem a köpenyfehérje, hanem a vírus nukleinsavnak az a része a meghatározó, amelyen a polimeráz szintézishez szükséges kód van, ugyanis fehérje nélküli kórokozók (pl. viroidok) esetében is megfigyelték a keresztvédetséget.

A biotechnológiai módszerek segítségével eredményesen lehet rezisztens fajtákat előállítani. Napjainkban a világ számos országában (Kína, USA) jelentős területen termesztenek transzgenikus fajtákat. Ezek a fajták tulajdonságaikban felülmúlják a hagyományos fajtákat. A közvélemény ezeket a fajtákat sok helyen ellenérzéssel fogadja. Ennek okai elsősorban gazdasági megfontolásokra és a tömegek ilyen irányú nem kellő tájékoztatásának hiányára vezethetők vissza. Magyarországon jelenleg génmódosított fajta nincs a köztermesztésben.

A szomatikus hibridizáció lehetőséget ad olyan rezisztenciaforrásként felhasználható vad fajok és kultúrnövények keresztezésére, amelyek esetében nem megoldható az ivaros keresztezés. A szomatikus sejtek egyesítésével (protoplasztfúzió) sok esetben megoldható a rezisztenciagének átvitele. A módszer hátránya, hogy a nem kívánt tulajdonságok is kifejeződhetnek.

A szomatikus hibridek előállításának első lépése a protoplasztok izolálása. Ennek során a növényi sejtekről sejtfalbontó enzimek (pektináz, celluláz, hemicelluláz) segítségével eltávolítják a sejtfalat, majd kitisztítják a protoplasztokat.

A protoplasztok egyesítésére két módszer áll rendelkezésre: (a) polietilén-glikolos kezelés, (b) elektromos impulzussal történő kezelés. Mindkét módszer lényege, hogy megváltoztassa a negatív töltéssel rendelkező plazmalemma töltésviszonyait, és így létrejöhessen a protoplasztok fúziója. Az utolsó fázisban a hibridsejteket kiemelik és belőlük hormonkezeléssel – a totipotenciának köszönhetően – növényeket regenerálnak.

A regenerált növények nagy változékonyságot (szomaklonáris variabilitás) mutatnak. A szomaklonáris variabilitás öntermékenyülő homozigóta kultúrfajok esetében önbeporzással ill. visszakeresztezéssel csökkenthető. A heterozigóta idegentermékenyülő kultúrfajok esetében olyan transzformánsokat kell szelektálni, amelyek esetében a szomaklonáris variabilitás nem fordul elő (pl. néhány *Solanum brevidens* alapú vírusrezisztens burgonyafajta).

A molekuláris genetikai módszerek célja a rezisztencia oly módon történő kialakítása, hogy a növényekben csak a megcélzott tulajdonságok alakuljanak ki, a kedvezőtlen tulajdonságok megjelenése nélkül. Ezekkel a módszerekkel olyan tulajdonságok vihetők be a növényekbe, amelyekért egy gén vagy géncsoport felelős.

Növényi eredetű rezisztenciagének beépítésénél a fő nehézséget a rezisztenciagének izolálása jelenti a 10^2 – 10^4 Mbp (megabázispár) méretű növényi genomból. Az utóbbi években jelentős számú rezisztenciagént sikerült azonosítani. A rezisztenciagének azonosításának módszere a transzpozon mutagenézisen és a térképezésen alapuló génizolálás.

A kórokozótól származtatott rezisztencia alapja a keresztvédetség jelenségének felismerése volt. A biotechnológia fejlődése következtében az 1980-as évekre megvalósult, hogy ne csak egy gyengített vírustörzssel történő fertőzés biztosítson védelmet egy erősebb vírustörzs fertőzésével szemben, hanem a vírus valamelyik génjének a növénybe történő beépítésével kiváltható legyen az adott kórokozóval szembeni rezisztencia.

A biotechnológusok a következő genetikai információk beépítésével értek el különböző eredményeket: (a) köpenyfehérje gén, (b) replikáz gén, (c) mozgásfehérjét kódoló gén, (d) szatellit RNS, (e) defektív interferáló RNS. A géntechnológiai úton kialakított patogéntől származtatott rezisztenciának nagy elméleti jelentősége van a gazda-vírus kapcsolatok jobb megértésében. Ismert azonban, hogy a patogéntől származtatott rezisztencia veszélyeket is hordoz magában. Veszélyt jelenthet a génelsodródás (*gene flow*), azaz a transzgén beépülése más termesztett ill. vad fajokba ivaros kereszteződés útján. Ez ellen többféle módon lehet védekezni; a legelterjedtebb a hímsteril génmódosított vonalak létrehozása. Kutatások eredményei bizonyítják, hogy egyes patogén eredetű gének beépítését követően megnő a vírusrekombinánsok létrejöttének lehetősége.

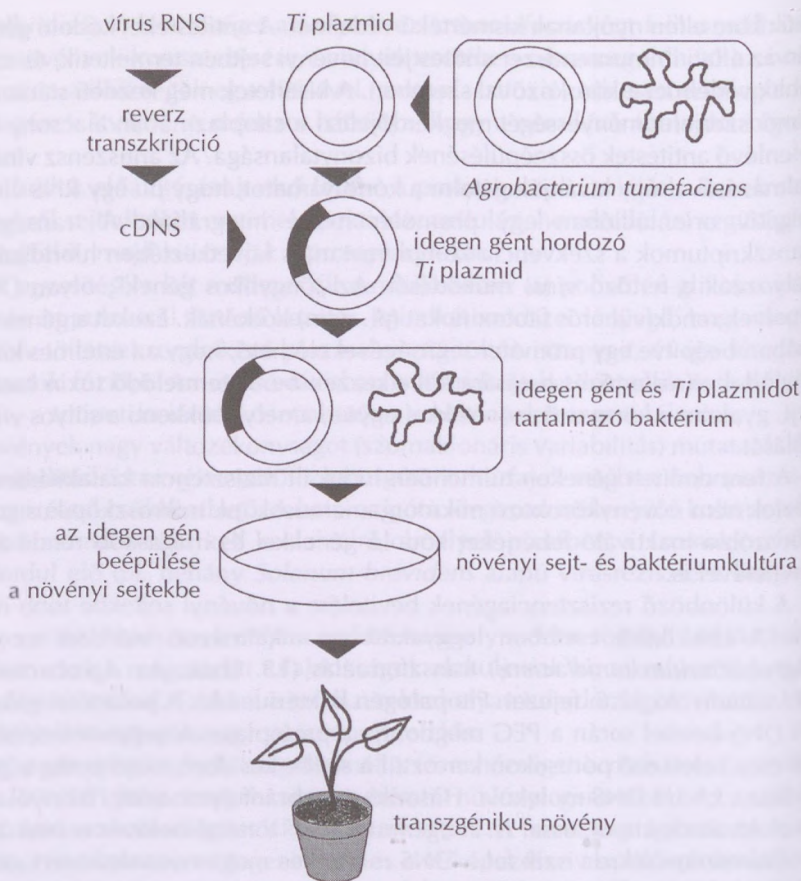
Az egyéb rezisztenciagének csoportjába tartozó gének valamilyen módon gátolják a vírusok replikációját és a növényen belüli terjedését. Több-kevesebb eredménnyel kísérleteket végeztek azzal a céllal, hogy ezeket a hatásokat megtervezett módon váltsák ki. Ezek a következők lehetnek. Ribozimokat kódoló gének bevitelével a ribozimok (endonukleázokhoz hasonló RNS-ek) specifikusan felismernek egy másik RNS molekulát, és azt elhasítják. A specifikusságukból adódóan előre megtervezhetők, de csak a vírusok

szűk köre ellen nyújtanak kismértékű védelmet. A antitesteket kódoló gének beépítése során az állati immunrendszer antitestjeit növényi sejtekben termeltetik, és az antitestek nyújtanak védelmet a kórokozóval szemben. A kísérletek még kezdeti stádiumban vannak, és a módszer eredményességét megkérdőjelezi a citoplazmában alacsony koncentrációban jelenlévő antitestek összeépülésének bizonytalansága. Az antiszensz vírusszekvenciák alkalmazásával úgy kívánják gátolni a kórfolyamatot, hogy pl. egy RNS vírus cDNS klónját negatív orientációban egy promóter mögé integrálják. A transzgénről keletkező transzkriptumok a szekvencia-komplemetaritás következtében hibridizálnak és megakadályozzák a fertőző vírus működését. Az „öngyilkos gének”, olyan DNS szekvenciák, amelyek rendkívül erős fitotoxinokat (pl. ricin) kódolnak. Ezeket a géneket antiszensz formában beépítve egy promóter segítségével elérhető, hogy az értelmes kifejeződésük csak egy adott vírusfertőzés hatására következzen be. A termelődő toxin hatására elpusztul a sejt, gyakran a környező szövetekkel együtt, amely csökkenti a súlyos vírusfertőzés kialakulását.

A fent említett géneken túlmenően indukált rezisztencia kialakítására kísérleteket végeztek nem növénykórokozó mikroorganizmusok (pl. mikroszkópikus gombák) génjével, riboszóma-inaktiváló fehérjéket kódoló génekkel és magasabb rendű állatok génjeinek bevitelével is.

A különböző rezisztenciagének bevitelére a növényi sejtekbe több módszer kínálkozik. A kétszikűek esetében leggyakrabban alkalmazott módszer az agrobaktériumos (*Agrobacterium tumefaciens*) transzformálás (15. ábra). Az *Agrobacterium* újabb neve *Rhizobium* (vö.: 2.6. fejezet: Fitopatogén baktériumok). A polietilén-glikollal (PEG) történő DNS-bevitel során a PEG megbontja a protoplasztok sejtmembránjának folytonosságát és a keletkező pórusokon keresztül a sejtbe kerülhet, majd pedig a genomba integrálódhat a kívánt DNS molekula. Hasonló membránfolytonossági hiányokat lehet létrehozni elektromos impulzussal is. A „génpuskával” történő belövés esetén 1–2 µm átmérőjű wolframszemcsékre viszik fel a DNS mintát, és magasnyomású inert gáz (pl. He, N) segítségével a növényi szövetbe lövik.

A terápia, ill. gyógyítás mindazokat az *in vivo* és *in vitro* növényvédelmi módszereket magába foglalja, amelyek a hőmérséklettel és a természetes, vagy mesterséges (szintetikus) anyagok felhasználásával kapcsolatosak. A hőkezeléssel kapcsolatos terápia (hőterápia) azon az elven alapul, hogy a vírusbioszintézist és a vírusok növényen belüli, sejtről sejtire történő terjedését a magas hőmérséklet gátolja. A hőterápia alkalmazásával kapcsolatban elfogadható eredményeket értek el a gyümölcsfélék, a szőlő, a burgonya és a dísznövények vírusmentesítésében. A kemoterápia a természetes és a mesterséges, ill. szintetikus gátló anyagok (inhibitorok) használatára terjed ki. Ezek az anyagok azonban nem tekintendők vírusokat elpusztító, ún. viricid anyagoknak, mivel csupán a vírusreplikációt és a sejtről sejtire történő vírusterjedést gátolják. A természetes inhibitorok olyan egészséges, vagy stresszhatást (pl. vírusfertőzés) ért növényekben alakulnak ki, amelyek vírusgátló tulajdonsággal rendelkeznek. Az egészséges növényekből (pl. *Dianthus*-, *Phytolacca*-, *Chenopodium*-fajok) izolált, fehérje természetű gátló anyagok különböző mértékben – gazda-vírus kapcsolatuktól függően – jelentős vírusgátlást (90–100%) is képesek kifejteni. A stresszhatás következtében növényekben keletkező inhibitorok [fitoalexinek, b-proteinek (patogenezissel kapcsolatos fehérjék, PR-proteinek) és kémiaiailag, valamint fiziológiailag erősen heterogén inhibitorok] a heterogén inhibitorok kivételével vírusindukálta nekrozisok következtében lépnek fel, és fiziológiai hatásuk abban nyilvánul meg, hogy hatásukra a növények juvenilis (fiatal) állapotba kerülnek, amely – mint ismert – nem kedvez a vírusfertőzésnek. A heterogén inhibitorokat (pl.



15. ÁBRA. GÉNBEVITEL AGROBAKTÉRIUMOS (*RHIZOBIUM*) TRANSZFORMÁLÁSSAL.

poliakrilsav) olyan vírusfertőzött növényekből izolálták, amelyek nekrotikus, lokális szöveti elhalást nem mutattak. A poliakrilsav *in vivo* teljes rezisztenciát indukál a dohány mozaik vírussal (*Tobacco mosaic virus*, TMV) és az uborka mozaik vírussal (*Cucumber mosaic virus*, CMV) szemben.

A mesterséges vagy szintetikus inhibitorok azzal a tulajdonsággal rendelkeznek, hogy a vírusfertőzés következtében fellépő lokális léziók számát csökkentik, gátolják a vírusok sejtről sejtre történő terjedését és replikációját. E csoportba tartozó inhibitorok közül ismertek a ribavirin és ribavirin analógok (pl. Virazol), a nukleotid bázisanalógok (8'-azaguanin), a különböző ciklikus vegyületek (2-amino-oxazol), a nem ciklikus azin vegyületek (azinok), a tiokarbamidok, a 2,4-dioxi-hexahidro-1,3,5-triazin, az antibiotikumok (aktinomicin-D), a membrán lipid analógok (L333) és a poliszacharidok (kondroitin). A Bionnal végzett újabb kutatások során megállapítást nyert, hogy jelentősen gátolja a cukorrépa nekrotikus sárgaerűség vírus (*Beet necrotic yellow vein virus*, BNYYV) szintézist, és a vírus gombavektorának (*Polymyxa betae*) szaporodását. Újabban olyan kadmium-ionok által indukált glicin-gazdag fehérjét (cdiGRP) izoláltak, amely gátolta a tarlórépa érkivilágosodás vírus (*Turnip vein-clearing virus*, TVCV) szisztémikus terjedését dohánynövényekben.

2.2.11. A VÍRUSOK OSZTÁLYOZÁSA ÉS RENDSZEREZÉSE

A dohány mozaikbetegség felfedezését követően – már a 20. század elején – számos növénybetegség víruseredetét sikerült bizonyítani. Ezért szükségessé vált a megismert vírusbetegségek (vírusok) osztályozása. Ennek alapját a vírusok biológiai és fizikai tulajdonságai képezték (fertőzőképesség, gazdanövénykör, tünetek, hígíthatóság, hőinaktiválás, eltarthatóság *in vitro*, kémiai anyagokkal szembeni ellenálló képesség stb.). E tulajdonságok alapján – az elmúlt évszázad közepéig – az alábbi osztályozási rendszerek alakultak ki: (a) vulgáris nevezéktan, (b) számkatalogizáló nevezéktan (c) módosított számkatalogizáló nevezéktan (d) kettős, ill. binominális nomenklatura.

A vulgáris nevezéktan a vírusokat az általuk előidézett tünetek (szimptómák) alapján csoportosította. Az azonos tüneteket (pl. mozaik) okozó vírusokat egy csoportba sorolták.

A számkatalogizáló nevezéktan a vírust a fő gazdanövénye vulgáris (pl. tobacco = dohány), vagy latin génusznevével (pl. *Nicotiana*) és a vírus szóhoz csatolt számmal jelölte (pl. tobacco virus 1 vagy *Nicotiana* virus 1).

A módosított számkatalogizáló nevezéktan csak annyiban tért el a számkatalogizáló nevezéktantól, hogy a vírus nevét egy speciális tulajdonsággal (pl. nagyfokú hőtolerancia) egészítették ki: *Nicotiana* virus 1 = *Nicotiana* virus altathernus).

A kettős, ill. binominális nomenklatura az élő szervezetekhez hasonlóan nemzetség- és fajnevet használt fel a vírusok nevezéktanában is. Az elnevezés alapját azonban ebben a rendszerben is a fő gazdanövényen okozott tünetek képviselik. A „mozaik” típusú betegségeket a binominális rendszer „*Marmor*” néven csoportosította, és a dohány mozaik vírust *Marmor tabaci* névvel jelölte.

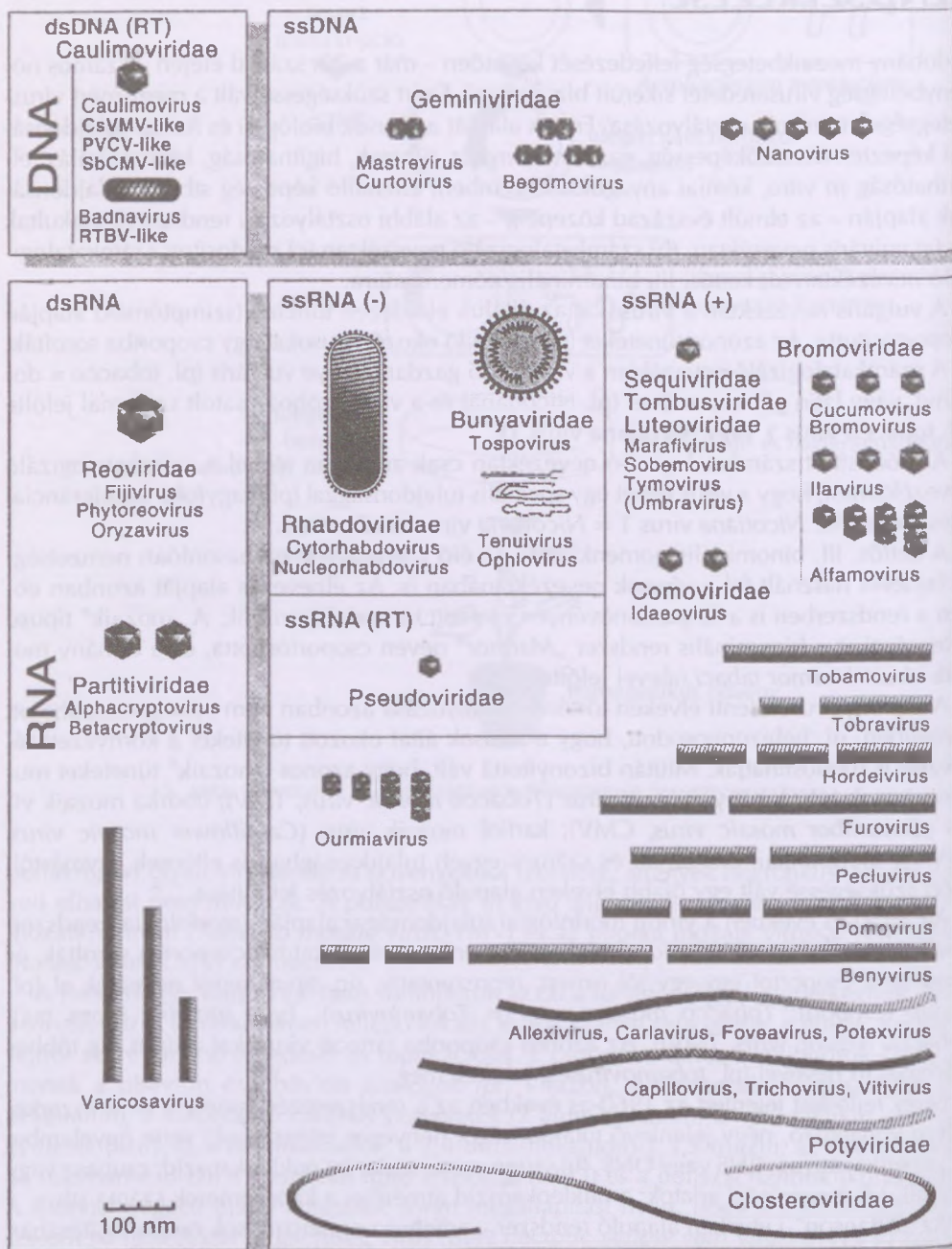
A növényvírusok fenti elveken történő osztályozása azonban nem sokáig maradhatott érvényben, ui. bebizonyosodott, hogy a vírusok által okozott tüneteket a környezeti tényezők is módosíthatják. Miután bizonyítottá vált, hogy azonos „mozaik” tüneteket mutató vírusok [pl. dohány mozaik vírus (*Tobacco mosaic virus*, TMV); uborka mozaik vírus (*Cucumber mosaic virus*, CMV); karfiol mozaik vírus (*Cauliflower mosaic virus*, CaMV)] morfológiai, biokémiai és számos egyéb tulajdonságban is eltérnek egymástól, ezért szükségessé vált egy újabb elveken alapuló osztályozás felállítása.

Az 1950-es években a virion morfológiai tulajdonságai alapján (morfológiai rendszer) a pálcika (*rod-shaped*) vagy fonál alakú (*filamentous*) vírusokat hat csoportba sorolták, és mindegyik csoportot egy-egy jól ismert, reprezentatív, ún. típus tagról nevezték el [pl. *Group* (csoport): *Tobacco mosaic virus* (= *Tobamovirus*). *Type member* (típus tag): *Tobacco mosaic virus*, TMV)]. Az azonos csoportba tartozó vírusokat a típus tag többes számmal írt nevével (pl. *tobamoviruses*) jelölték meg.

Nagy fejlődést jelentett az 1960-as években az a rendszerezés, amely a virion szerkezetére vonatkozó, négy jelenlevő tulajdonságot (lényeges integránsok) vette figyelembe: (a) genetikai anyag, RNS vagy DNS, (b) virion szimmetria, (c) nukleokapszid: csupasz vagy burkolt, (d) mennyiségi adatok: a nukleokapszid átmérője, a kapszomerek száma stb.

Az „Adanson”-i elveken alapuló rendszer – amely az organizmusok csoportosításában a „legtöbb közös vonást (tulajdonságot)” veszi figyelembe – lényege az, hogy a vírusokat népnyelvi, triviális nevekkal, ismert és nem ismert tulajdonságokat tartalmazó kriptogramokkal látja el. A kriptogram négy tulajdonságpár szimbólumaiból áll: (a) a nukleinsav típusa/a nukleinsav fonala, (b) a nukleinsav molekulásúlya/a nukleinsav százaléka a fertőző részecskében, (c) a virion formája/a nukleinsav formája, (d) a fertőzőtt

gazda/vektor. Ez a rendszerjavaslat azért született meg, mert nem ismert a vírusok tulajdonságainak relatív fontossága, és valamennyi jellegzetesség egyformán fontos lehet.



16. ÁBRA. A NÖVÉNYPATOGÉN VÍRUSOK CSALÁDJAINAK ÉS NEMZETSEGEINEK VÁZLATOS ÁBRÁZOLÁSA. RNA = RIBONUKLEINSAV, DNA = DEZOXIRIBONUKLEINSAV, DS = KETTŐSSZÁLÚ, SS = EGYSZÁLÚ, (-) = NEGATÍV ÉRTELMŰ VÍRUS, (+) = POZITÍV ÉRTELMŰ VÍRUS. MÉRETJELZŐ = 100 NM.
(VAN REGENMORTEL ET AL. 2000).

A jelenlegi vírusrendszer – amelynek alapjait a Vírusok Nemzetközi Nomenklatúra Bizottsága (ICNV), majd a Vírusok Nemzetközi Taxonómiai Bizottsága (ICTV) dolgozott ki – az alábbi tulajdonságokat veszi figyelembe: (a) a vírusgenom típusa, (b) a vírusgenom egy-, vagy kétszálúsága, (c) a fordított transzkripció (átírás) lehetősége, (d) a vírusgenom polaritása, (e) vírusmorfológia és méret, (f) a nukleokapszid körüli burok megléte vagy hiánya, (g) a virion típusa (egy- vagy több komponensű), (h) a genom szegmensek száma, (i) replikációs stratégia. A növénypatogén vírusok alapvetően dezoxiribonukleinsav (DNS) és ribonukleinsav (RNS) tartalmú vírusokra csoportosíthatók attól függően, hogy azok kétszálúak (ds), vagy egyszálúak (ss), ill., hogy negatív (–) vagy pozitív (+) értelműek (16. ábra). A negatív (–) jelölés azt fejezi ki, hogy a negatív szálú vírusok esetén szükség van egy kiegészítő nukleinsav szál szintézisére is, mielőtt a transláció megindulna. A pozitív (+) jelölés azt fejezi ki, hogy a vírus RNS hírvivő (messenger) RNS-ként viselkedik, ami arra utal, hogy sejtmentes translációs rendszerekben közvetlenül képes fehérjék átírására. Az ICTV által kiadott legújabb vírusrendszertani könyv (Van Regenmortel et al. 2000) szerint a vírusok 3 rendbe (Caudovirales, Mononegavirales, Nidovirales), 56 családba, 9 alcsaládba és 233 nemzetségbe tartoznak. E három rendbe tartozó autentikus vírusok száma 1550, és kb. ugyanennyi azoknak a vírusoknak a száma, amelyek még kellőképpen nem ismertek. A növénypatogén vírusok két rendbe (Mononegavirales, Nidovirales), 14 családba és 70 nemzetségbe tartoznak. A 70 nemzetségbe 22 olyan ún. szabad vagy függő (*floating genera*) nemzetség (pl. Tobamovirus, Tobravirus, Potexvirus, Carlavirus, Tymovirus nemzetség stb.) tartozik, amelyek családi besorolása még nem történt meg. A vírusrendszertani kutatásokra ezért még számos feladat vár. Nem ismert még pl. a kétszálú DNS vírusok közül a Varicosavirus nemzetségbe [típustag: saláta érvastagodás vírus (*Lettuce big-vein virus*, LBVV)], vagy az egyszálú, negatív (–) értelmű RNS vírusok közül a Tenuivirus [típustag: rizs csíkoság vírus (*Rice stripe virus*, RSV)] vagy az Ophiovirus [típustag: Citrus pszorozis vírus (*Citrus psorosis virus*, CPsV)] nemzetségbe tartozó mintegy 14 vírus családi besorolása. Hasonlóan hiányosak az ismeretek a pozitív (+) értelmű egyszálú RNS vírusok 20 nemzetségébe tartozó mintegy 154 autentikus és 68 feltételezett vírusfaj családi hovatartozandóságára vonatkozóan.

Az 1. táblázat néhány olyan vírusnemzetséget és azok típustagjait mutatja be, amelyek jelentősen eltérnek a nukleinsav típusában és konfigurációjában, valamint a morfológiájukban és terjedésük (átvitelük) lehetőségeiben.

A vírusok hierarchikus rendszerezése az alábbiakra van tekintettel: (a) rend, (b) család és alcsalád, (c) nemzetség és (d) faj.

A vírusrend a víruscsaládok csoportjából áll. A vírusrendeket a -virales képző (rag) fejezi ki. A növénypatogén vírusok két rendbe tartoznak: Mononegavirales és Nidovirales.

A víruscsaládok a vírusnemzetségek csoportjából állnak. Jellemző rájuk, hogy közös tulajdonságokkal rendelkeznek, és megkülönböztethetők más víruscsaládok tagjaitól. A víruscsaládokat a -viridae képző (rag) fejezi ki (pl. Potyviridae). Négy családban (Poxviridae, Herpesviridae, Parvoviridae, Paramyxoviridae) ún. alcsaládok bevezetésére került sor, amelyek jelölésére a -virinae képzőt használjuk (pl. Alphaherpesvirinae).

A vírusnemzetségek a vírusfajokból állnak. Közös tulajdonságaik vannak és különböznek más nemzetségek vírusfajaitól. A vírusnemzetségeket a -vírus képző (rag) fejezi ki (pl. Potyvirus).

A vírusfaj a vírusok osztályozásában a legfontosabb hierarchikus szint.

A gazdanövénykör, tünetek, virulencia stb. nem taxonómiai értékű fogalmak, ennek ellenére a növényvirológiában használatos fogalom a vírustörzs és vírusizolátum.

1. TÁBLÁZAT..

NÉHÁNY VÍRUSNEMZETSÉG ÉS TÍPUSLAG FONTOSABB TULAJDONSAI**

NEMZETSÉG	NUKLEINSAV		MORFOLÓGIA	VEKTOR/ÁTVITEL	TÍPUSLAG MAGYAR NEVE (ANGOL NEVE ÉS AKRONIMJA)
	TÍPUS	KONFIGURÁCIÓ			
Alfamovirus	ssRNS	lineáris	bacillus	L, Ma, Me, P	Lucerna mozaik vírus (<i>Alfalfa mosaic virus</i> , AMV)
Benyivirus	ssRNS	lináris	pálcika	F, Me	Répa nekrotikus sárgaerűség vírus (<i>Beet necrotic yellow vein virus</i> , BNYSV)
Nepovirus	ssRNS	lineáris	izometrikus	F, Ma, Me, P	Dohány gyűrűsfoltosság vírus (<i>Tobacco ringspot virus</i> , TRSV)
Potyvirus	ssRNS	lineáris	fonál	Gu, L, Me	Burgonya Y-vírus (<i>Potato virus Y</i> , PVY)
Tobamovirus	ssRNS	lineáris	pálcika	Ma, Me	Dohány mozaik vírus (<i>Tobacco mosaic virus</i> , TMV)
Tospovirus	ssRNS	lineáris	izometrikus	Gu, Me, T	Paradicsom bronzfoltosság vírus (<i>Tomato spotted wilt virus</i> , TSWV)
Varicosavirus	dsRNS	lineáris	pálcika	F, Me	Dohány satnyulás vírus (<i>Tobacco stunt virus</i> , TSV)
Phytoreovirus	dsRNS	lineáris	izometrikus	K	Here seb tumor vírus (<i>Clover wound tumor virus</i> , CWTV)
Begomovirus	ssDNS	cirkuláris	gemini	Me, T	Bab aranyosárga mozaik vírus (<i>Bean golden mosaic virus</i> , BGMY)
Mastrevirus	ssDNS	cirkuláris	gemini	K	Kukorica csikosság vírus (<i>Maize streak virus</i> , MSV)
Caulimovirus	dsDNS	cirkuláris	izometrikus	L, Me	Karfiol mozaik vírus (<i>Cauliflower mosaic virus</i> , CaMV)

*Kivonat Horváth (1999). **Magyarzatok: ssRNS = egyszálú ribonukleinsav, dsRNS = kettős szálú ribonukleinsav, ssDNS = egyszálú dezoxiribonukleinsav, dsDNS = kettős szálú dezoxiribonukleinsav; F = fonálférgekkel, Go = gombával, Gu = burgonyagumóval, K = kabócákkal, L = levéltetvekkel, Ma = maggal, Me = mechanikailag, P = pollennel, T = tripszekkel.

Gazdanövénykör tekintetében nem eltérő, de virulencia tekintetében (ha ez számos gazdanövény esetében fennáll) megegyező, egy vírushoz tartozó vírusokat vírusizolátumoknak nevezzük.

Az egyes vírusokra vonatkozó, taxonómiaiilag fontos új tulajdonságok megismerésével a vírusrendszertan az elmúlt években alapvetően átalakult. Ennek következtében a 10 évvel ezelőtti 35 vírusnemzetségre (csoportra) és 590 vírushoz tartozó ismereteink ma már – az újabb kutatási eredményeknek köszönhetően – 70 nemzetségre és mintegy 977 vírushoz terjednek ki.

2.2.12. VÍRUSGÉNBANKOK ÉS ADATBÁZISOK

Az Amerikai Egyesült Államokban fél évszázaddal ezelőtt jelent meg az első tudományos dolgozat (H.H. McKinney: *Plant virus type culture collection*. Annals of the New York Academy of Sciences 56: 615–620, 1953) annak szükségességéről, hogy a növénypatogén vírusokat meg kell őrizni, fenn kell tartani. Ennek a lehetőségét azok a korábbi kutatási eredmények tették lehetővé, amelyek igazolták, hogy egyes vírusok [pl. dohány mozaik vírus (*Tobacco mosaic virus*, TMV), lucerna mozaik vírus (*Alfalfa mosaic virus*, AMV) stb.] több évtizeden keresztül növényi levélszövetekben kalciumklorid (CaCl_2) felett, hermetikusan elzárva, néhány °C-on eltarthatóak. A kedvező kutatási eredmények alapján a virológusok ún. személyes víruskollekciókat hoztak létre, amelyek egyrészt lehetővé tették a standard vírusokkal kapcsolatos kutatómunkát, de megteremtették a lehetőségét annak is, hogy a virológusok nemzetközi csereprogram keretében tanulmányozhassák (összehasonlítsák) víruskollekciójukat. Ilyen vírusgénbankkal rendelkezik a Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani és Növényvirológiai Tanszéke is Keszthelyen.

A Nemzeti Víruskollekciók (pl. The American Type Culture Collection, ATCC, Rockville, Maryland, USA; L. Bos: IPO-DLO National Netherland Virus Collection, Wageningen, The Netherlands; German Collection of Micro-organisms and Cell Cultures, Braunschweig, Germany) az Amerikai Egyesült Államokban és Európában antiszérum génbankot is fenntartanak.

Tekintettel arra, hogy az amerikai és európai vírusgénbankokban megtalálható vírusok nemzetközileg – növényegészségügyi és karantén szempontok miatt – szűk keretek között vizsgálhatók, ezért újabban létrejöttek azok a decentralizált intézmények, amelyek nem a vírusok különböző helyeken (országokban, intézetekben) történő tárolásával, hanem azok központi regisztrációjával foglalkoznak. A növényvírusok adatbázisát (VIDE Project = Virus Identification Data Exchange) az Ausztráliai Nemzeti Egyetem (Australian National University, Canberra, Australia), az angol Nemzetközi Kertészeti Kutatási Központtal (Horticulture Research International, UK) és a Mezőgazdasági és Élettudományi Nemzetközi Központtal (Centre for Agriculture and Biosciences, Wallingford, UK) együtt kezeli. Újabban igen jelentős szerepet tölt be a mikroorganizmusok kultúra kollekciójának adatait kezelő amerikai regisztrációs központ (World Data Centre for Micro-Organism of the World Federation of Culture Collections).

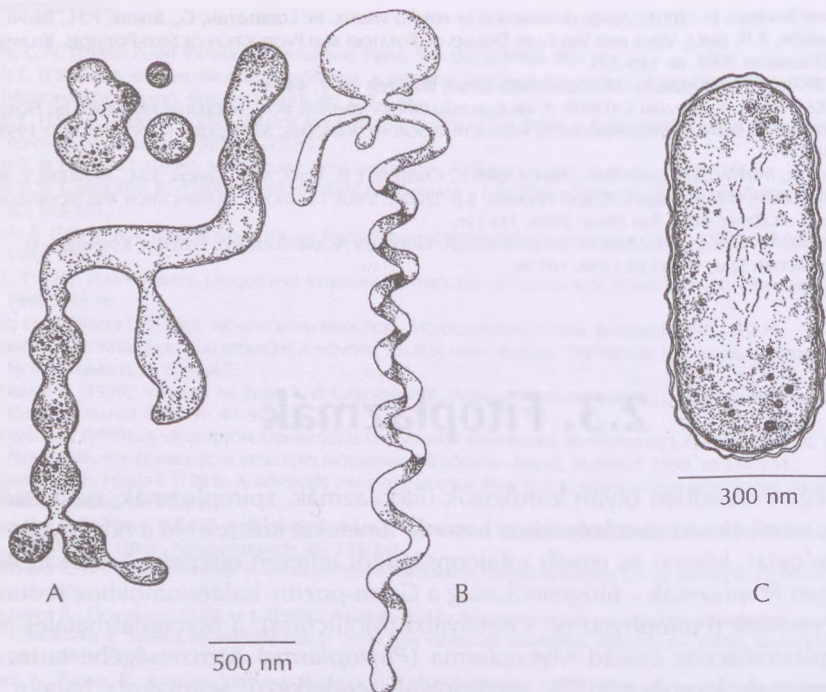
- AGRIOS, G.N. (1988): PLANT PATHOLOGY. ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO 1988. 803 pp.
- BALÁZS E. (1981A): A NÖVÉNYI VÍRUSOK ÚJ CSOPORTJA: A VIROIDOK. IN: CSABA GY. (SZERK.), A BIOLÓGIA AKTUÁLIS PROBLÉMÁI 22. MEDICINA KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST 1981. PP. 153-174.
- BALÁZS E. (1981B): A NÖVÉNYI RNS-VÍRUSOK BIOSZINTÉZISE. IN: CSABA GY. (SZERK.), A BIOLÓGIA AKTUÁLIS PROBLÉMÁI 23. MEDICINA KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST 1981. PP. 77-93.
- BALÁZS E. ÉS DUDITS D. (1999): MOLEKULÁRIS NÖVÉNYBIOLÓGIA. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1999. 706 PP.
- BALÁZS E. ÉS GÁBORJÁNYI R. (1984): A GÉNÁTÜLTETÉS ALKALMAZÁSA A KORSZERŰ NÖVÉNYVÉDELEM ÚJ LEHETŐSÉGE. NÖVÉNYVÉDELEM 20: 145-151.
- BOGNÁR S. (1994): A MAGYAR NÖVÉNYVÉDELEM TÖRTÉNETE A LEGRÉGBB IDŐKTŐL NAPJAINKIG (1030-1980). MOSONMAGYARÓVÁR 1994. 783 PP.
- BOS, L. (1999): PLANT VIRUSES, UNIQUE AND INTRIGUING PATHOGENS. A TEXTBOOK OF PLANT VIROLOGY. BACKHUIS PUBL., LEIDEN 1999. 358 PP.
- DUDITS D. ÉS HESZKY L. (1990): NÖVÉNYBIOTECHNOLÓGIA. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1990. 310 PP.
- GÁBORJÁNYI R. (1986): BIOLÓGIAI VÉDELÉKES A NÖVÉNYI VÍRUSOK ELLEN: ELMÉLETI LEHETŐSÉGEK ÉS GYAKORLATI EREDMÉNYEK. NÖVÉNYTERMELES 35 561-567.
- GÁBORJÁNYI R. (1998): VÍRUSOK. IN: ÉRSEK T. ÉS GÁBORJÁNYI R. (SZERK.), NÖVÉNYKÓROKOZÓ MIKROORGANIZMUSOK. ELTE EÖTVÖS KIADÓ, BUDAPEST 1998. PP. 61-92.
- GÁBORJÁNYI R. (1999): A VIRUSGENOM SZERVEZŐDÉSE ÉS A VÍRUSOK REPLIKÁCIÓJA. IN: HORVÁTH J. ÉS GÁBORJÁNYI R. (SZERK.), NÖVÉNYVÍRUSOK ÉS VIROLÓGIAI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1999. PP. 216-241.
- GÁBORJÁNYI R. ÉS TÓBIÁS I. (1984): A NÖVÉNYEK VÍRUS-ELLENÁLLÓSÁGÁNAK ÉS FOGÉKONYSÁGÁNAK KÖRÉLETTANI KÉRDÉSEI. ÁTTEKINTÉS. KERTGAZDASÁG 16: 61-79.
- GÁBORJÁNYI R. ÉS TÓBIÁS I. (1986A): A NÖVÉNYI VÍRUSOK ELLENI KÉMIAI VÉDELÉKES LEHETŐSÉGEI: INDUKÁLT ANTIVIRÁLIS ANYAGOK ÉS KEMOTERÁPIÁS SZEREK. NÖVÉNYTERMELES 35: 139-146.
- GÁBORJÁNYI R. ÉS TÓBIÁS I. (1986B): A VÍRUSFERTŐZÉS INHIBITORAI ÉS VÍRUSBIOSZINTÉZIST GÁTLÓ ANYAGOK. NÖVÉNYTERMELES 35: 139-146.
- GÁBORJÁNYI R., HORVÁTH J. ÉS WOLF I. (1999): A VIRUS-ELLENÁLLÓSÁGRA NEMESÍTÉS HAGYOMÁNYOS MÓDSZEREI. IN: HORVÁTH J. ÉS GÁBORJÁNYI R. (SZERK.), NÖVÉNYVÍRUSOK ÉS VIROLÓGIAI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1999. PP. 341-359.
- HADIDI, A., FLORES, R., RANGLES, J.W. AND SEMANCIC, J.S. (2003): VIROIDS. CSIRO PUBL., COLLINGWOOD, AUSTRALIA 2003.
- HANSEN, A.J. (1989): ANTIVIRAL CHEMICALS FOR PLANT DISEASE CONTROL. CRC CRITICAL REV. PLANT SCI. 8: 45-86.
- HOFFMANN, G. M., NIENHAUS, F., SCHÖNBECK, F., WELTZIEN, H.C. UND WILBERT, H. (1976): LEHRBUCH DER PHYTOMEDIZIN. PAUL PAREY, BERLIN UND HAMBURG 1976. 490 PP.
- HORVÁTH J. (1984): BURGYONAGÉNCENTRUMOK: A REZISZTENCIAGÉNEK ÉS VÍRUSPATOGÉNEK FORRÁSAI. IN: CSABA GY.(SZERK.). A BIOLÓGIA AKTUÁLIS PROBLÉMÁI. MEDICINA KÖNYVKIADÓ., BUDAPEST 1984. 30: 153-185.
- HORVÁTH, J. (1993A): HOST PLANTS IN DIAGNOSIS. IN: R.E.F. MATTHEWS (EDS.), DIAGNOSIS OF PLANT VIRUS DISEASES. CRC PRESS, BOCA RATON, FLORIDA 1993. PP. 15-47.
- HORVÁTH, J. (1993B): HOSTS AND NON-HOSTS IN THE DIAGNOSTIC STRATEGY OF PLANT VIRUSES. ACTA PHYTOPATH. ET ENTOMOL. HUNG. 28: 257-354.
- HORVÁTH J. (1999A): A VÍRUSOK OSZTÁLYOZÁSA ÉS RENDSZERTANA. IN: HORVÁTH J. ÉS GÁBORJÁNYI R. (SZERK.), NÖVÉNYVÍRUSOK ÉS VIROLÓGIAI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1999. PP. 22-67.
- HORVÁTH J. (1999B): NÖVÉNYVÍRUSOK. EGYETEMI JEGYZET. PANNON AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM, KESZTHELY 1999. 237 PP.
- HORVÁTH J. (2004): A NÖVÉNYVÍRUSOK ÖKOLÓGIÁJA ÉS JÁRVÁNYTANA. IN: FISCHL G. (SZERK.), A NÖVÉNYKÓROKOZÓK ÖKOLÓGIÁJA ÉS A NÖVÉNYBETEGSÉGEK JÁRVÁNYTANA. VESZPRÉMI EGYETEM, GEORGIKON MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR (KESZTHELY), KARI JEGYZET, KESZTHELY 2004. PP. 26-46.
- HORVÁTH, J. AND BESADA, W.H. (1980): PRESERVATION OF SOME PLANT VIRUSES BY DEHYDRATION OVER ANHYDROUS CALCIUM CHLORIDE (CaCl₂). Z. PFLANKRANKHEITEN 87: 463-472.
- HORVÁTH, J. AND JURETIĆ, N. (1995): CONTAMINATION OF SOME RIVERS AND LAKE BALATON WITH PLANT VIRUSES. WIENER MITT. 128: 59-62.
- HORVÁTH J. ÉS GÁBORJÁNYI R. (1999): NÖVÉNYVÍRUSOK ÉS VIROLÓGIAI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1999. 425 P.
- HORVÁTH, J., JURETIĆ, N., KRAJACIC, M. AND MAMULA, D. (1986): TOBACCO MOSAIC VIRUS IN DANUBE WATER IN HUNGARY. ACTA PHYTOPATH. ET ENTOMOL. HUNG. 21: 337-340.
- HULL, R. (2002): MATTHEW'S PLANT VIROLOGY. 4TH ED., ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO 2002. 1001 PP.
- KALMÁR K., KOBZA S., KÖLBER M. ÉS V. NÉMETH M. (1994): VÍRUSOK, VIROIDOK ÉS MIKOPLAZMÁK. IN: KALMÁR K., SZÖNYEGI S. ÉS V. NÉMETH M. (SZERK.), KARANTÉN ÉS VESZÉLYES KÁROSÍTÓK DIAGNOSZTIKAI KÉZIKÖNYVE. I. KÖTET. BUDAPEST FŐVÁROSI NÖVÉNYEGÉSZSÉGSÜGÜCI ÉS TALAJVÉDELMI ÁLLOMÁS. BUDAPEST 1994. 180 PP.
- KIRÁLY Z. ÉS HORNOK L. (1996A): A GAZDA-PATOGÉN KAPCSOLATOK MOLEKULÁRIS HÁTTÉRÉNEK TANULMÁNYOZÁSA ÚJ TÁVLATOKAT NYIT A REZISZTENCIANEMESÍTÉSBEN. I. MIKROORGANIZMUSOKBÓL KLÓNOZOTT GÉNEK. NÖVÉNYTERMELES 45: 195-206.
- KIRÁLY Z. ÉS HORNOK L. (1996B): A GAZDA-PATOGÉN KAPCSOLATOK MOLEKULÁRIS HÁTTÉRÉNEK TANULMÁNYOZÁSA ÚJ TÁVLATOKAT NYIT A REZISZTENCIANEMESÍTÉSBEN. II. REZISZTENCIAGÉNEK, TRANSGÉNIKUS NÖVÉNYEK. NÖVÉNYTERMELES 45: 307-316.
- KUROLI G., NÉMETH L. ÉS POCSAI K. (1998): A PRIMER ANYAGCSERETERMÉKEK HATÁSA A LEVÉLTETVEK EGYEDSZÁMÁRA. NÖVÉNYVÉDELEM 34: 539-544.
- NAGY P. ÉS BALÁZS E. (1990): NÖVÉNYVÉDELEM GENÉSZETI ÚTON LÉTREHOZOTT VÍRUSSPECIFIKUS INTERFERÁLÓ MOLEKULÁK SEGÍTSÉGEVEL. NÖVÉNYTERMELES 39: 461-465.
- NÉMETH M. (1979): GYÜMÖLCSFÁK VÍRUSOS, MIKOPLAZMÁS ÉS RICKETTSIÁS BETEGSÉGEI. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1979. 629 PP.
- NÉMETH, M. (1986): VIRUS, MYCOPLASMA AND RICKETTSIA DISEASES OF FRUIT TREES. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1986. 841 PP.
- NIENHAUS, F. (1985): VIREN, MYKOPLASMEN UND RICKETTSIEN. BIRKHAUSER VERLAG, BASEL 1985. 264 PP.

- ROBERT, Y. AND BOURDIN, D. (2001): APHID TRANSMISSION OF POTATO VIRUSES. IN: LOEBENSTEIN, G., BERGER, P.H., BRUNT, A.A. AND LAWSON, R.H. (EDS.), VIRUS AND VIRUS-LIKE DISEASES OF POTATOES AND PRODUCTION OF SEED-POTATOES. KLUWER ACAD. PUBL. DORDRECHT 2001. PP. 195-225.
- SZEPESSY I. (1977): NÖVÉNYBETEGSÉGEK. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1977. 446 PP.
- SZILASSY D., KAZINCZI G. ÉS HORVÁTH J. (1999): A VIRUS-ELLENÁLLÓSÁGRA NEMESÍTÉS BIOTECHNOLÓGIAI MÓDSZEREI. IN: HORVÁTH J. ÉS GÁBORJÁNYI R. (SZERK.), NÖVÉNYVÍRUSOK ÉS VIROLÓGIAI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1999. PP. 360-388.
- VAN REGENMORTEL, M.H.W., FAUQUET, C.M., BISHOP, D.H.L., CARSTENS, E.B., ESTES, M.K., LEMON, S.M., MANILOFF, J., MAYO, M.A., MCGEOCH, D.J., PRINGLE, C.R. AND WICKNER, R.B. (2000): VIRUS TAXONOMY. CLASSIFICATION AND NOMENCLATURE OF VIRUSES. ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO 2000. 1162 PP.
- VIRÁNYI F. (1998): ÁLTALÁNOS NÖVÉNYKÓRTAN. EGYETEMI JEGYZET. GÖDÖLLŐI AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM, KÖRNYEZET- ÉS TÁJGAZDÁLKODÁSI SZAK, GÖDÖLLŐ 1998. 101 PP.

2.3. Fitoplazmák

Az elmúlt négy évtizedben olyan kórokozók (fitoplazmák, spiroplazmák, rickettsiák) is megjelentek, amelyek vírusfertőzésekhez hasonló tüneteket idéztek elő a növényeken, de a vírusok biológiai, kémiai és egyéb tulajdonságaitól teljesen eltértek. A prokariotikus, növénypatogén fitoplazmák – filogenetikailag a Gram-pozitív baktériumokhoz hasonlítanak –, az egysejtűek (Protophyta) IV. Osztályába (Mollicutes), a Mycoplasmatales rendbe, a Mycoplasmataceae család Mycoplasma (*Phytoplasma*) nemzetségébe tartoznak. Nem tartalmaznak kromoszómális struktúrával rendelkező sejtmagot, hanem egy „magekvivalens” nukleotidot, cirkuláris dezoxiribonukleinsavat (DNS). A nukleotid mellett a citoplazmában – hasonlóan a baktériumokhoz – további cirkuláris DNS-ek, mint plazmidok találhatók; ezek azonban a normális sejtanycserét nem befolyásolják, de bizonyos esetekben, mint patogénitász- és rezisztencia-plazmidok részt vesznek a sejtek fenotípusának megváltoztatásában. A fitoplazmák az utóbbi években a világ számos országában, így hazánkban is, egyre nagyobb gazdasági problémát jelentenek.

A fitoplazmák, mint prokariotikus növénypatogén ágensek, 2–3 rétegű membránnal határolt, sejtfal nélküli pleomorf mikroorganizmusok (17. ábra). Növényeken kívül emberre és állatra is patogének (mikoplazmák). A növénypatogén fitoplazmák a növények floemszöveiteiben fordulnak elő. Abban különböznek alapvetően a vírusoktól, hogy ribonukleinsavat (RNS) és dezoxiribonukleinsavat (DNS) is tartalmaznak. Kertészeti oltással, szűrő-szívó szájszevű rovarokkal (kabócákkal), levélbolhákkal és *Cuscuta*-fajokkal terjednek. A kabócavektorok 32 °C felett elveszítik fertőzőképességüket. A fontosabb gazda-fitoplazma-kabócavektor kapcsolatok Európában a következők: *Vinca rosea* – őszirózsza sárgaság fitoplazma (*Aster yellows phytoplasma*, AY) – *Macrosteles fascifrons*; *Lycopersicon esculentum* – sztolbur fitoplazma (*Stolbur phytoplasma*, STOL) – *Hyalestes obsoletus*; *Solanum tuberosum* – sztolbur fitoplazma (*Stolbur phytoplasma*, STOL) – *Euscelis plebejus*, *Macrosteles laevis*; *Trifolium* spp. – here virágelzöldülés fitoplazma (*Clover phyllody phytoplasma*, CPh) – *Euscelis plebejus*; *Vitis vinifera* – szőlő arany színű sárgaság fitoplazma (*Grapevine flavescence dorée phytoplasma*, FD) – *Scaphoideus titanus*. A fitoplazmákat – mint említettük – levélbolhák is terjesztik. A *Cacopsylla* (= *Psylla*) *costalis* és a *Cacopsylla* (*Psylla*) *melanoneura* az alma seprűsödés fitoplazma (*Apple proliferation phytoplasma*, AP) átvitelében játszik szerepet. A fitoplazmák virágelzöldülés, gazdanövényeiken. Az őszirózsza sárgaság fitoplazma (*Aster yellows phytoplasma*, AY) virág-elleveledés, törpülés, boszorkányseprűsödés és sárgulás tüneteket idéznek elő mintegy 40 családba tartozó 300 növényfajon okoz klorózist, deformációt, virágelzöldülést és



17. ÁBRA. FITOPLAZMA (A), SPIROPLAZMA (B) ÉS RICKETTSIA (C) SEMATIKUS ÁBRÁZOLÁSA (NIENHAUS 1985 UTÁN, CIT. HORVÁTH 1999).

sterilitást. Figyelemre méltó, hogy a fitoplazmák nemcsak növényekben, hanem vektoraik különböző szerveiben is lokalizálódnak és szaporodnak (propagatív kórokozók). Az alakatlan (pleomorf) formák mérete 80–800 nm. A fitoplazmák inkubációs ideje (a fitoplazma felvételétől leadásáig eltelt idő) a vektorokban általában 11–28 nap, de ettől jelentősen eltérhet attól függően, hogy a kórokozó a vektorban milyen koncentrációban fordul elő.

A fitoplazmák tetraciklinekkel szemben érzékenyek. Az egyes fitoplazmák közötti rokonság DNS-hibridizációval, PCR-technikával (polimeráz láncreakcióval), RFLP-analízissel (DNS feldarabolás restrikciós endonukleázokkal) és szerológiai összehasonlító módszerrel állapítható meg. A jelenleg ismert, több száz növényt fertőző, mintegy 75 fitoplazma 20 nagyobb fitogenetikai csoportba és alcsoportba tartozik. A fitoplazmák őszirózsa sárgaság (Aster yellows, AY) csoportjába 7 jól definiált és 1 kevésbé ismert alcsoport tartozik. E legnagyobb csoportba tartozó törzsek száma 81. A törzseket ún. akronimokkal jelölik; a betűszó a betegség angol nevének rövidítése [pl. *Clover phyllody* (here virág ellevelesedés) = CPh; *Strawberry green petal* (földieper virágelzöldülés) = SGP]. Az AY csoporton kívül még 19 filogenetikailag ismert csoportot lehet megkülönböztetni. A legnagyobb csoport az ún. lóbab virág ellevelesedés csoport (*Faba bean phyllody*, FBP) 19 fitoplazma fajjal, az X-betegség csoportba (*X-Disease*, WX), 26 fitoplazma faj tartozik; ezek mintegy 30 növényre patogének. A lóbab virág ellevelesedés csoportba (*Faba bean phyllody*, FBP) tartozó 19 fitoplazma 40 növényt képes megbetegíteni. Ezek közé olyan fontos növények tartoznak, mint a szója, a lóbab, a gyapot, a paradicsom, a cukkini, a herefélék, az édesburgonya stb. A harmadik legnagyobb fitoplazma csoport az alma sarjburjánzás (*Apple proliferation*, AP) csoport. Az e csoportba tartozó 11 fitoplazma 13 fás szárú növény (pl. alma, barack, szilva, cseresznye) igen jelentős kórokozója. A

sztolbur csoportba (*Stolbur*, STOL) tartozó fitoplazma kórokozók a legegységesebbek (11 növényfaj tipikus kórokozói); e csoportba még két másik fitoplazma tartozik (BN, VK), amelyek közül a BN fitoplazma a szőlő „Bois noir” betegségét, a VK fitoplazma pedig a szőlő sárgulásos betegségét okozza.

2.4. Spiroplazmák

A spiroplazmák olyan prokariotikus növénypatogén mikroorganizmusok, amelyek az egysejtűek (Protophyta) IV. Osztályába (Mollicutes), a Mycoplasmatales rendbe, a Mycoplasmataceae család *Spiroplasma* nemzetségébe tartoznak. Jelenleg 3 növénypatogén spiroplazma ismert: a Citrus terméketlenség (*Citrus subborn*) betegség kórokozója a *Spiroplasma citri*, a kukorica satnyaság (*Corn stunt*) betegség kórokozója a *Spiroplasma kunkelii*, és a télizöld (*Vinca*) sárgaság (*Periwinkle yellows*) betegség kórokozója a *Spiroplasma phoenicum*. A *Spiroplasma corruscae* előfordulását eddig kizárólag kabócákban mutatták ki.

Speciális elemi szálakból álló, sejtfal nélküli, önálló mozgásra képes, riboszómákat és nukleinsavat tartalmazó instabil kórokozók, amelyeket 10 nm vastagságú szimpla citoplazma membrán határol (17. ábra). A kukoricában (*Zea mays* cv. Golden Bantam) elsőként kimutatott spiroplazma az alábbi tulajdonságokat mutatta: a spirális, tekercsszerű szálak 0,2–0,25 μ , ill. 3–15 μ hosszúságúak és mintegy 50–250 nm átmérőjűek. A spirál amplitúdója 0,4 μ m. A spirális elemi szálakhoz gyakran 400–600 nm átmérőjű, szférikus elemi testek is csatlakozhatnak. A spiroplazmák a növények floemszöveteiben, a növények és virágzataik felületén és a növények gyökerében, valamint rovarokban fordulnak elő. A spiroplazmák által növényeken előidézett tünetek növekedésgátlásban, az internódiumok megrövidülésében, a levelek klorotikus elszíneződésében nyilvánulnak meg. A beteg növények gyakran bokorszerűen növekednek. A kórokozó inkubációs ideje általában 8–10 hét. A spiroplazmák ávtitelében a kabócáknak (pl. *Dalbulus maidis*, *D. tripsaci*, *D. elimatus*, *Graminella nigrifrons*, *Deltocephalus sonorus*) és levélbolhának (*Psylla* spp.) van szerepük. Figyelemre méltó, hogy *Dalbulus maidis* kabócákkal fertőzött spiroplazma fogékony kukoricahibrid (XL-510) akkor mutatta a legnagyobb termésvesztést (64%) és az ezerszemsúly-vesztést (59%), ha a fertőzés a növények kikelését követő 10. napon (ellentétben a 24., 38., 52. és 66. nappal) történt.

A spiroplazmák táptalajon 30 °C-on tenyészthetők, bár vannak olyanok is (pl. II. csoport, *Drosophila sex ratio spiroplasma*), amelyek igen nehezen tenyészthetőek. Szerológiai, biokémiai, lehetséges a rokonsági kapcsolatok megállapítása. Sejt extraktumok és/vagy intakt sejtek felhasználhatók monoklonális antitestek előállítására, amely lehetővé teszi ELISA-módszerrel a spiroplazmák meghatározását a növényben és kabóca vektorokban is. Figyelemre méltó, hogy az I. és II. csoportba tartozó spiroplazmák gazdaszervezeteiket tekintve igen távol állnak egymástól (növény/rovar–patogének ill. *Drosophila*–patogén), mégis 16S rDNS filogenetikai analízisüket tekintve közel állnak egymáshoz; a DNS G(uanin) + C(itozin) tartalmuk megkülönböztethetetlen.

A spiroplazmákkal kapcsolatos intenzív kutatásokra jellemző, hogy az elmúlt tíz évben több újabb spiroplazma csoportot, alcsoportot és fajt írtak le. Ezek közé tartozik a *Bidens* sp.-ből izolált BIUS-1 (XXX. csoport; ATCC 51750) növényi törzs is.

A spiroplazmák tetraciklinekkel szemben érzékenyek, penicillinnel szemben azonban rezisztensek.

A rovarok nagy biodiverzitására tekintettel a rovarpatogén spiroplazma törzsek folyamatos begyűjtése és megismerése nélkülözhetetlen a rovar-patogén kapcsolatban és a spiroplazmák taxonómiájában.

2.5. Rickettsiák

A rickettsiák az egysejtűek (Protozoa) III. Osztályába (Microsporidiales), a Rickettsiales rendbe, a Rickettsiaceae család *Rickettsia* nemzetségébe tartoznak. Gram-negatív, pálcika alakú, kokkoid, vagy pleomorf prokariotikus mikroorganizmusok (17. ábra). Baktériumokra jellemző sejtfallal rendelkeznek, intracelluláris paraziták, amelyek szoros kapcsolatban vannak a gazdanövény sejtjeivel; élettelen táptalajon nem szaporodnak. Riboszómákat és nukleinsavat (RNS, DNS) tartalmaznak. A növények parenchima, kambium és xilem szöveteiben, valamint kabócavektoraikban egyaránt előfordulnak. A here bunkóslevelűség rickettsia (*Clover club leaf rickettsiae*, CCL) által fertőzött here növények szöveteiben kokkoid és fonalas alakú 0,2–0,3 μ átmérőjű ill. 1,0–1,2 μ x 0,2–0,3 μ nagyságú rickettsiákat állapítottak meg. Az ismertebb gazda-rickettsia-vektor kapcsolatok közül az alábbiak emelhetők ki: *Trifolium* spp. – here bunkóslevelűség rickettsia (*Clover club leaf rickettsiae*, CCL) – *Agalliopsis novella*; *Vitis* spp. – szőlő Pierce's betegség rickettsia (*Grapevine Pierce's disease rickettsiae*; syn.: Almond leaf scorch, GPD) – *Graphocephala versuta*.

A rickettsiák antibiotikumokkal, antibakteriális anyagokkal szemben érzékenyek; a penicillinnel – amelyekkel szemben a fitoplazmák rezisztensek –, sikerült a tüneteket mérsékelni. A rickettsiák típustagja a here bunkóslevelűség rickettsia (*Clover club leaf rickettsiae*, CCL).

AJÁNLOTT IRODALOM

- FOLK GY. ÉS GLITS M. (1993): KERTÉSZETI NÖVÉNYKÓRTAN. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1993. 660 PP.
- HOPKINS, D.L. (1971): DISEASES CAUSED BY LEAFHOPPER-BORNE RICKETTSIA-LIKE BACTERIUM. ANN. REV. PHYTOPATHOL. 17: 277-294.
- HORVÁTH J. (1972): NÖVÉNYVÍRUSOK, VEKTOROK, VÍRUSÁTVITEL. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1972. 515 PP.
- HORVÁTH J. (1973): SPIROPLAZMA: ÚJ TÍPUSÚ NÖVÉNYPATOGÉN MIKROORGANIZMUS. NÖVÉNYTERMELES 22: 365-371.
- HORVÁTH J. (1974): ÚJABB ADATOK A MIKOPLAZMÁK ÉS MIKOPLAZMÓZISOK TULAJDONSÁGAIÓRÓL ÉS ELŐFORDULÁSÁRÓL. A NÖVÉNYVÉD. KORSZERŰSÍTÉSE 8: 103-148.
- HORVÁTH J. (1975): RICKETTSIA: ÚJ TÍPUSÚ NÖVÉNYPATOGÉN MIKROORGANIZMUS. NÖVÉNYTERMELES 24: 175-179.
- HORVÁTH J. (1999): NÖVÉNYVÍRUSOK. EGYETEMI JEGYZET. PANNON AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM, KESZTHELY 1999. 237 PP.
- NIENHAUS, F. (1985): VIREN, MYKOPLASMOSEN UND RICKETTSIEN. VERLAG EUGEN ÜLMER, STUTTGART 1985. 264 PP.
- SEEMÜLLER, E., MARCONE, C., LAUER, U., RAGOZZINO, A. AND GÖSCHL, M. (1998): CURRENT STATUS OF MOLECULAR CLASSIFICATION OF THE PHYTOPLASMAS. J. PLANT PATHOL. 80: 3-26.
- WILLIAMSON, D., WHITCOMB, R.F., TULLY, J.G., GASPARICH, G.E., ROSE, D.L., CARLA, P., BOVÉ, J.M., HACKETT, K.J., ADAMS, J.R., HENEGAR, R.B., KONAI, M., CHASTEL, C. AND FRENCH, F.E. (1998): REVISED GROUP CLASSIFICATION OF THE GENUS SPIROPLASMA. INTERNAT. J. BACTERIOL. 48: 1-12.

2.6. Fitopatogén baktériumok

A növényi betegségeket előidéző mikroorganizmusok között a baktériumok is fontos szerepet játszanak; a növénybetegségek mintegy 10-15%-át baktériumok okozzák. Egyes kultúrákban és esetenként a baktériumos megbetegedések a 40%-ot is elérhetik.

A fitopatogén baktériumokat a XIX. sz. végén fedezték fel Észak-Amerikában. A fitobakteriológiai kutatások a XX. sz. elejétől igen jelentőssé váltak, jelenleg már több mint 300 növénykórokozó baktériumfajt ismerünk. A fitobakteriológia napjainkra önálló tudományággá vált. Magyarországon az 1950-es évek elejétől indult rendszeres növénybakteriológiai kutatómunka, amely napjainkban már nemzetközi jelentőségű.

2.6.1. ÁLTALÁNOS JELLEMZÉS

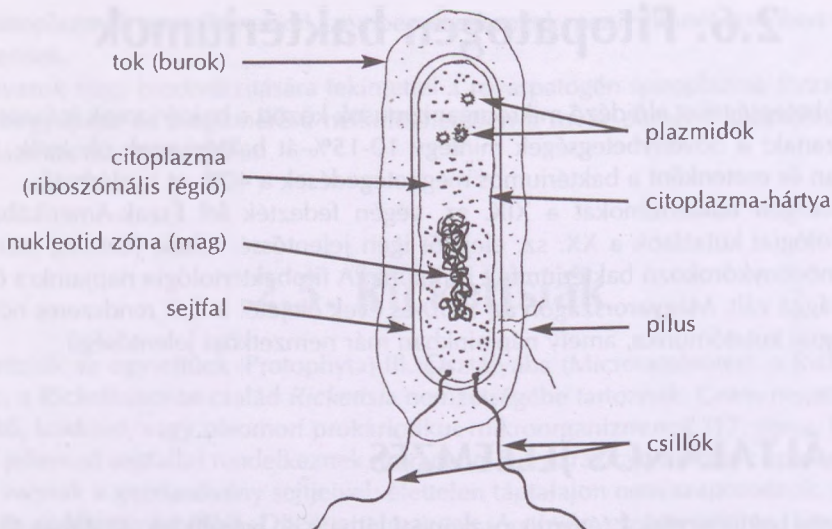
A fitopatogén baktériumfajok fénymikroszkóppal láthatóak, egysejtűek, általában 1–2 μm hosszúak, és nagyon kevés kivételtől eltekintve, pálcika alakúak. Prokarióták, leginkább ivartalanul szaporodnak, szilárd táptalajon szennyesfehér, vagy krémsárga színű telepeket alkotnak. Aerob, illetve fakultatív anaerob szervezetek. Táplálkozásuk heterotróf. Fesztődésük zömmel Gram-negatív, de Gram-pozitív fajaik is vannak. Optimális szaporodási hőigényük 25–30 °C, pH-igényük a semleges (pH 7) tartomány körül van.

Sejtszerkezetüket a 18. ábra szemlélteti. A központi nukleotid zóna (azaz a DNS-sejtmag) szabálytalan formátumú magállomány. Körülötte található a citoplazma (vagy riboszomális régió). Itt található a plazmidok (citoplazma-DNS) is. A sejtfelszín komplexek 2–(3) rétegűek (belső citoplazma hártya, sejtfal = periplazmás tér, ill. külső hártya). Számos növénykórokozó fajt kívülről egy nyálkás burok vagy tok véd, ennek fontos szerepe van, pl. a megbetegítő-képességben (extracelluláris poliszacharid, röviden EPS-burok), valamint a baktériumsejt védelmében. A növénykórokozó baktériumfajok ugyanis is kitarótspórát (endospórát) nem képeznek. A legtöbb faj rendelkezik csillókkal is, amelyek vizes közegben az aktív mozgást biztosítják. A növénykórokozó baktériumok csillózságát a 19. ábra mutatja. A pilus (vagy fimbra) a csillónál lényegesen vékonyabb és rövidebb képződmény, amelynek a konjugációban van szerepe, továbbá segítheti a baktérium megapadását a növényi sejtfalon.

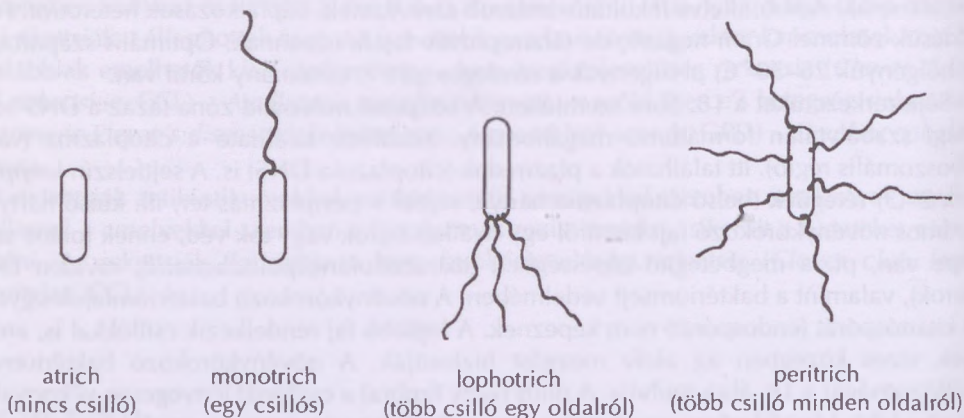
Szaporodás

A növénykórokozó baktériumok szaporodása leginkább ivartalanul (osztódással, hasadással) történik, kedvező körülmények között nagyjából 3 óránként. Ismert az ivaros szaporodás is (konjugáció), de ez meglehetősen ritka (10^{-7}).

A szaporodásdinamikát a 20. ábra mutatja be. A kezdeti nyugalmi állapotot, amely mindössze néhány órá, (ún. *leg-fázis*), egy logaritmikus szaporodási szakasz követi, amely több napig is eltart (*log-fázis*). Ezután egy hosszabb időszak következik, az ún. *stacioner-szakasz*. Itt hozzávetőleg ugyanannyi sejt képződik, mint amennyi elpusztul. Az utolsó a csökkenő-szakasz, amely fajtól függően néhány naptól néhány hónapig is eltart. Ha a baktériumokat szilárd táptalajon tenyésztjük, akkor jellegzetes telepeket (kolóniákat) képeznek. A telepek jellemzőek lehetnek az egyes nemzetségekre (telep színe,



18. ÁBRA. A FITOPATOGÉN BAKTÉRIUMOK SEJTSZERKEZETÉNEK SEMATIKUS ÁBRÁZOLÁSA.



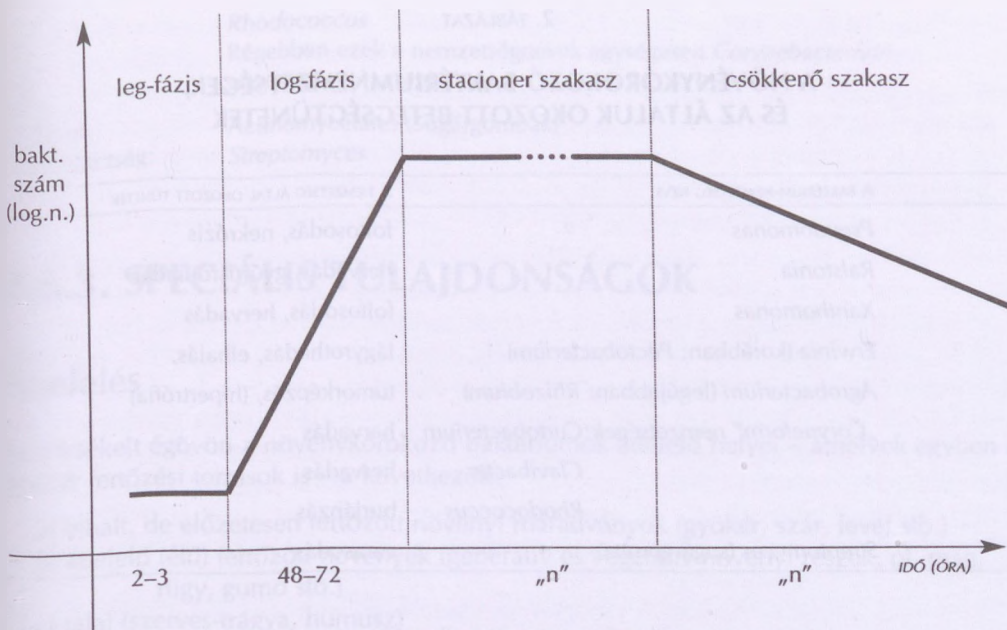
19. ÁBRA. A NÖVÉNYKÓROKOZÓ BAKTÉRIUMOK CSILLÓZOTTSÁGA.

konzisztenciája, alakja stb.). Számos növénykórokozó faj festékképző. Ezek a festékek vagy vízben oldhatók, és ekkor a táptalajba is diffundálnak (pl. *Pseudomonas fluorescens*), vagy vízben oldhatatlanok, és ebben az esetben a táptalajt nem színesítik meg (pl. *Xanthomonas* sp.).

A baktériumok szaporodását több tényező is befolyásolja (pl. hőmérséklet, tápanyag, víz, pH, oxigén, fény stb.).

Fajmeghatározás

A fajok meghatározásának alapfeltétele az ún. tiszta tenyészet létrehozása, rendszerint valamilyen táptalajon (normál, megkülönböztető, szelektív stb.). Pontos identifikálásukhoz többféle módszer együttes elvégzése szükséges. Ilyenek pl. az (a) egyszerű, ún. standard



20. ÁBRA. A NÖVÉNYKÓROKOZÓ BAKTÉRIUMOK SZAPORODÁSDINAMIKÁJA.

vizsgálatok (Gram-festés, táptalajon mutatott tulajdonságok, alak, szín, konzisztencia stb.), (b) biokémiai teszt sorozatok vagy enzimreakciók (pl. különféle szénhidrát-hasznosítások, zsírbontás, tejbontás, pektin-bontás, antibiotikum-érzékenység, oxidáz-teszt stb.), (c) szerológiai (szérumdiagnosztikai) módszerek, (d) fágérzékenységi vizsgálatok, (e) élő növényekre történő visszafertőzések (patogenitás tesztek) és újabban (f) a molekuláris technikák. E vizsgálatok akár csak részbeni elvégzése is meglehetősen eszköz-, munka-, anyag- és laboratórium-igényes feladat.

2.6.2. RENDSZERTAN

A növénykórokozó baktériumok rendszertana nem végleges. A nevek, besorolások gyakran változnak. Jelenleg 9 nemzetségbe (genus) soroljuk fajukat (2. táblázat).

A rendszertani kategóriák egyébként hasonlóak a növényvilág ismert besorolásaihoz, azaz törzs, osztály, rend, család, nemzetség, faj, alfaj, ill. faj alatti nem rendszertani egységek, pl. patovariáns (pv.), rassz, biotípus és biovariáns.

A baktérium-rendszertanba a fonalas testalakulású sugárgombák (Actinomycetales) is beletartoznak, ezért a *Streptomyces* nemzetséget is itt, a baktériumoknál kell tárgyalnunk.

A sugárgombák morfológiailag a gombákhoz hasonló prokariótikus mikroorganizmusok. Méreteik és biokémiai tulajdonságaik miatt a baktériumokhoz sorolják őket. Vegetatív tenyésztésük táptalajon sugár irányú szétterjedésű, és ún. cönocitikus hífákból áll (vö: 2.7. Fitopatogén gombák c. fejezetet). Ezek sok esetben spirális lefutásúak, s mindössze 1–2 μm vastagságúak. A micéliumtelepek színe eltérő (színes), a növénykórokozóké szürke, vagy szennyesfehér. Szaporodásuk gömb, hordó, ovális alakú, ún. kokkuszoskkal történik, amely tulajdonképpen az ún. légmicélium-szál végének a feldarabolódása. A spórák

A NÖVÉNYKÓROKOZÓ BAKTÉRIUMNEMZETSÉGEK, ÉS AZ ÁLTALUK OKOZOTT BETEGSÉGTÜNETEK

A BAKTÉRIUM-NEMZETSÉG NEVE	A NEMZETSÉG ÁLTAL OKOZOTT TÜNETEK
<i>Pseudomonas</i>	foltosodás, nekrózis
<i>Ralstonia</i>	hervadás, gyűrűsrothadás
<i>Xanthomonas</i>	foltosodás, hervadás
<i>Erwinia</i> (korábban: <i>Pectobacterium</i>)	lágyrothadás, elhalás,
<i>Agrobacterium</i> (legújabb: <i>Rhizobium</i>)	tumorképzés, (hipertrófia)
„ <i>Coryneform</i> ” nemzetségek: <i>Curtobacterium</i>	hervadás
<i>Clavibacter</i>	hervadás
<i>Rhodococcus</i>	burjánzás
<i>Streptomyces</i> (sugárgomba)	varasodás

(a micéliumok is) vagy sima, vagy tüskés falúak (ornamentáltak). Festődés szempontjából Gram-pozitívok. Meghatározásuk hasonló a baktériumokéhoz (morfológia, biokémiai tesztek stb.). Ismeretes, hogy egyes sugárgomba fajok hatásos antibiotikumokat termelnek (pl. streptomycin, chloramphenicol, kasugamycin stb.), így hasznos tulajdonságaik is vannak. A természetben főleg a talajokban találhatók, és itt igen jelentős a lebontó tevékenységük (humuszképzők).

Megjegyezzük, hogy más ismert baktériumnemzetségek (pl. *Clostridium*, *Bacillus*) fajai is okozhatnak növényeken esetenként tüneteket, de ezek nem elsődleges (primer) növényi kórokozók.

A 2. táblázatban szereplő növénykórokozó baktériumok jelenlegi rendszertani beosztása a következő:

GRAM-NEGATÍV fitopatogén baktériumok:

Család: Pseudomonadaceae

Nemzetség: *Pseudomonas*

Ralstonia

Xanthomonas

Család: Enterobacteriaceae

Nemzetség: *Erwinia* (korábban *Pectobacterium* volt a neve)

Család: Rhizobiaceae

Nemzetség: *Agrobacterium* (az *Agrobacterium* nemzetségnév legújabbán vitatott, fajaikat a *Rhizobium*okhoz sorolták át)
Rhizobium

GRAM-POZITÍV fitopatogén baktériumok:

Hivatalos családnév nincs.

Nemzetség: *Curtobacterium*

Clavibacter

Rhodococcus

Régebben ezek a nemzetségnevek egységesen *Corynebacterium* génusznévvel szerepeltek.

Rend: Actinomycetales (Sugárgombák)

Nemzetség: *Streptomyces*

2.6.3. SPECIÁLIS TULAJDONSÁGOK

Áttelelés

A mérsékelt égövön a növénykórokozó baktériumok áttelelő helyei – amelyek egyben a primér fertőzési források is – a következők:

- a) elhalt, de előzetesen fertőzött növényi maradványok (gyökér, szár, levél stb.)
- b) áttelelő (élő) fertőzött növények (generatív és vegetatív növényi részek, pl. mag, rügy, gumó stb.)
- c) talaj (szerves-trágya, humusz)
- d) vektorok (fonálférgek, rovarok stb.).

Terjedés

A baktériumok passzív úton terjednek. A terjedésben a legnagyobb szerepe az időjárási tényezőknek van (eső, szél). Természetesen a különféle vektorok, valamint az emberi tevékenység is terjesztheti a baktériumokat (talajművelő gépek, szerszámok, öntözés stb.).

Behatolás a növénybe (penetráció), ill. megtelepedés és felszaporodás

A baktériumok a növényi felszínt (kutikula) aktívan nem képesek áttörni. Bejutásuk a növényi szövetekbe leggyakrabban sebekben, sérüléseken át történik, vagy a növény természetes testnyílásain passzív úton szívódnak be (pl. sztóma, hidatóda, lenticella, bibe, levélripacs). Ha a bejutás megtörtént, a baktériumok a sejtközi térben (intercelluláris), vagy a szállítószövetekben telepednek meg, és itt kezdenek szaporodni.

Amennyiben fogékony (kompatibilis) a gazda–parazita kapcsolat, ez végül megbetegedéshez, esetleg a növény pusztulásához vezet. A szimptómák szabad szemmel történő megfigyelése csak akkor lehetséges, ha a baktériumszám eléri a 10^8 – 10^9 sejt/cm² értéket a levélben.

Ha a kórokozó idegen gazdanövénybe jut, idővel a szaporodása gátolódik, megbetegedés nem jön létre (inkompatibilis kapcsolat). Ilyenkor a növények gyakran ún. hyperszenzitív reakcióval (HR) védekeznek a bejutott kórokozóval szemben, és gyors lefolyású, radikális szövetelhalások figyelhetők meg egyes növényi részekben (pl. leveleken).

A baktériumok által indukált növényi hyperszenzitív reakciót KLEMENT ZOLTÁN, FARKAS GÁBOR és LOVREKOVICH LÁSZLÓ fedezte fel 1964-ben.

Fertőzés (infekció)

Az infekcióhoz, a baktériumok által okozott járványok kialakulásához az alábbi tényezők – és ezek térbeli és időbeli – egybeesése szükséges:

- a) patogenitással rendelkező virulens kórokozók
- b) fogékony gazdanövények tömege
- c) megfelelő környezeti tényezők.

Amennyiben ezek közül valamelyik hiányzik, a fertőzés (vagy járvány) nem jöhet létre. Fenti hármas tagolás egyben az alapvető (legegyszerűbb) általános járványtani modell is.

Meg kell említeni, hogy a baktériumok kórokozó-képességének a feltárásában szintén jelentős magyar kutatási eredmények születtek. A baktériumokkal végzett ún. génsebézeti munkák további ismeretekkel gyarapították a kórokozó baktérium és a fogékony növény közötti kölcsönhatás (komplex szignálrendszer) molekuláris szintű (részbeni) megértését. Tisztázódtak egyes, ún. virulencia faktorok (a betegségrizindróma kialakulásában részt vevő géntermékek, pl. baktérium-poliszacharidok, toxinok, enzimek, növényi növekedésszabályozó anyagok stb.) és szerepük. Sokkal többet tudunk a baktériumok genetikájáról, és már molekuláris szintű összefüggések is ismeretesek a patogenitás, valamint a rezisztencia elméleti alapjairól.

KLEMENT (1998) a növény és a patogén kapcsolatának genetikai tanulmányozásával kapcsolatban a következőket írta: „A növény és a patogén kölcsönhatása genetikai tanulmányozásának végső célja kétirányú. Az egyik, hogy a rezisztenciát hordozó gének bevezetésével kíséreljünk meg betegség-ellenálló, rezisztens növényeket előállítani, a másik, hogy molekuláris biológiai módszerek segítségével közelítsük meg a patogenitás és a rezisztencia molekuláris alapjait.”

2.6.4. BETEGSÉGTÜNETEK ÉS A FONTOSABB FAJOK

A növénykórtanban gyakran előfordul az az eset, hogy más-más kórokozó csoportok (vírusok, fitoplazmák, baktériumok, gombák) hasonló tüneteket okoznak a megtámadott növényen (pl. hervadást az említett kórokozó csoportok egyaránt előidézhetnek). Ugyanakkor az is előfordulhat, hogy azonos kórokozó más-más gazdanövényen eltérő tüneteket idéz elő. Ezt a jelenséget ún. szimptóma változékonyságnak nevezzük. A fitobakteriológiában a következő (jellemző) tünetcsoportok különíthetők el:

- a) foltosodás, varasodás (nekrozis)
- b) rákosodás, elhalás (nekrozis)
- c) lágyrothadás vagy nedvesrothadás (elhalás)
- d) hervadás (lankadás)
- e) szövetburjánzás (tumorképződés, hipertrófia)

Foltosodásról akkor beszélünk, ha a növényi sejtek pusztulása (nekrotizálódása) viszonylag kis területre korlátozódik. A tünetegyüttes az ún. zsírfoltossággal kezdődik. Ilyenkor az intercellulárisok vízzel telítődnek ott, ahol a baktériumok találhatóak (a baktériumtok poliszacharid vagy EPS-anyaga nedvszívó tulajdonságú). Később, ha a baktériumszaporodás eléri egy kritikus szintet (elfogy az intercellulárisok glükóz-tartalma), már nem képződik tokanyaga a baktériumoknak és a „csupasz” baktériumok a közvetlen kontaktus révén (baktérium-sejttel és növényi sejttel érintkezése) elindítják a növényi sejtek elhalását, amely egy idő után mint nekrotizálódott (elbarnult, elhalt) folt jelentkezik.

Ugyanekkor már a baktériumok is pusztulnak, és a felszabaduló toxikus anyagaiktól, illetve a baktériumok által termelt nem gazdaspecifikus toxinoktól (pl. syringomycin, tabtoxin) a folt körül kialakul egy sárga, ún. klorotikus udvar (halo). A beteg növényi szövetekből ammónia és etilén szabadul fel, amely tovább fokozza a szövetek elhalását.

A foltosodásnak többféle típusa is ismert (pl. pettyesség, udvaros foltosság, szögletes foltosság, csíkoság stb.). A fitobakteriológiában rendszerint ezek mind előfordulnak. A különböző növényeken foltosodást az alábbi baktériumfajok okoznak:

Pseudomonas savastanoi pv. *phaseolicola*: bab

P. syringae pv. *pisi*: borsó

P. savastanoi pv. *glycinea*: szója

P. syringae pv. *tabaci*: dohány

P. syringae pv. *lachrymans*: uborka

Xanthomonas campestris pv. *phaseoli*: bab

X. vesicatoria: paprika és paradicsom

X. arboricola pv. *juglandis*: dió.

A foltosodáson belül egy másik tünettípus az ún. varasodás. Ebben az esetben szintén jól körülhatárolható a folt, de itt a növényi rész felső kutikuláris rétege hal el sejtburjánzás következtében. Ezek a kezdetben önálló foltok összeérhetnek, összefolyhatnak, de a mélyebb, belső szöveteket nem érintik. A varasodás jellegzetes képviselője a *Streptomyces scabies* faj, amely burgonyagumót fertőzi.

A rákosodás, elhalás (nekrózis) főleg a csonthéjasokon fordul elő, leggyakrabban a kajszi- és őszibarackon. A baktériumok a háncsban, kambiumban találhatók, és rákos sebet, illetve részleges vagy teljes fapusztulást (gutaütés, apoplexia) okoznak. Háncsfertőzésnél ágnekrózis és rákosodás, kambiumfertőzésnél pedig gutaütés a végső tünet (ilyenkor a baktériumok felhasználják a fa téli cukortartalékát is, és az alacsony cukorszint miatt a szövetekben fagyáspontcsökkenés áll elő, ez viszont roncsoló jégkristály-képződéshez vezet).

Ezeket a tüneteket a csonthéjas gyümölcsféléken a *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* és a *P. syringae* pv. *mors-prunorum* baktériumfajok idézik elő. Az almán, a körtén, a birsen, illetve egyéb *Rosaceae* családba tartozó növényeken az *Erwinia amylovora* zárlati, karantén faj még további súlyos virág-, gyümölcs-, és ágelhalásokat is okoz („tüzelhalás”).

Lágyrothadás vagy nedvesrothadás (elhalás) esetén a baktériumok genetikailag determináltan olyan enzimeket termelnek, amelyek a növényi sejtfalban lévő, a sejteket összetapasztó pektint (protopektint) elbontják, s ezáltal a növényi részek dezorganizálódnak, pépesen szétesnek. Ilyen pektinbontó enzim pl. a pektin-metilészteráz, poligalakturonáz, pektin-liáz stb.

Nedvesrothadásos tüneteket az *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, az *E. carotovora* subsp. *atroseptica*, és az *E. chrysanthemi* pv. *chrysanthemi* fajok okoznak burgonyán, illetve egyéb nedvdús terményeken. A *Ralstonia* (*Pseudomonas*) *solanacearum* karantén faj burgonyagumóban okoz gyűrűsrothadást (de polifág baktérium lévén egyéb növényeken is előfordulhat, pl. paradicsomon, paprikán, dohányon, muskátlin stb.).

Egyes *Pseudomonas* fajok (pl. *Pseudomonas viridiflava*) is okozhatnak lágyrothadást, pl. a paprika bogyójában. Esetenként – anaerob körülmények között – szekunder illetve ún. opportunistá *Clostridium* és *Bacillus* fajok is társulhatnak a rothadási folyamatba.

Hervadás (lankadás) szimptomák akkor jönnek létre, ha a növények szállító szövetei (xilem) károsodnak. Ezt a jelenséget tracheobakteriózissnak nevezzük. Hervadást, lankadást (esetleg törpenövést) a növények vízszállító rendszerének eltömődése okoz, amelyet

a baktérium-tömeg, vagy az EPS idéz elő (membrán-pórusok elzáródása). Egyes, a baktériumok által termelt toxinok is okozhatnak hervadást. E tünetcsoportnál gyakori jelenség az edénynyalábok barnára színeződése is (gyűrűsbetegség). A különböző növényeken tipikus baktériumos hervadást idéznek elő az alábbi baktériumok:

Curtobacterium flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens*: bab

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*: paradicsom

Xanthomonas campestris pv. *campestris*: káposzta és repce

Clavibacter michiganensis subsp. *sepedonicus* és *Ralstonia solanacearum*: burgonyagumó.

Utóbbi két baktérium karantén kórokozó.

Szövetburjánzás (tumorképződés, hipertrófia, hiperplázia) tüneteket is létrehozhatnak egyes patogén baktériumok, amelyek a növények gyökerein, esetleg a szárakon, vesszőkön alakulnak ki sejtburjánzás révén (hipertrófia). E rákos daganatok képződésének két fázisa van: (a) tumorindukálás, (b) tumorképződés. A tumorindukálás fázisa „plazmid-kódolású”, tehát a citoplazma-DNS egy génje az indukáló faktor (ún. Ti-plazmid). A sebzés következtében a növényi genomba integrálódó baktérium-plazmid indolecetsav és citokinin növekedési hormonok szintézisét indukálja a fertőzött növényi sejtekben. Ezek a sejtek így kikerülnek a növényi szervezet hormonszabályozása alól, és önálló burjánzásnak indulnak. Ez már a második fázis, és ekkor keletkeznek a jellegzetes rákos daganatok. A golyvás növények rendszerint gyengébb növekedésűek, de külsőleg tünetmentesek is lehetnek. Ezeket a jellegzetességeket az *Agrobacterium* (*Rhizobium*) és a *Rhodococcus* génusz fajai okozzák:

Agrobacterium tumefaciens: a gyümölcsfélék gyökerein

A. vitis: a szőlő gyökerén és vesszőjén,

A. rubi: málnavesszőn.

A *Rhodococcus fascians* faj főleg dísnövényeken okoz burjánzásos tüneteket (muskátli, szegfű, de répán is előfordulhat).

Korábban is utaltunk rá, de itt is megjegyezzük, hogy a 2003. évtől az *Agrobacterium* génusznév megszűnt, és a korábban ide tartozó fajokat átsorolták a *Rhizobium* nemzet-ségbe. Tehát a fenti fajok új nevei sorrendben a következők: *Rhizobium radiobacter*, *R. vitis*, *R. rubi*.

Fontos megemlíteni azt is, hogy az *Agrobacterium tumefaciens*, azaz a *Rhizobium radiobacter* fajnak génátviteli szerepe miatt nagy jelentősége van a növényi biotechnológiában is. Plazmidjaival ugyanis lehetséges idegen, de hasznos gének (pl. rezisztenciagének) mesterséges átvitеле, bevitele a növényekbe („génésebészet”).

2.6.5. VÉDEKEZÉS

A baktériumok elleni védekezés meglehetősen nehéz feladat tekintettel arra, hogy (a) az intercellulárisokban élnek, így az elérhetőségük nehéz, (b) kevés baktériumölő (baktericid) készítménnyel rendelkezünk, (c) a baktériumok rendkívül variábilis szervezetek, és ezáltal gyorsan képesek új tulajdonságokat felvenni (mutációs rátájuk 10^7). Fenti nehézségeket figyelembe véve a jelenlegi védekezési lehetőségek a következők:

Prevenció

A megelőzés a legegyszerűbb, legjárhatóbb és legolcsóbb védekezési eljárás. Ilyen pl. a területkiválasztás, az izolációs távolságok betartása, az egészséges szaporítóanyag, a negatív szelekció, a sebzésmentes növényápolás és betakarítás, 3–4 éves vetésváltás, a talaj, az eszközök és a szerszámok fertőtlenítése (kálium-permanganát, hidrogén-peroxid, nátrium-hipoklorit), karantén (zárlati) rendszabályok betartása stb. E lehetőségek nagyobb részét agrotechnikai védekezésnek is nevezik.

Kémiai védekezés

A gombákkal ellentétben a baktériumok elleni kémiai védekezés igen korlátozott. A közismert réztartalmú készítményeknek van baktericid, vagy bakteriosztatikus hatása (réz-szulfát, rézoxiklorid, rézhidroxid hatóanyagok, pl. Astra Rézoxiklorid, Bordóilé FW, Bordói por, Champion 50 WP, Champion 2 FL, Kocide DF, Kocide 101, Kocide 2000, Kocide Combi, Cuprosan 50 WP, Cuproxat FW, Rézoxiklorid 50 WP, Vitra Rézhidroxid, Rézgálic, Funguran-OH 50 WP, Pluto 50 WP stb.). A védekezések során ügyelni kell arra, hogy a réz a növényekre is toxikus lehet, ezért csak megfelelő koncentrációban alkalmazhatók, pl. az almatermésűek tűzelhalása (*Erwinia amylovora*) ellen.

Az antibiotikumoknak hazánkban igen korlátozott a használata, kevés az engedélyezett készítmény (pl. a kasugamycin hatóanyagú Kasumin 2 L, illetve esetenként, külön engedéllyel a streptomycin hatóanyagú Sztreptomicin-szulfát).

Biológiai védekezés

Egyes, ún. antagonista baktériumokat fel lehet használni a patogének ellen. Meg kell azonban jegyezni, hogy meglehetősen behatárolt ez a lehetőség is [pl. az *Erwinia amylovora* faj ellen megpróbálnak felhasználni egyes *Pseudomonas* antagonista baktériumfajokat; vagy Ti-plazmiddal nem rendelkező apatogén (tehát nem kórokozó) *Agrobacterium* (*Rhizobium*) fajok felhasználása az ugyanezen nemzetségbe tartozó patogének ellen stb.].

Rezisztenciára-nemesítés

A kifejezett, tudatos nemesítés a növénykórokozó baktériumok ellen az utóbbi évtizedben, főleg a zöldségfélék baktériumos betegségei ellen egyre jelentősebbé vált. Ugyanakkor célszerű a növényfajtákban eleve meglévő rezisztencia tulajdonságokat kiaknázni (jó példa erre egyes burgonyafajták gumóinak természetes ellenállósága az *Erwinia*-fajok okozta nedves-rothadással szemben).

A fenti védekezésmódok együttes, okszerű alkalmazásait integrált védekezésnek nevezzük. A védekezésnél fontos szempont az, hogy amennyiben felismertük a baktériumos eredetű kártételt, minél előbb kezdjük el a védekezést, mert a baktériumos betegségek a legtöbb esetben igen gyorsan terjednek, és gyors lefolyásúak (napok alatt elpusztulhat a növény). Emiatt különös jelentősége van a megelőzésnek, a prevenciónak.

- ALFÖLDI Z. és NÁSZ I. (1978): MIKROBIOLÓGIA. MEDICINA KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST 1978.
- BUCHANAN, R.E. AND GIBBONS, N.E. (Ed.) (1974): BERCEY'S MANUAL OF DETERMINATIVE BACTERIOLOGY. BALTIMORE 1974. 1268 pp.
- ÉRSEK T. és GÁBORJÁNYI R. (SZERK.) (1998): NÖVÉNYKÓROKOZÓ MIKROORGANIZMUSOK. ELTE, EÖTVÖS KIADÓ, BUDAPEST 1998. 288 pp.
- FISCHL G. (SZERK.) (2003): A NÖVÉNYKÓRTAN ALAPJAI. KARI JEGYZET. VESZPRÉMI EGYETEM, GEORGIKON MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR, KESZTHELY 2003. 138 pp.
- FOLK GY. és GLITS M. (1993): KERTÉSZETI NÖVÉNYKÓRTAN. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1993. 560 pp.
- GOODMAN, R.N., KIRÁLY Z. és WOOD, K.R. (1991): A BETEG NÖVÉNY BIOKÉMIAJA ÉS ÉLETTANA. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1991. 829 pp.
- KIRÁLY Z., KLEMENT Z., SOLYMOSY, F. AND VÖRÖS, J. (1970): METHODS IN PLANT PATHOLOGY. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1970. 509 pp.
- KLEMENT Z. (1998): A BAKTÉRIUMOK KÓROKOZÓ KÉPESSÉGE. IN: ÉRSEK T. és GÁBORJÁNYI R. (SZERK.), NÖVÉNYKÓROKOZÓ MIKROORGANIZMUSOK. ELTE EÖTVÖS KIADÓ, BUDAPEST 1998. pp. 104-114.
- KLEMENT Z. (1999): A NÖVÉNY ÉS A BAKTÉRIUM KÖLCSONHATÁSA: PATOGÉN KAPCSOLAT. IN: BALÁZS E. és DUDITS D. (SZERK.), MOLEKULÁRIS NÖVÉNYBIOLÓGIA. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1999. pp. 519-567.
- KLEMENT, Z., FARKAS, G.L. AND LOVREKOVICH, L. (1964): HYPERSENSITIVE REACTION INDUCED BY PHYTOPATHOGENIC BACTERIA IN THE TOBACCO LEAF. PHYTOPATHOLOGY 54: 474-477.
- KLEMENT, Z., RUDOLPH, K. AND SANDS, D.C. (1990): METHODS IN PHYTOBACTERIOLOGY. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1990. 568 pp.
- SIGE, D.C. (1993): BACTERIAL PLANT PATHOLOGY: CELL AND MOLECULAR ASPECTS. UNIVERSITY PRESS, CAMBRIDGE 1993.
- SZEPESSY I. (1977): NÖVÉNYBETEGSÉGEK. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1977. 446 pp.
- UBRIZSY G. (SZERK.) (1965): NÖVÉNYKÓRTAN. I. KÖTET. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1965. 579 pp.
- VIÁNYI F. (1998): ÁLTALÁNOS NÖVÉNYKÓRTAN. EGYETEMI JEGYZET. GÖDÖLLŐ 1998. 101 pp.

2.7. Fitopatogén gombák

2.7.1. ÁLTALÁNOS JELLEMZÉS

Ma már a szakemberek között ismert, hogy a gombák, beleértve a növénykórokozó gombákat is, az élőlények külön világát, evolúciós ágát alkotják. Egyes becslések szerint a létező fajok száma megközelíti a másfélmilliót, a leírt fajok pedig a százazres nagyságrendet is eléri. Évente 1000 új fajt írnak le. A növénypatogén gombák az összes növénybetegség mintegy kétharmadát idézik elő, amely fontosságukat is meghatározza.

A gombák telepes, eukariotikus, klorofill nélküli, heterotróf (szaprotróf, nekrotrof vagy biotróf) táplálkozású [ún. chylotroph (kilotróf) vagy abszorbatív táplálkozás], spóráképző szervezetek. Speciális gombaképletük a lomszóma. Sejtfaluk döntő többségében kitin és hemicellulóz. Tartalék tápanyaguk ellentétben a növények keményítőjével, glikogén. Szaporodásuk rendkívül változatos: (a) vegetatív, (b) ivartalan és (c) ivaros úton mehet végbe. Az utóbbi évtizedben végzett széles körű sejttani, biokémiai, molekuláris biológiai és genetikai kutatások számos új ismeretre derítettek fényt.

Tenyésztestük felépítésében a fejlődés különböző szintjén álló gombák között jelentős eltérések mutatkoznak. Az alacsonyabb rendű, kezdetleges gombacsoportoknál a tenyésztet plazmódiumból áll, amelyet kívülről sejtthártya borít, és emiatt a plazmódium pleomorf, gyakran felveszi a megtámadott növényi gazdasejt alakját. A magasabb rendű gombák esetében a tenyésztet gombafonalakból, hifákból, illetve ezek szövédékből (micélium) áll. A gombák egy részénél (pl. *Oomycota*) a hifák harántfal nélküli, ún. cönocitikus micéliumot alkotnak. A tömlős gombáknál a hifa harántfalakkal tagolt, szeptált, de a harántfal nem teljesen zárt, a sejtmagvak az egyik sejtől a másikba átjuthatnak, emiatt a micélium funkcionálisan cönocitikusnak tekintendő. A bazidiumos gombák képviselőinél a harántfal teljesen zárt (ún. doliporus).

A gombáknak a következő hifa módosulatai vannak:

- a) appresszórium, amellyel a megtámadott növény felületén megtapadnak
- b) hausztórium (szívófonal), amivel a növény sejt közötti járataiba, illetve sejtjeibe hatolnak, és tápanyagot vesznek fel. Alakja fonál-, gömb- vagy kesztyűujjszerű
- c) rizomorfa, a talajban képződő vastag, gyökérszerű hifaköteg, nagy távolságra tudja a tápanyagot szállítani
- d) szklerócium, sötétszínű kemény kitartó képlet (ál-, valódi, mikroszklerócium is lehet)
- e) sztróma, olyan micélium szövedék, amelyben, vagy amelyen spórák alakulnak ki
- f) klamidospóra, elsősorban kitartósejtnak tekinthető, de osztódásra is képes.

A gombák szöveti differenciálódása nem olyan fejlett, mint a növényeké és az állatoké. A gombaszövetek megjelölésére a plektenhima elnevezést alkalmazzuk. Ennek két típusát különböztetjük meg: (a) a prozenhima esetében a hifák rendszerint párhuzamosan helyezkednek el, hosszúkás sejtjeik laza szövedéket alkotnak; (b) a pszeudoparenhima szorosan egymáshoz csatlakozó ovális jellegű sejtekből áll. Telepképzésük igen változatos formájú, főként az ivaros és ivartalan reprodukciós szerveik esetében.

2.7.2. SZAPORODÁS

A gombák egyedfejlődésére a sokféleség jellemző. A fitopatogén gombák esetében három fő szaporodási módot ismerünk: (a) vegetatív szaporodás, (b) ivartalan szaporodás, (c) ivaros szaporodás.

A vegetatív szaporodás esetében a micélium különböző hosszúságú részekre, sejtekre darabolódik (pl. klamidospórák), vagy tömörül, és ún. szklerócium képződik.

Az ivartalan szaporodás célja, hogy a nagy tömegben képződött spórák segítségével biztosítsa a faj gyors elterjedését. Az utódok genetikai értelemben pontos másai, klónjai a szülőtörzsnek, kivéve a paraszexuális szaporodás esetét. Az ivartalan úton képződő leggyakoribb spóratípusok a zoospóra, az aplanospóra és a konídium. A zoospórák (rajzóspórák) ostor-(whiplash) és/vagy tollszerű (tinsel) flagellummal rendelkezhetnek, valamint aktívan mozognak vízcseppben. Az aplanospórák sporangiumban keletkeznek, önálló mozgásra képtelenek, nincs a felületükön ostor. A konídiumok ún. konidiofórákon, ivartalan termőtestben, vagy anélkül keletkező, anamorf alakot képviselő mitospórák. Utóbbiakat főleg a légmozgás terjeszti.

Az ivaros szaporodás, mint a gombák fő szaporodási módja, fontos a gombák evolúciójában, rendszertani helyének meghatározásában, taxonómiai besorolásában. Lényege, hogy a két szülőtörzs ivarsejtjeinek (gamétáinak) egyesülésével létrejött utódsejtek (diploid zigóta) mindkét szülő genetikai állományát hordozzák. A szülői homológ génpárok közötti gyakori rekombináció következményeként az utódokban új génkombinációk is megjelenhetnek, ami egyfajta genetikai megújulást jelent. Nagy jelentősége van a faj fenntartásában és a genetikai állomány stabilitásának biztosításában. Az ivaros folyamat első szakaszában két protoplazma egyesül (plazmogámia), a kompatibilis sejt-magvak egy sejtbe kerülésével létrejön a dikariotikus állapot. Ezt követően a két ellentétes sejt-mag egyesülésével (kariogámia) kialakul a diploid állapot. A harmadik szakaszban zajlik le a meiosis, a kromoszómaszám haploid értékre csökken.

Az alacsonyabb rendű gombáknál az egész tenyésztet átalakul szaporítóképletté, ez a holokarpikus szaporodás. A magasabb rendű gombák esetében a tenyésztetnek csak egy része alakul át szaporítóképletté, ez az eukarpikus szaporodás. A szaporodásban

részt vevő ivarsejtek a gaméták, az ivarszervek pedig a gametangiumok. Ezen utóbbiak lehetnek morfológiailag megegyező izogametangiumok, és morfológiailag eltérő heterogametangiumok (oogónium, aszkogónium, anterídium). A tipikus ivaros szaporodási formák a következők: (a) oogámia, (b) zigogámia, (c) aszkogámia. Gametangiumok hiányában a bazidiumos gombáknál szomatogámiáról beszélünk.

2.7.3. NEVEZÉKTAN, AZONOSÍTÁS ÉS RENDSZERTANI ISMERETEK

A gombafajokat, hasonlóan a többi élő szervezethez, kettős latin névvel látják el. Az első a nemzetségnév (génusz), a második a fajnév (species). A gombák elnevezésében is a Nemzetközi Botanikai Kódexet kell követni. Egy új faj leírásakor a típustörzset képviselő izolátumot nemzetközi törzsgyűjteménybe kell elhelyezni, és a fajleírást nemzetközi folyóiratban kell megjelentetni. Ha egyazon fajt többször leírtak, akkor az időben korábbi fajleírás az érvényes. Ha egy fajt több névvel is elláttak, akkor a szinonim neveket a legitim név után zárójelben tüntetik fel. A faj leírójának nevét a fajnév után írják. A gombafaj ivartalan formáját anamorfának, míg ivaros formáját teleomorfának nevezik. A két forma együttes elnevezése a holomorfa. Az utóbbi években az anamorf alak helyett a mitospórás gombák, a teleomorf alak helyett a meiospórás gombák elnevezést javasolják.

A gombarendszertanban használatos rendszertani kategóriák a következők (pl. az *Uromyces striatus* a lucernarozsda esetében):

RENDSZERTANI KATEGÓRIA	MEGJELENÉSI FORMA
Törzs	Basidiomycota
Osztály	Teliomycetes
Rend	Uredinales
Család	Pucciniaceae
Nemzetség	<i>Uromyces</i>
Faj	<i>Uromyces striatus</i>

A gombák azonosításának lehetőségei jelentős fejlődésen mentek keresztül. Erre ma is többféle módszert alkalmaznak. A gyakrabban használtak a következők:

Morfológiai határozás

Ennek során a különböző gombaképletek makroszkópos, illetve mikroszkópos vizsgálatát végzik (elsődleges és másodlagos morfológiai bélyegeket különítenek el).

Élettani jellemzők

Akkor alkalmazzák, ha kevés a morfológiai jellemző, (pl. gombagátló anyagokkal szembeni érzékenység).

Biokémiai jellemzők

Ezek közé tartozik pl. a gombatoxinok termelése, a zsírsavtartalom stb.

Genetikai jellemzők

Faj- vagy törzsszintű elkülönítést tesz lehetővé (pl. párosodási hajlam).

Biológiai jellemzők

Az izolálás helyének figyelembe vétele stb.

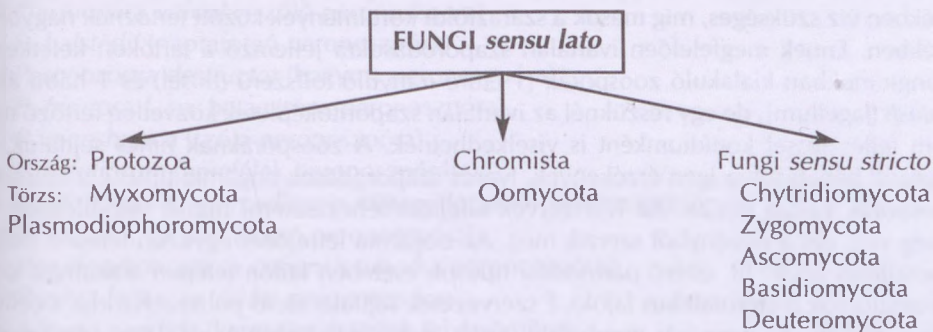
Egyéb újabb módszerek megbízhatóbb meghatározást tesznek lehetővé. Ilyenek pl. a molekuláris taxonómiai módszerek, az információhordozó makromolekulák (fehérjék, nukleinsavak) vizsgálata. Ezek adatokat szolgáltatnak a rendszertani besorolások, filogenetikai, genetikai kutatások, diagnosztikai eljárások és az epidemiológiai vizsgálatok számára. Ide sorolhatók az elektroforetikus fehérjemintázatok összehasonlítása, a szerológiai módszerek és a nukleinsav-elemzésen alapuló módszerek is.

Az újabb kutatási eredmények alapján a korábban általánosan használt „gomba” elnevezés nem tekinthető minden növénypatogén gombafajra érvényesnek. Ennek oka, hogy egy részük életmódja a primitív állati szervezetekéhez (Protozoa) áll közel, mások testi felépítésüket és egyéb tulajdonságaikat figyelembe véve sem nem állatok, sem nem növények, de még nem is gombák (Chromista), míg a növényeket károsítók nagy része valódi gombának (Fungi) tekinthető. Mindezek ellenére a kialakult hagyomány és gyakorlat indokolja, hogy mindezen szervezeteket mégis egységesen gombáknak nevezzük.

A napjainkban ismert 8–10 ezer fitopatogén gombafaj rendszertana az elmúlt évek során jelentős változáson ment keresztül. Újabb rendszertani elképzelések láttak napvilágot, és a növénykórokozó gombák rendszerezése ma sem tekinthető befejezettnek. Hazánkban is vita tárgyát képezi a gombarendszertan. Mindegyik rendszertannak megvan azonban a maga előnye és hátránya.

Ebben a jegyzetben a legújabb kutatási eredményeket is tükröző HAWKSWORTH et al. (1995): „*Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*” c. munkájára épülő rendszertant ismertetjük. Ez a gombaszótár nemzetközileg a legteljesebb, legmodernebb és legelterjedtebb a mikológus szakemberek körében.

A következőkben a legjelentősebb fajok vázlatos rendszertani besorolását közöljük:



2.7.3.1. Protozoa

Myxomycota

A valódi nyálkagombák néven ismert csoport fajai növénykórtani szempontból nem jelentősek. A növényeket rendszerint csak támasztéknak használják, szaprotróf szervezetek, ilyenek pl. a *Physarium* nemzetség tagjai.

Plasmodiophoromycota

Idetartoznak az élősködő nyálkagombafajok. Az endogén, obligát vagy biotróf nyálkagombáknak csupasz, sejtfal nélküli tenyésztestük, plazmódiumuk van. Vízben mozgó

rajzospóráik két ostorszerű (*whiplash*) flagellummal rendelkeznek, amelyek az ivartalan szaporodásban vesznek részt. Ivaros szaporodásuk az egész tenyésztésre kiterjedő holokarpikus típusú. Életmódjuk nedves körülményekhez kötött, a növények talajban lévő részeit károsítják.

A legjelentősebb fajok és az általuk okozott betegségek a következők:

Plasmodiophora brassicae (káposztafélék gyökérgolyvája)

Spongospora subterranea (burgonya poros varasodása)

Polymyxa betae [a cukorrépa rizómánia betegség (répa nekrotikus sárgaerűség vírus, *Beet necrotic yellow vein virus*, BNYYV) vektora].

2.7.3.2. Chromista

Oomycota

A kromisztumok közé tartozó oospórás, más néven petespórás „gombaszerű” szervezetek (fajok) a gombarendszeren legvitatottabb csoportját alkotják. Rendkívül nagy károkat okoznak, elterjedtek az egész világon. A legújabb kutatások szerint az ide sorolt szervezetek tagjai inkább hasonlítanak az algákra (moszatokra), mint a tulajdonképpeni gombákra. Tenyésztetük diploid, harántfal nélküli (cönocitikus) micéliumból épül fel. Harántfalaik csupán szaporodáskor képződnek. Szaporodásuk, szubmikroszkópikus jellemzőik és egyes anyagcsere útjaik alapján jól elkülöníthetők a valódi gombáktól. Jellemző rájuk az endoparazita, legtöbbjükre a biotróf életmód. Átmenetnek tekinthetők a víziről a szárazföldi életmódra való áttérés tekintetében. Kezdetleges képviselőik számára még teljes mértékben víz szükséges, míg mások a szárazföldi körülmények között fertőznek nagyobb mértékben. Ennek megfelelően ivartalan szaporodásukra jellemző a tartókon keletkező sporangiumokban kialakuló zoospórák [1 előre irányuló tollszerű (tinsel) és 1 hátra álló *whiplash* flagellum], de egy részüknél az ivartalan szaporítóképletek közvetlen fertőző micélium fejlesztéssel konídiumként is viselkedhetnek. A zoospóráknak nincs sejtfaluk, a környezeti behatásokra igen érzékenyek. Ivaros szaporodásuk oogámia típusú, a keletkező oospórák vastag falúak. Az ivarszervek kifejlődéséhez szterol típusú vegyületekre is szükség van, ezt a növényből szerzik meg. Az oogámia létrejöhet egyazon telepen belül (homotallikus fajok) ill. eltérő párosodási típusok esetében külön telepen alakulnak ki a gametangiumok (heterotallikus fajok). E szervezetek sejtfalának fő poliszacharidja a cellulóz és a glükán. Az oospórás gombáknál a növényekéhez hasonlóan sajátos sejtiszervek (Golgi készülék, endoplazmatikus retikulum) találhatóak, mitokondriumuk csöves felépítésűek, és részben anyagcseréjük (pl. lizinszintézis útja) eltér a gombákétól.

A súlyosabb károkat okozó fajok és rendszertani besorolásuk a következők:

Pythiales

Ebbe a rendbe tartozó nemzetségek esetében a hifaszerű, vagy a folyamatos sporangiumtartó növekedés és a rajzospórás továbbfejlődés a jellemző. Fakultatív és obligát biotróf táplálkozású gombafajok egyaránt előfordulnak közöttük.

Súlyos megbetegedéseket okoznak. Ilyenek a következők:

Pythium aphanidermatum (polifág, palántadőlés)

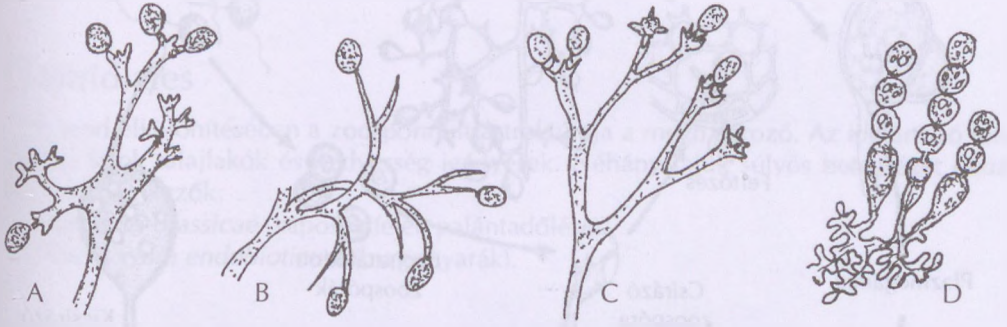
P. ultimum (cukorrépa gyökérfekély)

Phytophthora infestans (burgonyavész, paradicsomvész)

P. megasperma f. *sp. sojae* (szója gyökérrothadás).

Peronosporales

A peronoszpórafélék obligát paraziták, legtöbbjük kétszikű növényeket betegít meg. A növények sejtközi járataiban növekszenek, sejtekbe szívóhifákat (hausztóriumokat) bocsátanak. Csapadékos, hűvös időjárásban fertőzésük nagyobb mértékű. A nemzetségek elkülönítése a determinált fejlődésű sporangiumtartók jellegzetes elágazásai (egyszerű, villás, hármas, 4–6-os sterigma a tartó végén), és a gomba fertőzésének módja alapján történik (21. ábra).

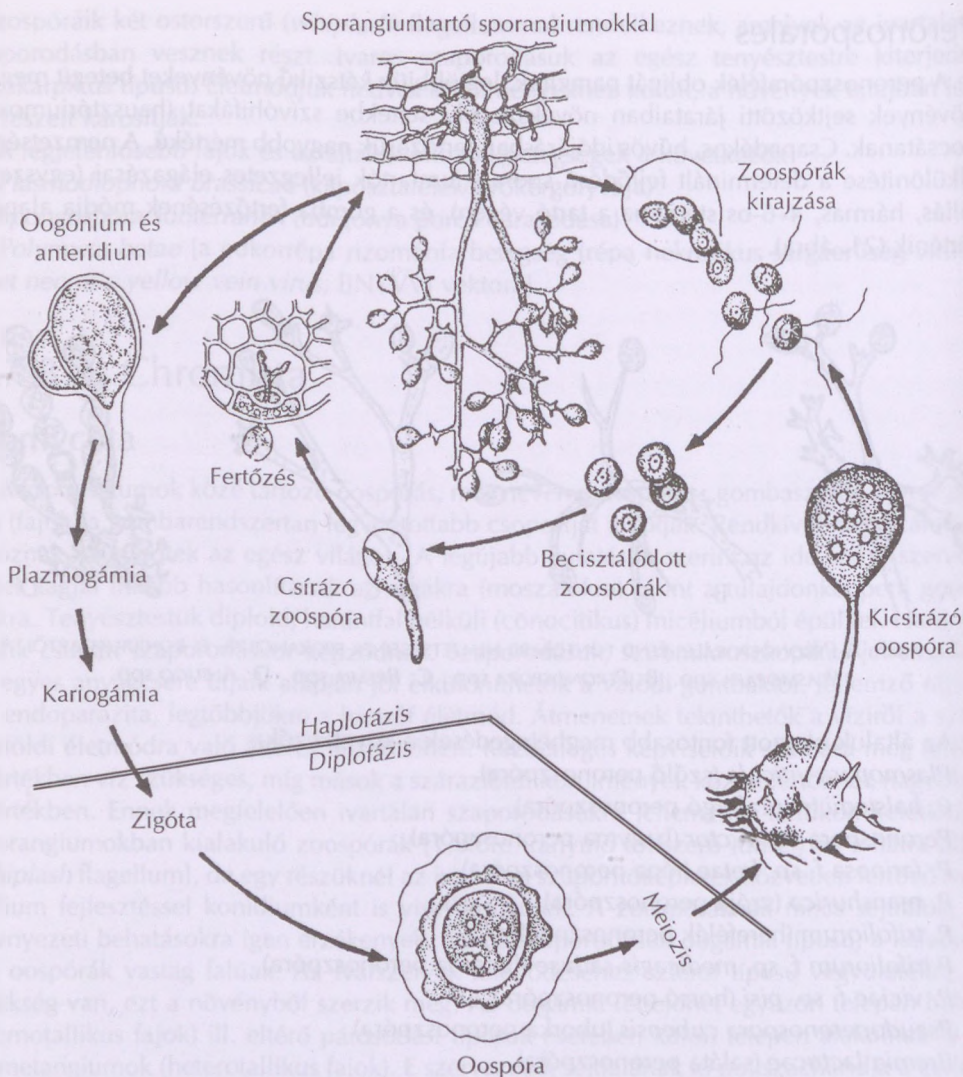


21. ÁBRA. A PERONOSPORALES REND FONTOSABB NEMZETSÉGEINEK SPORANGIUM- ÉS KONIDIUMTARTÓI. A: *PLASMOPARA* spp., B: *PERONOSPORA* spp., C: *BREMIA* spp., D: *ALBUGO* spp.

Az általuk okozott fontosabb megbetegedések a következők:

- Plasmopara viticola* (szőlő peronoszpóra)
- P. halstedii* (napraforgó peronoszpóra)
- Peronospora destructor* (hagyma peronoszpóra)
- P. farinosa* f. *sp. betae* (répa peronoszpóra)
- P. manshurica* (szója peronoszpóra)
- P. trifoliorum* (herefélék peronoszpórája)
- P. trifoliorum* f. *sp. medicagis-sativae* (lucerna peronoszpóra)
- P. viciae* f. *sp. pisi* (borsó peronoszpóra)
- Pseudoperonospora cubensis* (uborka peronoszpóra)
- Bremia lactucae* (saláta peronoszpóra)
- Albugo candida* (keresztesvirágúak fehérsömöre)
- A. tragopogonis* (fészkesvirágúak fehérsömöre)

Az idetartozó gombákkal kapcsolatban bemutatjuk a szőlő peronoszpóra betegségét előidéző *Plasmopara viticola* fejlődésmenetét (22. ábra). A sporangiumtartókról leváló sporangiumok a növény felületén lévő vízcseppbe jutva aktívan mozgó rajzospórákat bocsátanak ki. Ezek elvesztik ostoraikat, cisztospórává alakulnak. A gazdanövény sztomáin keresztül fertőző micéliumot fejlesztenek, elkezdődik az ivartalan fejlődési ciklus. Az inkubációs idő eltelte után az intercelluláris micéliumból a légzőnyílásokon át a növény felületére kinövő sporangiumtartók és azokon sporangiumok fejlődnek. Az ivartalan szakasz egy évben többször lezajlik. A tenyészedőszak vége felé a levél szöveteiben kialakulnak az oogóniumok és az anteridiumok. Ivaros folyamat eredménye lesz a vastag falú petespóra (oospóra). Tavasszal az oospóra csírázik, ún. makro- (primér-) sporangiumot hoz létre, amelyből zoospórák szabadulnak ki, és fertőzik a növényt.



22. ÁBRA. A *PLASMO PARA VITICOLA* FEJLŐDÉSMENETE (MUDICH 1975 UTÁN).

2.7.3.3. Fungi *sensu stricto*

E csoportba sorolták a tulajdonképpeni gombákat. Közös jellemzőjük, hogy sejtfalukban kitin található.

2.7.3.3.1. Chytridiomycota

Egyetlen olyan valódi gombatorzs, amelynek életciklusában aktívan mozgó sejtek is megjelennek. A valódi gombák közé sorolásukat sejtfal összetételük, riboszómális DNS szerkezetük és bizonyos biokémiai jellemzőjük támasztják alá. Számos vonatkozásban

közelebb állnak a *Protozoa*-khoz, mint a valódi gombákhoz. Tenyésztetük (thallusz) plazmódiumszerű (sokmagvú sejt), vagy gyér cönocitikus micéliumból áll. A kialakult sejttel fő alkotóeleme a kitin. Magyarországi körülmények között az endobionta életmódot folytatóknak van nagyobb szerepe. A nedves, nyirkos talajok esetében gyakran a növények földalatti részeit károsítják. Szaporodásukra a holokarpikus típus jellemző, amely a zoospórák révén zajlik le. Mind a szexuális, mind az aszexuális ciklusban részt vevő mozgó sejtformák egyetlen ostor (whiplash) típusú flagellummal rendelkeznek. Ivaros szaporodásuk ismert, de az ivarszervek nem differenciálódnak. Az ivaros szaporodás során vastagfalú kitartóspórák keletkeznek.

Chytridiales

A rend elkülönítésében a zoospóra ultrastruktúrája a meghatározó. Az idetartozó fontosabb fajok talajlakók és nedvesség igényesek. Néhány fajuk súlyos betegséget okoz. Ezek a következők:

Olpidium brassicae (káposztafélék palántadőlése)

Synchytrium endobioticum (burgonyarák).

2.7.3.3.2. Zygomycota

Tenyésztetük cönocitikus micéliumból épül fel. Az ivartalan szaporodás a tartón képződő sporangiumokban kialakuló, önálló mozgásra nem képes sporangiospórákkal (aplanospórákkal) történik. Az ivaros szaporodásra jellemző a zigogámia (izogámia), a létrejött ivaros spóra a járomspóra (zigospóra). A folyamatban részt vevő gametangiumok morfológiailag azonos, de ivarilag különböző sejtek, ún. izogametangiumok. Az idetartozó gombák között találunk növény- és állatpatogén, valamint rovarpatogén, gombapaprazita és mikorrhizaképző fajokat is.

Mucorales

Jellemző rájuk az erőteljes, gyors növekedésű, cönocitikus micélium. Egyes nemzetségeknél „rizoid”-ok rögzítik a gombát az alatta lévő szubsztrátumhoz, más esetben „sztóló”-k nőnek a levegőben. Egyes fajoknál gyakori a klamidospóra-képzés. Elhalt növényi maradványokon élnek, de alkalmi parazitaként is károsítanak. A meleg, száraz időjárású vidékeken igen nagy károkat okozhatnak. Gyümölcs-, zöldségfélék és takarmánnyok penészedését, rothadását idézik elő. Ilyenek a következők:

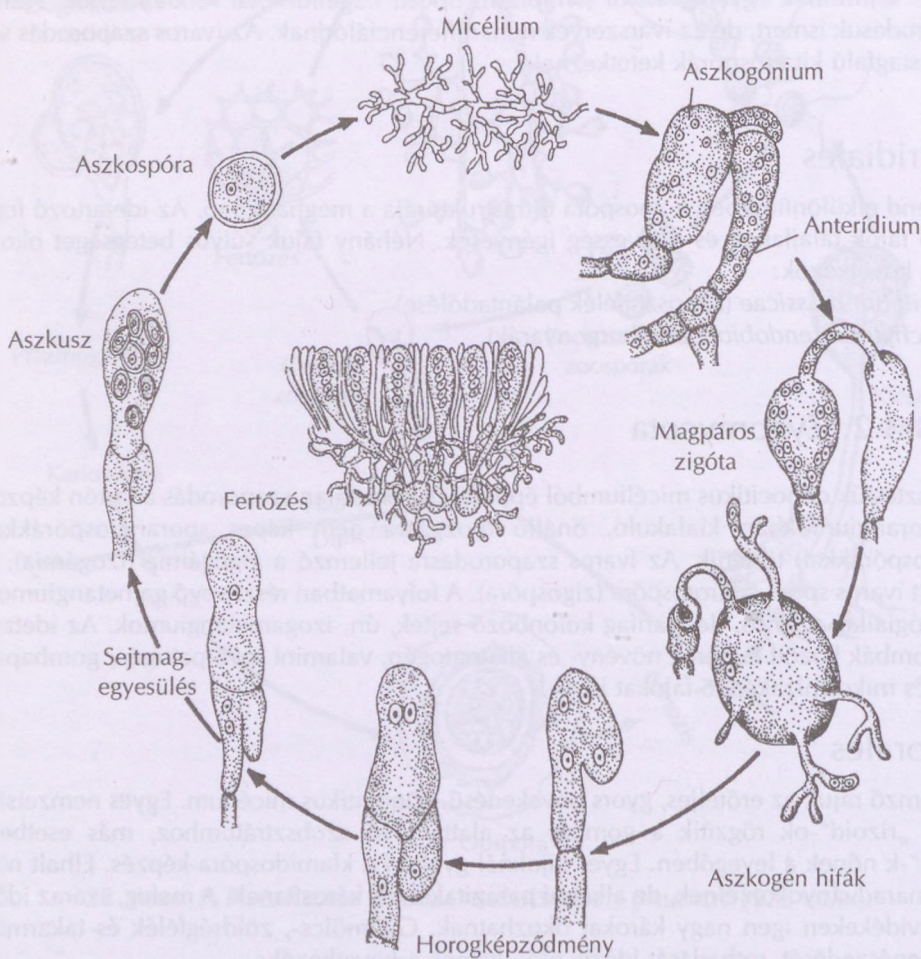
Mucor mucedo (fejespenész)

Rhizopus stolonifer (indáspenész).

2.7.3.3.3. Ascomycota

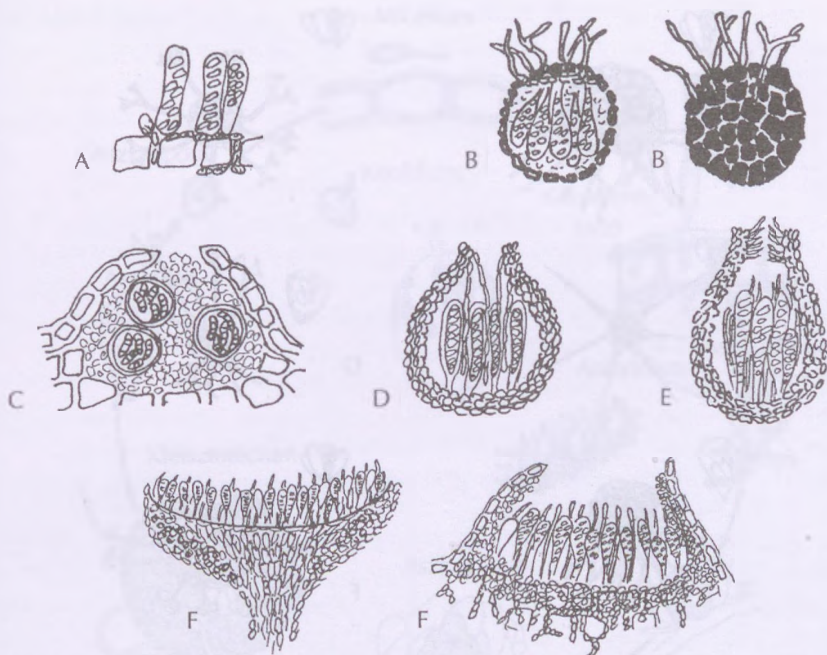
A valódi gombák legismertebb és legnagyobb csoportját a tömlős (aszkuszos) gombák alkotják. Nevüket a fő szaporodási módjuk (aszkogámia) eredményeképpen fejlődő zsák-szerű, tömlőformájú képződménytől az aszkusztól kapták. Rendkívül változatos megjelenésű gombafajok tartoznak ide. E gombafajok esetében a vegetatív micélium jól fejlett, harántfalakkal tagolt, középen nem teljesen zárt. Rájta a sejtorganellumok átáramolhatnak,

ezért az funkcionálisan cönocitikusnak tekinthető. Ivaros szaporodás során a nőivarú askogónium egy párzófonal (trichogin) segítségével magához kapcsolja az anterídiumot, amelynek magjai átáramolnak az askogóniumba (plazmogámia folyamata). A tömlősgombák általános fejlődésmenetét a 23. ábra szemlélteti.



23. ÁBRA. A TÖMLŐSGOMBÁK FEJLŐDÉSMENETE (MUDICH 1975 UTÁN).

A megtermékenyítést követően a sejtmagpáros állapotú askogóniumból dikariotikus askogén hifákat hajtanak, amelyeknek a csúcsa visszahajlik, és az ún. horogsejtben játszódik le az ivaros szaporodás második lépcsője, a kariogámia, azaz a sejtmagok egyesülése. Ezt követően egyszer számcsökkentő, majd tipikus esetben kétszer számtartó sejtmagosztódás megy végbe. Így végül 8 db haploid askospóra jön létre a tömlőben, (askuszban) endogén úton. Az askuszok létrejöhethetnek szabadon, vagy valamilyen ivaros termőtestben. Ez alapján megkülönböztethető ún. askosztróma, kleisztotécium, pszeudotécium, peritécium és apotécium nevű termőtest (24. ábra).



24. ÁBRA. AZ ASCOMYCOTA TÖRZS TERMŐTEST TÍPUSAI. A: EXOASZKUSZ, B: KLEISZTOTÉCIUMOK, C: ASZKOSZTRÓMA, D: PSZUDOTÉCIUM, E: PERITÉCIUM, F: BALRÓL NYELES ÉS JOBBRÓL ÜLŐ APOTÉCIUM.

Hemiascomycetes

Taphrinales

Az idetartozó ún. „déggombák” tenyésztése fejletlenebb, mint a többi növénypatogén tömlős gombáé. Ivarszerveik (gametangiumok) nem alakulnak ki, ivaros szaporodásuk speciális ún. acytogam autogamia. Az aszkuszkok a gazdanövény felületén deres bevonatot (himénium réteget) képeznek. Az aszkospórák sarjadzásra képesek, „blasztospórák”-ká alakulnak, amelyek segítségével nagymértékben megnövekszik a fertőzési potenciál. A károsított növényi részek jelentős alakváltozást szenvednek. Magyarországon különböző megbetegedéseket idéznek elő; leggyakoribb fajaik a következők:

Taphrina deformans (őszibarack levélfodrosodás)

T. pruni (bábaszilva)

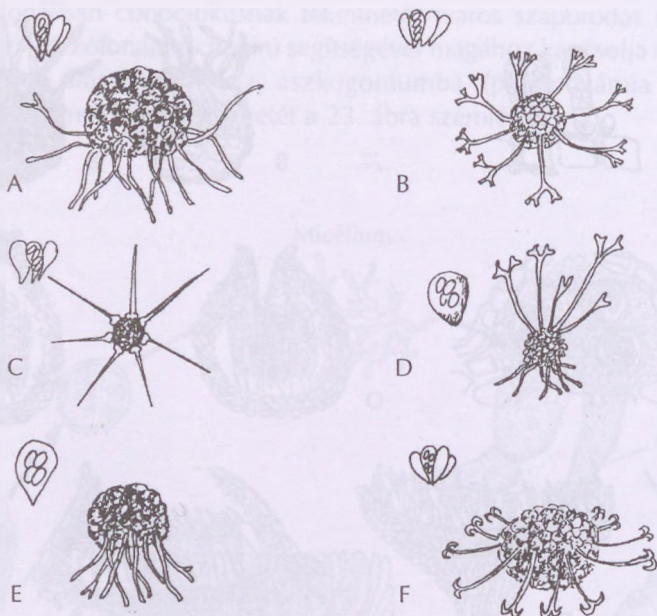
T. cerasi (cseresznye, meggy boszorkányseprűsödés).

Euscomycetes (Plectomycetes)

Az idetartozó gombák közül a lisztharmatfélék a legfontosabbak.

Erysiphales

A lisztharmatgombák biotróf, ektoparazita szervezetek, számos növény esetében nagy gazdasági kárt okoznak. Ivaros termőtestük zárt, gömbölyű, „futball labda”-szerű, sötétbarna, kleisztotécium. A nemzetségre történő felosztás alapja régebben a termőtestben



25. ÁBRA. A LISZTHARMAT NEMZETSÉGEK KLEISZTOTÉCIUM TÍPUSAI (BALRÓL: EGY-, VAGY TÖBB ASZKUSSZAL).

A: *ERYSIPHE* spp., B: *MICROSPHAERA* spp., C: *PHYLLACTINIA* spp., D: *PODOSPHAERA* spp.,
E: *SPHAEROTHECA* spp., F: *UNCINULA* spp.

található aszkuszok száma, illetve a kleisztotécium felületén fejlődő függelékek típusa (pl. fonál alakú, kampószerű, villásan elágazó), és elhelyezkedése volt (25. ábra). Az újabban leírt fajok és nemzetségek esetében a konídiumok kialakulását, morfológiáját és a molekuláris jellemzőket veszik elsősorban figyelembe. A betegségek járványszerű elterjedését gyakran az ivartalan úton képződött konídiumok (oidium, oidiopszisz, ovulariopszisz stb.) biztosítják. A lisztharmatgombák számára kedvező a meleg időjárás és a környezet időszakosan magas páratartalma. Néhány fontosabb lisztharmat gombafaj, és az általuk előidézett betegség e következő:

Podosphaera leucotricha (almafa lisztharmat)

Sphaerotheca fuliginea (kabakosok lisztharmata) (újabb neve *Podosphaera xanthii*)

S. pannosa (őszibarack lisztharmat) (újabb neve: *Podosphaera pannosa*)

Blumeria graminis (gabonafélék lisztharmata)

Erysiphe cichoracearum (kabakosok és fészkesvirágzatúak lisztharmata) (újabb neve:

Golovinomyces orontii)

E. betae (répa lisztharmat)

E. pisi (pillangósok lisztharmata)

Microsphaera trifolii (herefélék lisztharmata) (újabb neve: *Erysiphe trifolii*)

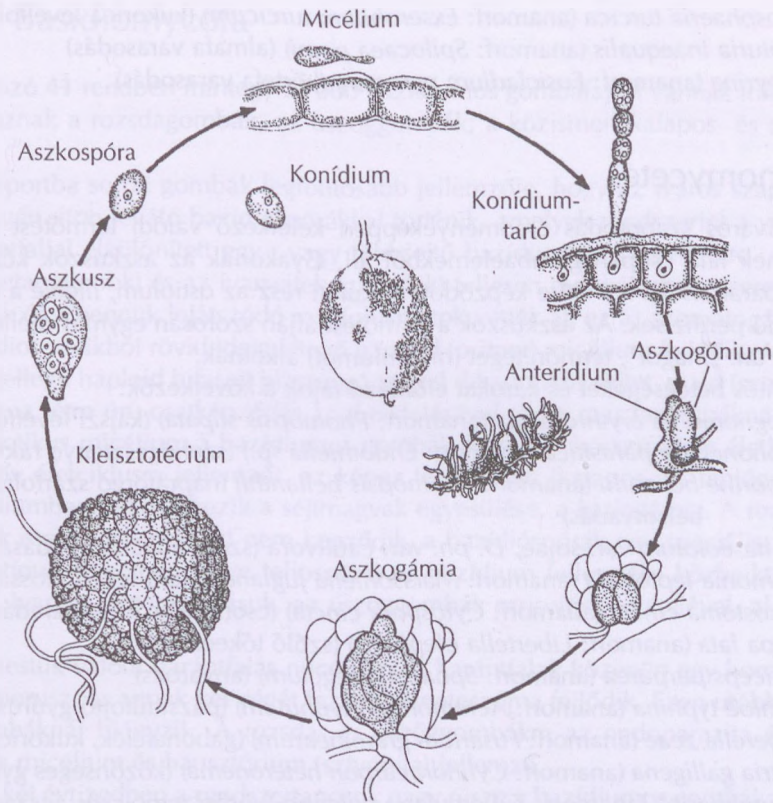
Uncinula necator (szőlő lisztharmat) (újabb neve: *Erysiphe necator*)

Leveillula taurica (paprika lisztharmat)

Phyllactinia guttata (mogoró lisztharmat).

A fent említett újabb nevek azonban még nem váltak a gyakorlatban ismertté.

A lisztharmatfélék egyedfejlődésének menetét a *Sphaerotheca* sp. példája alapján a 26. ábra szemlélteti. A haploid aszkospóra a gazdanövény felületén kicsírázik, és micéliumot hoz létre. A micéliumból szívóhifák (hausztóriumok) hatolnak a növény sejtjeibe,



26. ÁBRA. A *SPHAEROTECA* sp. FEJLŐDÉSMENETE (MUDICH 1975 UTÁN).

a felszínen konídiumláncok fejlődnek. A leváló konídiumok újból fertőznek. A tenyészidő végén kifejlődik az aszkogónium és az anterídium, megtörténik a plazmogámia, megkezdődik az aszkogén hifák és a kleisztotécium kialakulása. Az aszkuszban megtörténik a kariogámia, majd a redukciós osztódás után létrejönnek az askospórák.

Loculoascomycetes

Az aszkuszok a sztróma előreképzett üregeiben (lokuli-ban) fejlődnek (aszkosztróma), vagy a termőtest falának kialakításában a gazdanövény szövetei is részt vesznek (pszeudotécium).

Számos növénybetegség okozóit soroljuk ide:

Didymella applanata (málna vesszőfoltosság)

Elsinoë veneta (anamorf: *Sphaceloma necator*) (málna antraknózis)

Leptosphaeria napi (anamorf: *Alternaria brassicae*) (repce „becőrontó”)

Mycosphaerella tassiana (anamorf: *Cladosporium herbarum*) (korompenész)

M. graminicola (anamorf: *Septoria tritici*) (búza szeptóriás levélfoltossága)

Pleospora betae (anamorf: *Phoma betae*) (cukorrépa gyökérfekély és levélfoltossága)

Cochliobolus sativus (anamorf: *Bipolaris sorokiniana*) (gabonafélék szártőbetegsége)

C. carbonum (anamorf: *Bipolaris zeicola*) (kukorica levélfoltossága, szenesedése)

Pyrenophora graminea (anamorf: *Drechslera graminea*) (árpa levélcikosság)

P. teres (anamorf: *Drechslera teres*) (árpa hálózatos levélfoltosság)

Setosphaeria turcica (anamorf: *Exserohilum turcicum*) (kukorica levélfoltosság)
Venturia inaequalis (anamorf: *Spilocaea pomi*) (almafa varasodás)
V. pyrina (anamorf: *Fusicladium pyrorum*) (körtefa varasodás)

Pyrenomycetes

Az ivaros szaporodás eredményeképpen keletkező valódi termőtest a peritécium, amelynek fala csupán gombaelemekből áll. Gyakoriak az aszkuszok között a meddő hifák (parafízisek). Az előre képződött torkolati rész az ostium, illetve a nyaki részben képződő perifízisek. Az aszkuszok a termőtest alján szorosan egymás mellett helyezkednek el, ún. „magot”, termőréteget (himeniumot) alkotnak.

Jelentős betegségeket és károkat előidéző fajok a következők:

Apiognomonium erythrostoma (anamorf: *Phomopsis stipata*) (kajszi levélfoltosság)

Cryphonectria parasitica (anamorf: *Endothiella* sp.) (szelidgesztenye rák)

Diaporthe helianthi (anamorf: *Phomopsis helianthi*) (napraforgó szárfoltosság és bélsorvadás)

D. phaseolorum var. *sojae*, *D. ph.* var. *caulivora* (szója hüvelyrothadása és szárrák)

Gnomonia leptostyla (anamorf: *Marsoniella juglandis*) (dió levélfoltosság)

Leucostoma cincta (anamorf: *Cytospora cincta*) (csonthéjasok ágsszáradása, gutaütése)

Eutypa lata (anamorf: *Libertella blepharis*) (szőlő tőkeelhalás)

Claviceps purpurea (anamorf: *Sphacelia segetum*) (anyarozs)

Epichloë typhina (anamorf: *Acremonium typhinum*) (pázsitfűfajta gyűrűspenész)

Gibberella zeae (anamorf: *Fusarium graminearum*) (gabonafélék, kukorica fuzariózisa)

Nectria galligena (anamorf: *Cylindrocarpon heteronema*) (közönséges gyümölcsfa rák)

N. cinnabarina (anamorf: *Tubercularia vulgaris*) (vörösszemölcsös ágsszáradás)

Polystigma rubrum (anamorf: *Polystigmium rubra*) (szilvalevelek vörösfoltossága)

Gaeumannomyces graminis var. *tritici* (anamorf: *Phialophora* sp.) (búza torskogomba)

Monographella nivalis (anamorf: *Microdochium nivale*) (hópenész)

Rosellinia necatrix (anamorf: *Dematophora necatrix*) (fehérpelyhes gyökérgomba)

Discomycetes

Az idesorolt gombák termőteste felül nyitott, csésze, tányér vagy trombita alakú apotécium. Ez az ivaros termőképlet lehet nyeles vagy nyeletlen. Néhány gazdaságilag jelentősebb faj és betegség a következő:

Roesleria pallida (szegecsfejű gyökérgomba)

Blumeriella jaapii (anamorf: *Phloeosporella padi*) (meggy, cseresznye vörös levélfoltossága)

Pseudopeziza trifolii f. sp. *medicaginis-sativae* (lucerna levélfoltossága)

Tapesia yallundae (anamorf: *Ramulispora herpotrichoides*) (búza szártörőgomba)

Pseudopezizula tracheiphila (szőlő orbánc)

Monilinia fructigena (anamorf: *Monilia fructigena*) (almatermésűek moniliája)

M. laxa (anamorf: *Monilia laxa*) (csonthéjasok moniliája)

Sclerotinia sclerotiorum (polifág, fehérpenészes rothadás)

S. trifoliorum (lóhere rák)

2.7.3.3.4. Basidiomycota

E törzsbe tartozó 41 rendben mintegy 22 000 bazídiumos gombafajról vannak információink. Idetartoznak a rozsdagombák, az üszöggombák, a közismert kalapos- és a taplógombák.

Ebbe a csoportba sorolt gombák legfontosabb jellemzője, hogy az ivaros szaporodás külsőleg, exogén úton leváló bazídiospórákkal történik, amelyek rendszerint a vegetatív hifáktól harántfallal elkülönített egy-, vagy többsejtű bazídiumon jönnek létre. Az ivarszervek (gametangiumok) és az ivarsejtek (gaméták) teljesen redukálódtak, szerepüket a vegetatív hifák és a bennük lejátszódó magfolyamatok vették át; ez a „szomatogámia”. A haploid bazídiospórákból rövid ideig létező haploid (primer) micélium fejlődik. A két különböző ivarjellegű haploid hifasejt plazmogámiával dikariotikus sejtet, majd (szekunder) micéliumot hoz létre ún. csatképződés közbeiktatásával (ez a rozsdagombáknál hiányzik). A dikariotikus micélium a bazídiumos gombák esetében hosszú ideig életképes (a teljes vegetatív életciklusra jellemző), ez képez termőtestet (kalapos- és taplógombák), majd a bazídiumban bekövetkezik a sejtmagvak egyesülése, a kariogámia. A rozsdá- és üszöggombák esetében termőtest nem képződik, a bazídiospórák egy speciális, áttelelő jellegű spóratípus (teleuto-, illetve teliospóra) és bazídium fejlesztése közbeiktatásával alakulnak ki. Ivartalan szaporodásuk, az üszöggombák sarjsejtjei kivételével, alárendelt jelentőségű.

Vegetatív testük valódi harántfalas micélium. A harántfalak közepén egy hordó alakú képlet a doliporusz, és annak két végét lezáró parenteszóma fejlődik. Ezen utóbbi képlet az üszöggombáknál hiányzik. A rozsdá- és üszöggombákra az endoparazita életmód, intercelluláris micélium és hausztórium (szívóhifa) jellemző.

Az utóbbi két évtizedben a rendszertanosok nagy része a bazídiumos gombák csoportját a Basidiomycota törzsben tárgyalja, amelyen belül Teliomycetes, Ustomycetes és Basidiomycetes osztályt különítenek el. Mezőgazdasági szempontból a rozsdagombák és üszöggombák csoportja kiemelkedő jelentőségű.

Teliomycetes

Az osztály e csoportba sorolt gombáit egy- vagy többsejtű kitartó spóráiról (teleutospóra) nevezték el. Az osztályon belül a rozsdagombák rendje a legnagyobb jelentőségű.

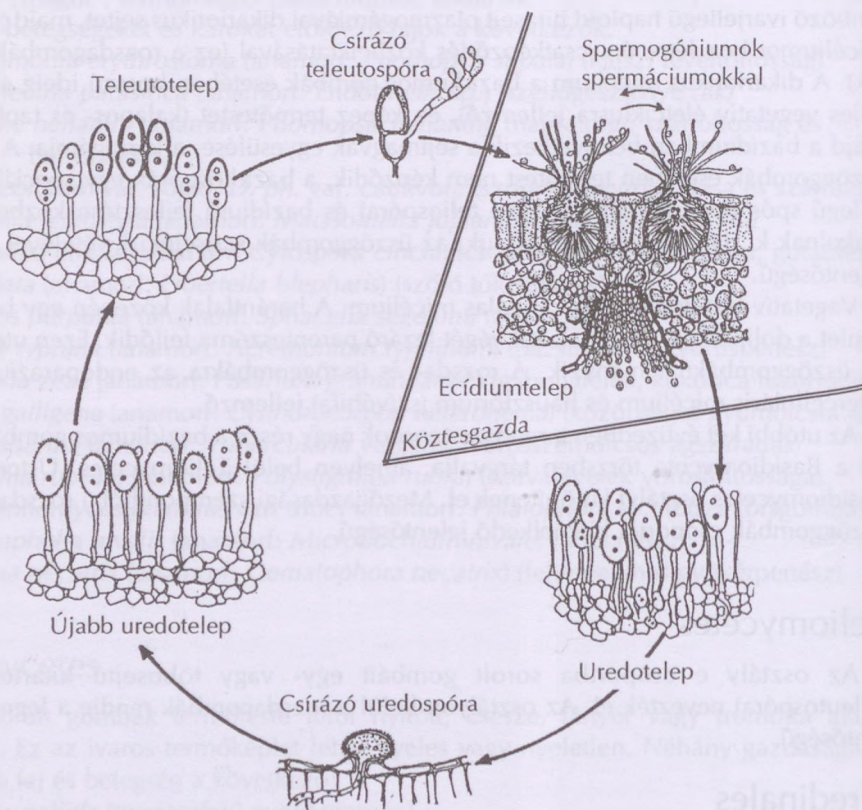
Uredinales

A rendszertanilag idetartozó gombák spóratelepeik rozsdabarna, vagy fekete színéről kapták nevüket. A rozsdák a legrégebben ismert fitopatogén gombafajok. A megtámadott növényi részeken, elsősorban leveleken és száron rozsdatelepek alakulnak ki, az epidermisz felszakad, ami nagy vízvesztéssel jár. Nyitva- és zárwatermőket károsító fajok egyaránt előfordulnak. Valamennyi faj nagymértékben specializálódott, a fajon belül az adott gazdanövény fajra specializálódott „forma specialisok” (rövidítve: f. sp.) léteznek. E gombák biotróf (obligát) endoparazita szervezetek. A micélium a gazdanövény sejtközzötti járataiban található, csatképződés nem figyelhető meg. A tápanyagfelvételt a hausztóriumok végzik. Jellemzői közé tartozik, hogy a teleutospórák terminálisan alakulnak ki.

A rozsdagombákat, attól függően, hogy fejlődésükhöz egy, vagy két eltérő fajú gazdanövényre van szükségük, két csoportra oszthatjuk: (a) heteroecikusak vagy gazdacserések

azok a fajok, amelyek életük folyamán gazdanövényt váltanak, így fő és köztes gazdáik lehetnek, az ecikus (ecídiumos) alak a köztes gazdán fejlődik; (b) autoecikusak azok a fajok, amelyek egy növényen élnek le életüket.

A *Puccinia graminis* f. sp. tritici (búza feketerozsda) gazdacserés rozsdagomba fejlődésmenete a következő: a köztesgazda (mahónia és a sósaborbolya) levél színébe sűrűsödve kifejlődnek a kórsó alakú termőtestek, a spermogóniumok, amelyek belsejében egysejtű haploid spermáciumok jönnek létre. Ezek az ellentétes ivarú spermogóniumok csúcsán lévő fogóhifákra kerülnek, és azokat megtermékenyítik. Ez a spermizáció (plazmogámia) folyamata; ezzel kezdetét veszi a dikariotikus állapot. A plazmogámia folyamata a két ivarilag különböző spermogónium haploid hifájának találkozásakor is létrejöhet (27. ábra).



27. ÁBRA. A *Puccinia graminis* f. sp. tritici fejlődésmenete (MUDICH 1975 UTÁN).

A kialakult dikariotikus (szekunder) micélium a köztesgazda levelének fonákán létrehozza a jellegzetes harang alakú ecídiumot. Ebben már dikariotikus ecídiospórák fejlődnek, amelyek a fő gazdanövényt (búzát) fertőzik. Az ecidiotelepnek a különböző rozsdák esetében több típusa van (pl. ceoma, ecídium, peridermium, röstélia).

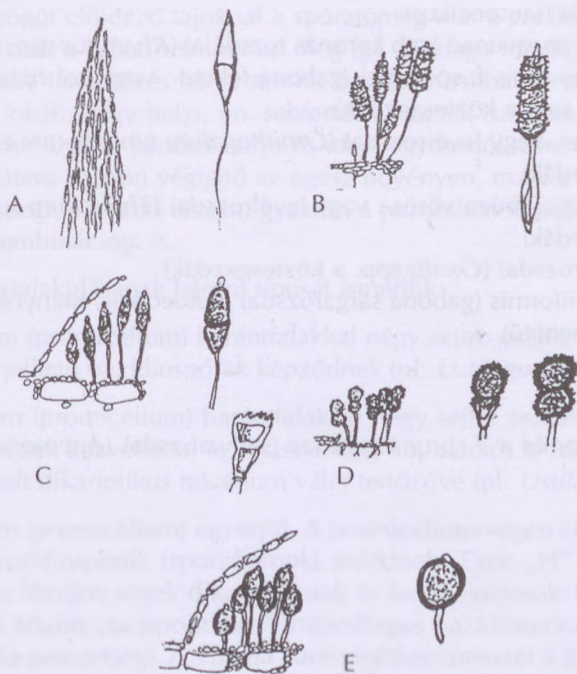
A főgazdán a kétsejtmagvú micélium az epidermisz alatt uredotelepeket hoz létre. A kialakuló ovális, rozsdabarna dikariotikus uredospórák felszakítják a növény epidermiszét, a szabadba jutnak, és ismét fertőzik a búza növényt. Egy vegetációs időszak alatt több nemzedékük fejlődhet. Ezek a spórák általában egysejtűek és tüskézett felületűek. A

tenyészedőszak vége felé az uredotelepek helyén fekete színű teleutotelepek alakulnak ki, ezekben sötét színű, nyeles, kétsejtű, dikariotikus, kariogámia után diploid teleutospórák fejlődnek. Ezek a vastag falú spórák általában a gomba áttelelését biztosítják. A különböző nemzetségeknél egy és többsejtűek lehetnek, amelyek egyben határozó bélyegnek is számítanak.

Áttelelés után a teleutospóra sejtek kicsíráznak és egy-egy harántfal nélküli promicéliumot fejlesztenek. Közben lezajlik a diploid sejtmag meiózisa, ennek eredményeként 2–2 ellenkező ivari tulajdonsággal rendelkező haploid sejtmag keletkezik. A promicéliumba vándorolt sejtmagvak között harántfalak képződnek. A kialakult négy sejt mindegyikének oldalán egy-egy sterigma fejlődik. Ezek csúcsán a haploid magvak odavándorlása után alakulnak ki a női és a hím ivarjellegű haploid bazídiospórák. A sterigmákról történő leválásuk után fertőzik a köztesgazda leveleit.

A teljes fejlődésmenetű (makrociklikus) rozsdagombafajok mellett előfordulnak hiányos fejlődésmenetűek is, amikor valamelyik spóratípus nem fejlődik ki (pl. a mikrociklikus *Uromyces muscari*, amely a jácint rozsdabetegségét idézi elő).

A további felosztás alapjául rendszerint a teleutospóra jellemzői és a gazdanövény választás szolgál (28. ábra).



28. ÁBRA. A ROZSDA NEMZETSÉGEK TELEUTOTELEPEI ÉS -SPÓRÁI. A: *Gymnosporangium* spp. B: *Phragmidium* spp. C: *Puccinia* spp. D: *Tranzschelia* spp. E: *Uromyces* spp.

Legfontosabb családok a Cronartiaceae, Melampsoraceae, Pucciniaceae, Phragmidiaceae és az Uropyxidaceae. E családokban mezőgazdasági szempontból súlyos károkat okozó fajok vannak. Ilyenek a következők:

Cronartiaceae

Cronartium ribicola (ribiszke rozsda) (heteroecikus)

Melampsoraceae

Melampsora lini (lenrozsa) (autoecikus)

Pragmidiaceae

Phragmidium mucronatum (rózsarozsa) (autoecikus)

P. rubi-idaei (málna, hamvasszeder rozsa) (autoecikus)

Pucciniaceae

Gymnosporangium fuscum (borókarozsa) (heteroecikus, a körte a köztesgazda)

Uromyces appendiculatus (babrozsa) (autoecikus)

U. betae (réparozsa) (autoecikus)

U. lupini (csillagfürt rozsa) (autoecikus)

U. onobrychidis (baltacimrozsa) (autoecikus)

U. pisi (borsórozsa) (heteroecikus, az *Euphorbia cyparissias* a köztesgazda)

U. striatus (lucernarozsa) (*Euphorbia* spp. a köztesgazdák)

U. trifolii (hererozsda) (autoecikus)

Puccinia coronata f. sp. avenae (zab koronás rozsdája) (*Rhamnus* spp. a köztesgazdák)

P. graminis subsp. *graminis* f. sp. *tritici* (gabona fekete-, vagy szározsa) (*Berberis* és *Mahonia* spp. a köztesgazdák)

P. hordei (árpa törpe-, vagy levélorzsa) (*Ornithogalum umbellatum* és a *Sedum* sp. a köztesgazdák)

P. recondita f. sp. *tritici* (búza vörös-, vagy levélorzsa) (*Thalictrum* spp. a köztesgazdák)

P. sorghi (kukorica rozsa) (*Oxalis* spp. a köztesgazdák)

P. striiformis var. *striiformis* (gabona sárgarozsa) (autoecikus, hiányos fejlődésmenetű)

Uropyxidaceae

Tranzschelia discolor és a *T. pruni-spinosae* (szilvarozsa) (*Anemone* spp. a köztesgazdák)

Ustomycetes

Ustilaginales

Az osztály és a rend is az üszöggombákról kapta az elnevezést, mivel az ide tartozó gombák közül ezek a legfontosabbak. Sok gazdasági növényen okoznak jelentős termésvesztést. A megtámadott növényi rész a kitaróspórák (teliospórák) tömegétől fekete, „elszenesedett”, „elüszkösödött”, innen ered az üszöggomba elnevezés. Az ide tartozó gombák kizárólag a zárvatermő növények parazitái. Fertőzésük következtében a növényen fejlődési rendellenességek és torzulások is bekövetkeznek.

Jellemzőjük a fakultatív biotróf életmód, azaz életük bizonyos részét szaprofiton módon élük le, táptalajon is tenyészthetők. Az üszöggombák általában teliospórákkal maradnak életben, majd az azokból fejlődő promicélium, vagy a sporídiumok közbeiktatásával kezdik meg a parazita életmódot. E gombákra is jellemző a nagyfokú gazdanövény

specializáció. Vegetatív tenyésztetük dikariotikus hifákból épül fel, amely gyakran szisztémikusan növekszik a gazdanövényben, és látens állapotban marad az üszög kialakulásáig. A micélium rendszerint intercelluláris, azonban vannak kivételek (pl. intracelluláris micéliumú az *Ustilago maydis*). A csatképződés jelenléte az üszöggombákra jellemző.

Az üszögspórák (teliospórák) egysejtű, sötét színű, sima, tüskézett vagy lécezett felületű, vastag falú képletek. Az üszöggombáknál a teliospórák interkalárisan alakulnak ki (nem tévesztendő össze a klamidospórákkal). A teliospóra rendszerint a növény felületén, ritkán a növényben képződik. Az üszöggombák bazídiospóriái (ha vannak) meghatározatlan számban sterigmák nélkül közvetlenül a (teliospórából fejlődő) promicéliumon (bazídiumon) ülnek. Az üszöggombák ivartalanul is szaporodnak, a sarjadzásra képes bazídiospóriák (sporídiumaik) segítségével.

Az általuk okozott tünetek alapján megkülönböztetünk kő-, fedett- és por-, vagy repülőüszögeket. Kőüszög esetében az elüszkösödött növényi rész kemény képletet (pl. üszögpuffancsot) alkot és csak erősebb mechanikai erő hatására esik szét [pl. *Tilletia caries* (búza kőüszög)]. A fedett üszög esetében a spórák tömegét vékony hártya borítja, és gyengébb külső erő hatására is felszakad [pl. *Ustilago hordei* (árpa fedettüszög)]. Por- vagy repülő üszögöt előidéző fajoknál a spóratömeg már a szél hatására is teljesen szétporlik, gyakran csak a kalászorsó marad meg [pl. *Ustilago tritici* (búza porüszög)].

Az üszöggombák a fertőzés helye szerint is csoportosíthatók: csírafertőző, virág- vagy bibefertőző, és lokális vagy helyi, ún. sebfertőző típusok ismertek. A csíra- és virágfertőzők esetében a fertőzés, a kártétel helye és ideje egymástól távol esik. A kórokozó a fertőzés helyétől látens módon végignő az egész növényen, majd a vegetációs időszak végén, a növény meghatározott részén, gyakran a termésben képezi teliospóriát. Előfordul a két fertőzés kombinációja is.

A bazídium kialakulásának három típusát ismerjük:

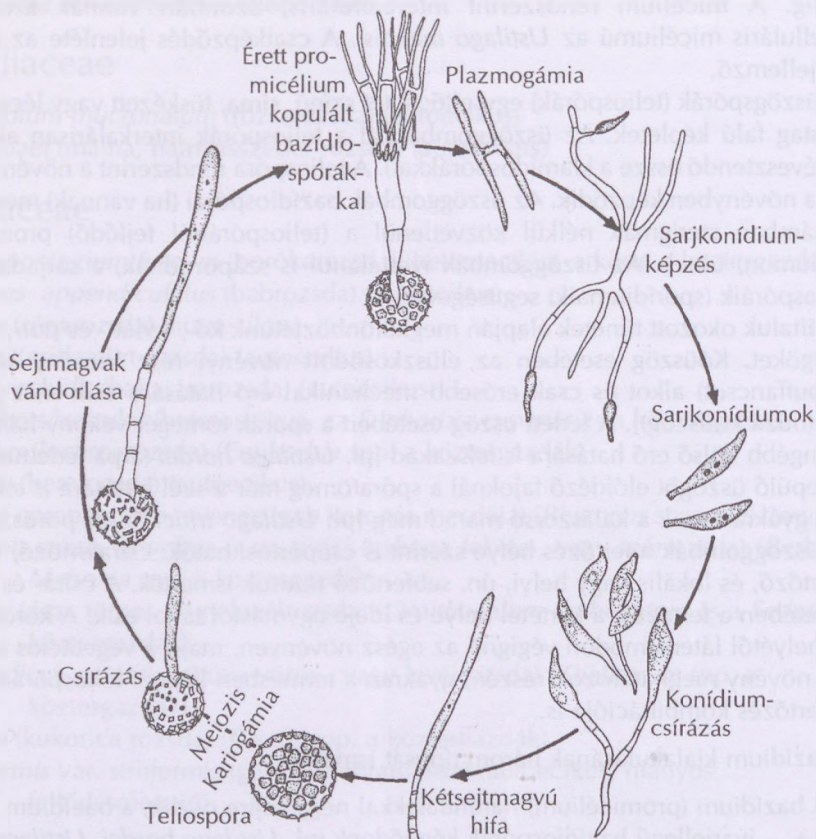
a) A bazídium (promicélium) harántfalakkal négy sejtre oszlik, a bazídium egyes sejtein +, – ivarjellegű bazídiospórák képződnek (pl. *Ustilago hordei*, *Ustilago avenae*).

b) A bazídium (promicélium) harántfalakkal négy sejtre osztott, +, – ivarjellegűek az egyes sejtek. Ezek közvetlenül egymással vagy kopulációs hídon keresztül egyesülnek, az így kialakult dikariotikus micélium válik fertőzővé (pl. *Ustilago tritici*).

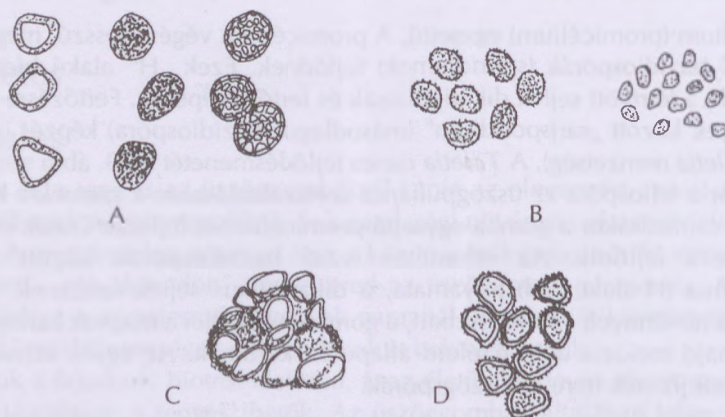
c) A bazídium (promicélium) egysejtű. A promicélium végén hosszú, megnyúlt + és – ivarjellegű bazídiospórák (sporídiumok) fejlődnek. Ezek „H” alakú hídon keresztül egyesülnek, a létrejött sejtek dikariotikusak és fertőzőképesek. Fertőzésre kedvezőtlen körülmények között „sarjsporídium” (másodlagos bazídiospóra) képzés is bekövetkezik (pl. *Tilletia nemzetség*). A *Tilletia caries* fejlődésmenetét a 29. ábra szemlélteti. Betakarításkor a teliospóra az üszögpuffancs szétszakadásakor a szemekre kerül. A gazdanövény csírázásakor a gomba egysejtű promicéliumot fejleszt. Ennek csúcsán 4–16 bazídiospóra fejlődik. Az ellentétes ivarú bazídiospórák között zajlik le a plazmogámia (H-alakú híd) folyamata, a dikariotikus sejtek fertőznek. A kórokozó együtt nő a növényvel, és a kalászban, a gomba hifasejtjei a magvak kariogámiája után diploid, majd meiosis után haploid állapotba kerülnek. Az egyes szemek helyén a hifasejtekből jönnek létre az üszögspórák.

Az üszöggombákat az egyedfejlődés sajátosságai (promicélium osztottsága, üszögspórák jellemzői), a fertőzési mód és a kórfolyamat lefolyása figyelembevételével csoportosíthatjuk (30. ábra).

Mezőgazdasági és kártételi szempontból két családnak (Ustilaginaceae, Tilletiaceae) van nagyobb jelentősége.



29. ÁBRA. A *TILLETIA CARIES* FEJLŐDÉSMENETE (MUDICH 1975 UTÁN).



30. ÁBRA. AZ ÜSZÖG NEMZETSEGEK TELIOSPÓRÁI. A: *TILLETIA* spp., B: *USTILAGO* spp., C: *UROCYSTIS* spp., D: *SOROSPORIUM* spp.

Ustilaginaceae

Idetartoznak a porüszög félék. A promicéliumra a négy sejtre osztottság jellemző. Fontosabb fajaik és az általuk előidézett betegségek a következők:

- Moeszomyces bullatus* (kakaslábfű üszög) (csírafertőző)
- Ustilago avenae* (zab porüszög) (kombinált a fertőzés)
- U. crameri* (muharüszög) (csírafertőző)
- U. hordei* (árpa fedettüszög) (csírafertőző)
- U. maydis* (kukorica golyvásüszög) (sebfertőző)
- U. nuda* [árpa (valódi) porüszög] (virágfertőző)
- U. syntherismae* (kölesüszög) (csírafertőző)
- U. tritici* (búza porüszög) (virágfertőző)
- Sporisorium cruentum* [cirok (*Sorghum* spp.) porüszög] (csírafertőző)
- S. reilianum* (kukorica rostosüszög) (csírafertőző)

Tilletiaceae

Idetartoznak a kőüszög félék. Ezen gomba nemzetségek esetében egysejtű promicéliumot találunk. Fontosabb fajaik és betegségek a következők:

- Tilletia caries*, *T. laevis* (*T. intermedia* az előző kettő fajhibridje): búza kőüszög, syn.: bűdösüszög, vagy zsírosüszög (csírafertőző)
- T. contraversa* (búza törpe kőüszög)
- Urocystis magica* (hagymaüszög) (sebfertőző)
- U. occulta* (rozs szárüszög) (sebfertőző)
- Entyloma fuscum* (máküszög)

2.7.3.3.5. Deuteromycota

A különböző rendszerezési elveknek megfelelően a múltban többféle elnevezéssel illeték e gombacsoportot (anamorf gombák, aszexuális gombák, konídiumos gombák, mitospórás gombák) Az idetartozó gombák közös csoportba sorolásának az az oka, hogy az ivaros szaporodásuk a rendszer felállításakor nem volt ismert, illetve még ma is csak részben ismerjük a teleomorf alakokhoz való kapcsolódásukat. Ebbe a törzsbe azokat a gombákat soroljuk, amelyek ivaros (teleomorf) szaporító képleteket nem fejlesztenek. Másik részük a tömlős- és bazídiumos gombák ivartalan (anamorf) alakjai. Egyes anamorf és teleomorf alakok között a kapcsolat még ma is csupán feltételezett.

Az e törzsbe sorolt nemzetségek eredetileg ún. alakgénuszok voltak, az ivartalan szaporítóspórák, konídiumok tulajdonságai képezték a mesterséges rendszerezés alapját, amelyek nem fejeztek ki rokonságot, sem törzsfejlődéstani kapcsolatot. Alakjuk, pigmentáltságuk, képződésük módja igen változatos, és fontos határozó bélyeg. A konídiumképző (konídiogén) sejtek egyenként vagy csoportosan helyezkednek el, szabadon álló konídiumtartókon vagy ivartalan termőtestek felületén, illetve belsejében. A konídiumok nagy mennyiségben képződnek, változatos módon terjednek, nagy távolságra eljuthatnak. A kedvezőtlen körülmények közötti életben maradásra több faj kitartó képleteket, klamidospórákat és szkleróciumokat fejleszt.

Az anamorf gombáknál hiányzó szexuális ciklus helyett a fajon belüli, és fajok közötti genetikai információk cseréjét, a változatosságot a paraszexuális rekombináció biztosítja.

E folyamatban a vegetatív hifák között anasztomózisok (plazmahidak) jönnek létre, ezen keresztül részben még a sejtmagvak is átvándorolhatnak (pl. *Fusarium* sp.).

A korábbi rendszertan alapján gyakran előfordult, hogy teljesen különböző tömlősgomba nemzetségek ivartalan alakjai egy génuszba kerültek besorolásra.

Számtalanszor felvetődött az a gondolat, hogy a gombákat az ivaros szaporodás alapján rendszerezék, amely a törzsfejlődéstani kapcsolatokat is jobban tükrözi. A gyakorlati szempontok azonban az anamorf csoport külön tárgyalását indokolják. Ennek oka az, hogy az ivaros szaporodni képtelen gombák csupán itt tárgyalhatók. A növénykórtanban, a humán gyógyászatban és az ipari mikrobiológiában is ezen alakoknak nagyobb a jelentősége. Ma sem könnyű az újonnan leírt fajok megfelelő ivaros és ivartalan kapcsolatait kideríteni. Jövőben a molekuláris taxonómiai módszerek terjedése elősegíti a konídiumos gombák rendszerezésében felmerült problémák megoldását.

A szakirodalom az ivaros úton nem szaporodó gombák rendszerezésénél három osztályba sorolást tart elfogadhatónak. Ezek a következők: (a) Coelomycetes, (b) Hyphomycetes, (c) Agonomycetes.

A Coelomycetes osztályba azon gombák tartoznak, amelyek konídiumaikat termőtestben vagy annak felületén képezik, s ezek jórészt megfelelnek a piknídiumoknak, acervuluszoknak, továbbá olyan sztromatikus alapú képleteknek (pl. sporodochium), amelyek a Saccardo-féle rendszerben a *Moniliales* rend egyes nemzetségeinél jellemzőek (pl. *Tubercularia*).

A Hyphomycetes osztályba a konídiumaikat szabadon álló konídiumtartókon fejlesztő fajok tartoznak.

Az Agonomycetes osztályba még ivartalan spóraalakokkal sem rendelkező gombák sorolhatók.

Az anamorf gombákat legújabban három kódolási rendszer felhasználásával osztályozzák, figyelembe veszik a konídioma típusát, a Saccardo-féle spóra- (konídium-) csoportokat és a konídiogenezis folyamatát. A fontosabb konídioma típusok a következők: acervulusz, korémium, piknídium, hifaszerű és sztromatikus konídioma.

Az anamorf gombákat spóraszín alapján világos (*hyalo*-) és sötét (*phaeo*-); sejtszám alapján 1-sejtű (*-spora*), 2-sejtű (*-didyma*), 2-nél többsejtű (*-phragmia*), hossz- és kereszt válaszfal (*-dictyae*), fonalszerű (*-scolecospora*) spóracsoportokra osztják.

A konídiumosgomba-nemzetségek jól áttekinthető és könnyen tanulható rendszerének kialakítása nem könnyű feladat. A konídiumos gombák rendszerezésében jelentős eredményt Hughes munkája jelentett. A *Hyphomycetes*-t a konídiumtartók típusa és a konídiumok képződésének módja alapján nyolc csoportra osztotta fel. Több kutató továbbfejlesztette ezt a rendszert. A konídiumképződés két alapvető típusát különböztették meg: (a) tallikus, amely esetében a spórák már meglévő hifa elemekből, azok feldarabolásával jönnek létre (pl. *Geotrichum* sp.), (b) blasztikus, amelynek során a spórák a konídiumképző sejteken újonnan keletkeznek (pl. *Cladosporium* sp., *Monilia* sp.).

E két alapvető típuson belül több altípus ismert. Ezek, elsősorban néhai VÖRÖS JÓZSEF magyar mikológus rendszere alapján, a következők: artrikus, blasztikus, botrioblasztikus, szimpodialis, tretikus, annellidikus, fialidikus.

Mezőgazdasági szempontból a legjelentősebb idetartozó fitopatogén gombafajok, a főbb rendszertani kategóriákat és az általuk előidézett betegségeket figyelembe véve, a következők:

Coelomycetes (Sphaeropsidales, Melanconiales) *sensu* Ainsworth

(Sphaeropsidales *sensu* Saccardo)

A piknídiumos gombák csoportja, amelybe zárt, változatos alakú termőtestű, színtelen és színes konídiumú nemzetségek tartoznak. Az általuk okozott tünetek igen változatosak.

Phoma exigua var. *foveata* (burgonya fómás gumórothadás)

P. pinodella (borsóragya)

P. lingam (keresztesvirágúak fómás betegsége) (teleomorf: *Leptosphaeria maculans*)

P. macdonaldii (napraforgó fómás szárfoltossága) (teleomorf: *Leptosphaeria lindquistii*)

Phomopsis helianthi (napraforgó diaportés szárfoltossága) (teleomorf: *Diaporthe helianthi*)

Cytospora cincta (csonthéjas fák gutaütése) (teleomorf: *Leucostoma cincta*)

Phacidiopycnis pyri (körte facidiellás rákbetegsége) (teleomorf: *Potebniamyces discolor*)

Ascochyta pisi, *A. pinodes* (borsóragya) (teleomorf: *Mycosphaerella pinodes*)

Septoria helianthi (napraforgó szeptóriás levélfoltosság)

S. lycopersici (paradicsom szeptóriás betegség)

Stagonospora nodorum (búza pelyvalevél foltosság) (teleomorf: *Phaeosphaeria nodorum*)

Stenocarpella maydis (kukorica sztenokarpellás cső- és szárkorhadás)

Polystigma rubra (szilvalevél vörösfoltosság) (teleomorf: *Polystigma rubrum*)

(Melanconiales *sensu* Saccardo)

E csoportba sorolt gombák jellemzője, hogy termőtestük egy darabig a növény epidermiszével fedett ún. acervulusz. Idetartoznak azok a gombafajok, amelyek többsége fenésedés (antraknózis) típusú tüneteket okoz.

Colletotrichum coccodes (burgonya és paradicsom tőkorhadás)

C. lindemuthianum (bab fenésedés) (teleomorf: *Glomerella lindemuthiana*)

Sphaceloma necator (málna elzinoés betegség) (teleomorf: *Elsinoe veneta*)

Marssoniella juglandis (dió gnomóniás levélfoltosság) (teleomorf: *Gnomonia leptostyla*)

Libertella blepharis (szőlő eutipás tőkeelhalás) (teleomorf: *Eutypa lata*)

Phloeosporrella padi (meggy blumeriellás levélfoltosság) (teleomorf: *Blumeriella jaapii*)

Hyphomycetes *sensu* Ainsworth

(Moniliales *sensu* Saccardo)

A rend neve ma már nem legitim, de jelentőségénél fogva annál fontosabb gombacsoport jellemzője, hogy a konídiumokat szabadon álló konídiumtartókon fejlesztik az idetartozó gombanemzetségek. A konídiumok alakja igen változatos, illetve az egyes nemzetségekre jellemző. Színük alapján lehetnek színtelenek (hialinok) és sötéten pigmentáltak (phaeo- típusúak). E csoportban található a konídiumos gombák közül legfontosabb szántóföldi és takarmánynövényeinket is nagymértékben károsító, esetenként toxint is termelő *Fusarium* fajok.

Néhány fontosabb faj és az általa okozott betegség a következő:

Aureobasidium zeae (kukorica szemfolt betegsége)

Aspergillus flavus (magpenész) (aflatoxin termelő)

Botrytis cinerea (szürkepenész) (teleomorf: *Botryotinia fuckeliana*)
Monilia fructigena (almatermésűek moniliája) (teleomorf: *Monilinia fructigena*)
M. laxa (csonthéjasok moniliája) (teleomorf: *Monilinia laxa*)
Penicillium expansum (takarmányok kékenésze)
Verticillium albo-atrum, *V. dahliae* (polifág, tracheomikózist okoz)
Ramulispora herpotrichoides (gabonaszártó szemfoltossága) (teleomorf: *Tapesia
yallundae*)
Nigrospora oryzae (kukorica nigrospórás szárazkorhadása) (teleomorf: *Khuskia oryzae*)
Fusicladium pyrorum (körtevarasodás) (teleomorf: *Venturia pyrina*)
Spiloea pomii (alma varasodás) (teleomorf: *Venturia inaequalis*)
Bipolaris maydis [kukorica (déli) levélfoltossága] (teleomorf: *Cochliobolus
heterostrophus*)
B. zeicola (kukorica levél- és szemfoltossága) (teleomorf: *Cochliobolus carbonum*)
Cercospora beticola (répa cercospórás levélrágja)
Drechslera teres (árpa hálózatos levélfoltossága) (teleomorf: *Pyrenophora teres*)
D. tritici-repentis (fahéjbarna levélfoltosság) (teleomorf: *Pyrenophora tritici-repentis*)
Exserohilum turcicum (kukorica levélfoltossága) (teleomorf: *Setosphaeria turcica*)
Stigmata carpophila (csonthéjasok levéllikasztó betegsége)
Alternaria alternata (polifág, pl. paprika magházrothadás)
A. helianthifaciens (napraforgó alternáriás betegsége)
A. solani (burgonya alternáriás levélfoltossága)
Dematophora necatrix (fehértelyes gyökérgyökérpenész) (teleomorf: *Rosselinia necatrix*)
Cylindrocarpon heteronema (közönséges gyümölcsfák rák) (teleomorf: *Nectria
galligena*)
Fusarium culmorum (gabonafélék fuzáriózisa)
F. graminearum (gabonafélék, kukorica fuzáriózisa) (teleomorf: *Gibberella zeae*)
F. moniliforme (gabonafélék, kukorica fuzáriózisa) (teleomorf: *Gibberella fujikuroi*)
F. oxysporum f. sp. *conglutinans* (káposztafélék fuzáriumos sárgasága)
F. oxysporum f. sp. *medicaginis* (lucerna fertőző hervadása)
Microdochium nivale (hópenész) (teleomorf: *Monographella nivalis*)

Agonomycetes sensu Ainsworth

Ebbe az osztályba azok a gombák tartoznak, amelyeknek még ivartalan szaporítósejtjük sincs. Saccardo micéliumos gombáknak (Myceliales rend) nevezte őket. Az idesorolt legfontosabb nemzetségek szkleróciumaikról (ál-, mikro-) és derékszögű hifa elágazásai-
 ikról ismerhetők fel.

Idetartozó fajok és az általuk előidézett fontosabb betegségek a következők:

Rhizoctonia bataticola (synanamorf: *Macrophomina phaseolina*) (hamuszürke
 korhadás és elhalás, polifág)

R. solani (csírapusztulás, palántadőlés, burgonya himlő) (teleomorf: *Thanatephorus
cucumeris*)

2.7.4. MIKOTOXINOK

Közel fél évszázadra visszatekintve vannak részletes információink az élelmiszereken, terményeken, takarmányokon tenyésztő olyan gombákról, amelyek mikotoxinokat termelnek. Sajnos azonban a korábbi időkben is sok ember és állat betegségéért és haláláért tehetők felelőssé. A toxintermelő gombákat gyakorlati szempontból a szántóföldi és a rak-tári „penészek” csoportjába soroljuk.

A mikotoxinok másodlagos metabolitok, amelyek a gombák szervezetében általában extracellulárisan termelődnek. Mérgező hatásukat az emésztőrendszeren keresztül fejtik ki. Nem indukálnak immunválaszt a szervezetben, ezért a toxikózisok általában alatto-mos kifejlődésűek. Különböző szervek (máj, vese, gyomor, ivarszervek) megbetegedését, kóros elváltozását és elhalását okozzák.

Növénybetegségek szempontjából természetesen fontos a fitotoxinok csoportja is. Ezek a növények károsodását idézik elő.

Az alábbiakban ismertetjük a legfontosabb mikotoxinokat és az ezeket termelő gom-bafajokat (3. táblázat).

3. TÁBLÁZAT
GYAKORIBB MIKOTOXINOKAT TERMELŐ GOMBÁK
(ÉRSEK ÉS GÁBORJÁNYI 1998 UTÁN)

GOMBAFAJ	MIKOTOXIN	ELŐIDÉZETT HATÁS
<i>Alternaria alternata</i>	tenuazonsav	anyagcsere zavarok
<i>Aspergillus flavus</i>	aflatoxin	étvágytalanság, májkárosodás, daganat
<i>A. parasiticus</i>	aflatoxin	étvágytalanság, májkárosodás, daganat
<i>A. ochraceus</i>	ochratoxin	vesegyulladás, rákos daganat
<i>Penicillium viricatum</i>	ochratoxin	vesegyulladás, rákos daganat
<i>Aspergillus versicolor</i>	szterigmocisztin	májkárosodás, rákos daganat
<i>A. nidulans</i>	szterigmocisztin	májkárosodás, rákos daganat
<i>A. terreus</i>	citrinin	hasmenés, vesekárosodás
<i>Penicillium citrinum</i>	citrinin	hasmenés, vesekárosodás
<i>P. citreo-viride</i>	citreo-iridin	légzésbénulás, szív-működés zavara
<i>P. cyclopium</i>	ciclopiazonsav	idegrendszeri károsodás
<i>Aspergillus flavus</i>	ciclopiazonsav	idegrendszeri károsodás
<i>Penicillium expansum</i>	patulin	májkárosodás, rákos daganat
<i>P. purpurogenum</i>	rubratoxin	gyomornyálkahártya gyulladása
<i>Fusarium culmorum</i>	deoxinivalenol	hányás, hasmenés, gyomorgörcs
<i>F. graminearum</i>	deoxinivalenol	hányás, hasmenés, gyomorgörcs
	zearalenon	szaporodásbiológiai zavarok
<i>F. culmorum</i>	zearalenon	szaporodásbiológiai zavarok
<i>F. moniliforme</i>	fumonizin	rákos daganat májban, gyomorban
<i>F. proliferatum</i>	fumonizin	rákos daganat májban, gyomorban

A felsorolt gombafajok nem minden esetben termelnek mikotoxinokat. A toxintermelés sok tényezőtől (pl. a termesztés és tárolás környezeti viszonyaitól) függ.

A mikotoxinok napjainkban is nagyon veszélyes és nagy jelentőségű tényezők. Kémiai összetételük, hatásmechanizmusuk különböző. Az általuk okozott betegségek diagnózisa nem könnyű feladat. Ezért az élelmiszerek és takarmányok rendszeres vizsgálata elengedhetetlen. Ma már a termesztőktől történő termés átvételek esetében egyre sürgetőbb feladat a toxin tartalom figyelembevétele.

2.7.5. ELŐREJELZÉS

A kórokozók – mint ismert – jelentős veszteségeket okoznak a termesztett növényeknél. A betegség kialakulása során a felszaporodó kórokozó várható epidémiájáról feltétlenül szükséges információt szerezni. A koncentrálnódó és specializálódó mezőgazdasági termelés megnöveli a járványveszélyt. A növényvédelmi eljárások alkalmazásának legfontosabb gyakorlati kérdései közé tartozik az, hogy a végrehajtandó védekezéseket szükséges-e alkalmazni, és az alkalmazás optimális időpontja mikor van. Napjainkban is nagyon fontos az, hogy a védekezési eljárások hatékonyak-e, gazdaságosak-e és környezetkímélőek-e? Az előrejelzés célja a megfelelő biológiai hatékonyság, az ökonómiai eredményesség és a környezet védelme.

Az előrejelzés a károsítók fenológiájának, populációdinamikájának, illetve epidemiológiájának ismeretén alapuló, és ezeket döntő mértékben befolyásoló ökológiai tényezők vizsgálatának eredményeire támaszkodó alkalmazott tudomány, amely a károsítók nagyságrendi megjelenésének valószínűségeit jelzi (prognosztizálja).

A kórokozók előrejelzése alapvetően a jövőben várható, még meg nem történt eseményekről készülő információ. A szignalizáció jelzést, tájékoztatást ad, és azonnali védekezésre tartalmaz javaslatot.

Az előrejelzés jelenleg is és a jövőben is igen hasznosnak tekinthető, hiszen segíti a tervezést és fokozza a termésbiztonságot. Ma már sokféle prognózis ismert a szakemberek előtt. Az előrejelzés szorosan kapcsolódik az epidemiológiához és a védekezéstanhoz is, mivel a járványveszélyes kórokozók felszaporodásának és a védekezés idejének megállapítása igen fontos.

A prognosztika napjainkban is igen jelentős, és szerepe a jövőben nagymértékben növekedni fog. A fenntartható, környezetkímélő növénytermesztés előrejelzés nélkül nem képzelhető el.

Ahhoz, hogy az előrejelzést biztonságosabbá (megfelelő valószínűségűvé) tehesük, több tényező ismerete szükséges. Mindenekelőtt ismerni kell a kórokozó biológiai sajátosságait (áttelelés, primer fertőzési források, terjedésmódok, fertőzésmechanizmus stb.) és a környezeti tényezők (pl. hőmérséklet, csapadék, fény, mikroklíma) kórokozóra kifejtett hatásait, a gazdanövény fenológiáját és rezisztenciáját és a tömegszaporodási jelenségek törvényszerűségeit, azaz a populációdinamikát szabályozó tényezőket.

Ezek az összefüggések is az „ökológia-epidemiológia-prognosztika” szerves egysége, utalnak. A gyakorlat az előrejelzéstől a védekezés szükségességének, optimális időpontjának megállapítását várja el. A tömegszaporodási veszély felismerése és a védekezés szükségességének megállapítása a mennyiségi tényezők (pl. a járványtani jelenségek) vizsgálatát igényli. A védekezés optimális időpontjának meghatározásához a minőségi

vonatkozások (pl. a kórokozók fejlődésmenete, a növények fonológiája) figyelembe vétele, és azokat befolyásoló környezeti tényezők elemzése szükséges. A védekezés szükségességét és optimális időpontját rendszerint csak kis területre lehet megállapítani. A kórokozók tömegszaporodási viszonyaiból, törvényszerűségeiből azonban már messze-
menő következtetéseket lehet levonni.

A védekezés szükségességének időben történő megállapításával csökken a kezelések száma, fokozódik a védekezések biológiai hatékonysága, ami gazdaságos és egyben környezetkímélő is. A tömegszaporodási jelenségek térben és időben differenciáltan jelentkeznek. Ezért az előrejelzés keretében térben és időben lejátszódó folyamatokat kell vizsgálni. Ez szükségessé teszi azt, hogy az előrejelzések formáit időben és térben határozzuk meg.

Az előrejelzés időbeli formái

Távprognózis

A kórokozók várható fellépésének mértékét, a kártétel veszélyét a következő vegetációs időszakra előrejelzi. A távelőrejelzések általában tájegységre készülnek. Egy-egy gazdaság, vagy tábla igen kicsi ahhoz, hogy a várható járványtani jellegzetességeket kizárólag határaikon belül lehessen a következő évre megítélni.

Rövid távú előrejelzés

A vegetációs időszakon belül, a védekezés várható ideje előtt néhány héttel vagy 1–2 hónappal készíthető. A rövid távú előrejelzésben a várható kártétel mértékét (a tömegszaporodás veszélyét) és a védekezés megközelítően optimális időpontját jelzik. A várható kártétel mértékét rendszerint tájegységre, a védekezés hozzávetőleges időpontját tájegységre vagy gazdaság táblájára vonatkoztatják.

Szignalizáció (jelzés)

Adott üzemi táblára a védekezés közvetlen szükségességét határozza meg. Ebben a kártételi veszélyhelyzet, vagy a járványveszélyt jelző feltételek ismerete segít. A szignalizáció a rövid előrejelzéssel szemben azonnali védekezési intézkedést tesz szükségessé.

Az előrejelzés területi formái

„Üzemi” előrejelzés

Mindig konkrét táblára vonatkozik. A védekezés szükségességét és helyes időpontját határozza meg. Az optimális védekezési időszak igen rövid. Az „üzemi” előrejelzés az okszerű növényvédelem elengedhetetlen feltétele, és egyben a gazdaság növényvédelmi tevékenységének alapja.

Tájegységi előrejelzés

Általában a gazdaságnál nagyobb területre, hasonló környezeti feltételekkel (domborzat, időjárás, talaj, vetésszerkezet stb.) rendelkező körzetre vonatkozik. A várható kártétel

veszélyét vagy a védekezés hozzávetőlegesen helyes időpontját határozza meg. Segíti a gazdaságokat, adatokat szolgáltat az adott tájegységen belül az egyes károsítók várható mértékű fellépésére, és arra, hogy mikor érkezik el a védekezés optimális időpontja. Ezt a munkát a megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat szakemberei koordinálják, és a szükséges védekezésekre felhívják a termelők figyelmét.

Országos előrejelzés

Akkor volt jelentősége, amikor egy kórokozó tömegszaporodása több tájegységre, sőt az egész országra kiterjedt. A Növényegészségügyi és Talajvédelmi Központ Előrejelzési Osztálya végezte. A megyei Állomásokról beérkező információk alapján készítették az előrejelzést. A károsítók fejlődésdinamikájáról és populációdinamikájáról tájékoztatták a szakembereket. A mezőgazdasági szaklapokban, a rádió és a televízió útján juttatták el az információikat és hívták fel a figyelmet a szükséges védekezések elvégzésére. Az 1990-es évekre a korábban kialakított előrejelzési hálózatot és kialakult rendszert megszüntették. Az újabb elképzelés szerint az előrejelzést a termelő közvetlen közelében kell megvalósítani, ezzel növelni lehet annak pontosságát és hatékonyságát.

Jelenleg több, a termőhelyen dolgozó szakembert láttak el előrejelző készülékekkel. A fontosabb kórokozók esetében feltétlen kívánatos, hogy a megfigyelés az egész országra biztosított legyen. A járványok és gradációk elhárítására együttműködik a Növény- és Talajvédelmi Központi Szolgálat a Megyei NTSz szakembereivel, valamint a Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamarával. Az alapadatokat a Növényegészségügyi Információs Rendszer működtetéséhez használják fel. A szolgáltatás és kölcsönös információáramlás érdekében a korszerű internetes számítógépes kapcsolatok kiépítése folyamatban van.

Nemzetközi és kontinentális előrejelzés

Akkor végzik, ha egy károsító tömegszaporodása több országra, illetve több kontinensre is kiterjed. Ilyen esetekben csak nemzetközi összefogással lehet eredményes a kórokozó előrejelzése és a védekezés is. Erre jó példa a dohányperonoszpóra-járvány előrejelzése (CORESTA, Párizs).

A gyakrabban alkalmazott előrejelzési módszerek

A növénybetegségek előrejelzése többféle módszerrel történik. Gyakran nem egy, hanem többféle módszer együttes alkalmazása szükséges ahhoz, hogy az előrejelzés biztonsága a kívánt mértékű legyen.

Az előrejelzési módszerek közül néhány gyakrabban alkalmazott eljárás alapja a következő:

- a) inkubációs idő hosszának kiszámítása
- b) effektív hőösszeg számítás
- c) egyszerű meteorológiai adatok
- d) levélnedvesség borítottság ideje
- e) primér fertőzési források
- f) szekunder fertőzések
- g) indikátor-növények
- h) megfigyelő parcella

- i) növény-fenológia
- j) negatív prognózis
- k) matematikai előrejelzés
- l) számítógépes járványmodellezés
- m) távérzékelésen alapuló képfeldolgozás
- n) nemzetközi előrejelzés.

E felsorolásból is kiderül, hogy számos módszer áll rendelkezésre a betegségek előrejelzésére. A módszer megválasztása elsősorban a kórokozóktól, illetve az adott gazda-parazita kapcsolattól, és a technikai lehetőségektől függ.

Magyarországon előre jelezhető fontosabb betegségek

Almatermésűek baktériumos tüzelhalása (*Erwinia amylovora*)
 Burgonya- és paradicsomvész (*Phytophthora infestans*)
 Cukorrépa cercospórák levélrágja (*Cercospora beticola*)
 Dohányperonoszpóra (*Peronospora hyoscyami* f. sp. tabacina)
 Hagyma peronoszpóra (*Peronospora destructor*)
 Almafa varasodás (*Venturia inaequalis*)
 Körtefa varasodás (*Venturia pyrina*)
 Almafa lisztharmat (*Podosphaera leucotricha*)
 Őszibarack lisztharmat (*Sphaerotheca pannosa* var. persicae) (újabb neve:
Podosphaera pannosa)
 Őszibarack levélfodrosodás (*Taphrina deformans*)
 Szilvalevél vörösfoltosság (*Polystigma rubrum*)
 Szőlő peronoszpóra (*Plasmopara viticola*)
 Szőlő lisztharmat (*Uncinula necator*)
 Málna didimellás vesszőfoltossága (*Didymella applanata*)
 Cukorrépa vírusos sárgaság (*Beet yellows virus*)

A nemzetközi szakirodalom ennél sokkal több betegség előrejelzésével foglalkozik. Ezek között több vírus, baktérium és gombabetegség is van. A jövőben Magyarországon is egyre több kórokozó járványának előrejelzését és módszer alkalmazását kell elvégezni a környezetkímélő és gazdaságos termelés megvalósítása érdekében.

A hazai előrejelzés napjainkban teljes átalakuláson megy keresztül. A régebben kidolgozott és alkalmazott rendszer bizonyos értelemben elvesztette aktualitását, ugyanakkor megjelentek a legkorszerűbb módszerek, a számítógépes előrejelzési lehetőségek, amelyek rendszerbe foglalása most történik.

Tájégségi előrejelzésként működik a Győr-Moson-Sopron megyére kiterjedő, elsősorban a fontosabb szőlőbetegségek (peronoszpóra, lisztharmat, szürkepenész) előrejelzésére kidolgozott gyakorlati program. Hasonló célra dolgozták ki a Galati-féle előrejelzési rendszert, amely figyelembe veszi a kórokozók biológiáját, az előző évi fertőzések súlyosságát, a termesztett fajták fogékonyságát, valamint a szőlőtermő terület domborzati viszonyait. Ezekről az automatikus mérőállomásokról beérkező információk szolgáltatják az alapot a védekezések időpontjának ütemezéséhez, a szükséges fungicidek kiválasztásához. Ezek a helyi, területi kezdeményezések fontos mérföldkövei a jelen és a jövőbeni előrejelzési hálózat kiépítésének.

2.7.6. VÉDEKEZÉS

A védekezés az egyik legfontosabb és sokszor igen nehezen kivitelezhető feladata a növényvédelmi mikológiának. A fitopatogén gombák elleni védekezés közvetett, azaz indirekt és közvetlen, azaz direkt módon történhet. A közvetett módszerek közé olyanok tartoznak, amelyekkel megakadályozhatjuk, hogy egy időben és egy helyen a patogénitással rendelkező kórokozó és a fogékony gazdanövény találkozzon. A védekezés ezen módjait prevenciónak, illetve profilaxisnak nevezzük. Nagyon lényeges szerepe van a természet szakemberek által végrehajtható agrotechnikai védelemnek, amelyre számos lehetőség van (pl. termőhely kiválasztás, vetésváltás, szakszerű talajmunkák, tápanyag ellátás, egészséges szaporítóanyag). A fő cél az, hogy a növények részére optimális feltételeket biztosítsunk, a kórokozó pedig ne tudjon áttelelni, növényekre jutni és felszaporodni.

A zárlati intézkedések is igen jelentősek, és a jövőben még inkább megelőző szerepük lesz az új kórokozók elterjedése szempontjából.

A rezisztenciára nemesítés során a növények ellenálló-képessége növekszik, amely a nehezen leküzdhető kórokozók – pl. a gabonarozsda (*Puccinia* spp.) – ellen már eddig is több esetben eredményes volt. E módszernek egyik előnye, hogy a természet szakember számára a helyes fajtaválasztás egyben a védelmet is biztosítja. Létezik vertikális, vagy rasszspecifikus és horizontális, vagy nem rasszspecifikus rezisztencia. Előbbi esetben a növényfajta csak a kórokozó bizonyos fiziológiai rasszával szemben ellenálló, a többivel pedig fogékony. Utóbbi esetben a növényfajta a kórokozó összes fiziológiai rasszával szemben, bár kisebb mértékben, de ellenálló. Újabban igyekeznek kihasználni a szisztémikus szerzett rezisztencia előnyeit, amely során a növényben meglevő ellenálló-képességet ún. növényi aktivátorral mozgósítják.

A direkt védekezési módok alkalmazása során a kórokozó és gazdanövény közötti kapcsolat létrejötte előtti vagy utáni beavatkozásról van szó. A kémiai védekezési eljárások az egyik leghatékonyabb megoldást jelentik, ezek teljes kiiktatása nélkül szinte lehetetlen a lakosság élelmiszer-ellátása. Számos hatóanyag és rendszerint többféle kiszérelés áll rendelkezésre. A fungicidek káros hatásának csökkentése ma is igen fontos cél. Lehetőségként egyes, a környezetre, az állatra, az emberre veszélyes hatóanyagok kivonása és a permetezések számának csökkentése, valamint más védekezési eljárás beiktatása szükségszerű. Az utóbbi időben több szisztémikus hatású fungicid esetében, annak rendszeres és nem átgondolt használata következtében, egyes gombapopulációkban fungicid-rezisztencia alakult ki.

A környezet védelme érdekében mind nagyobb kutatási teret szánnak a biológiai védelemnek. Antagonista szervezeteket, mikopesztcideket igyekeznek a gyakorlatban is alkalmazni egyes kórokozó gombák ellen. Hatásmechanizmusuk alapján ez utóbbiak 3 csoportba sorolhatók: (a) antibiotikus hatású anyagok, (b) parazitizmus, (c) szaprobiaonta kompetíció. Magyarországon már engedélyezett a KONI, a MYCOSTOP és a TRICHODEX WP biopreparátumok használata.

Az integrált védekezés során a különböző védekezési módokat úgy alkalmazzuk, hogy – a genetikai és a biológiai tényezőket is kiemelten figyelembe véve – a károsítók egyedszámát a gazdasági kár szintje alatt tartjuk.

2.7.6.1. Gombaölő szerek (fungicidek)

A növényeket károsító gombák ellen felhasznált gombaölő szerek többféleképpen csoportosíthatók. Ennek alapjául szolgálhat a formuláció típusa, a hatóanyag, a hatásmechanizmus, a célszervezet kórokozók csoportja, a felhasználási lehetőség, a hatásmód és az integrált növényvédelmi besorolás vagy környezetvédelmi veszélyességi besorolás.

A következőkben a legfontosabb gombacsoportok ellen gyakrabban alkalmazásra kerülő hatóanyagokat és készítményeket ismertetjük. Megemlítjük, hogy a fungicidok nevei és az engedélyezett hatóanyagok gyakran változnak, ezért az alábbi felsorolásban a Jegyzet megírásakor a SZABADI GUSZTÁV szerkesztette „Növényvédő szerek, terménynövelő anyagok” 2004. évi kiadványában felsoroltak vannak érvényben. Megemlítjük, hogy a dőlt betűkkel (kurzív) írt készítmények engedélyokiratait az EU-csatlakozást követően, 2004. május 1-jei hatállyal visszavonják. Továbbá azt is, hogy a nevezett kiadványban számos kombinált hatóanyagú fungicid neve is megtalálható.

4. TÁBLÁZAT

A LEGFONROSABB GOMBACSOPORTOK ÉS A VÉDEKEZÉSRE HASZNÁLT KÉSZÍTMÉNYEK

KÓROKOZÓ(K)	HATÓANYAG	FUNGICID NEVE
<i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Peronospora</i> -félék	réz (rézszulfát, rézhidroxid, rézoxiklorid)	Astra rézoxiklorid, Bordói por, Champion 50 WP, Kocide 101 (DF), Rézoxiklorid 50 WP, Vitra rézhidroxid
	ditiokarbamátok (<i>cineb</i> , mankoceb, propineb, TMTD)	<i>Perocin 80 WP</i> , Dithane M-45, Vondoceb DG, Antracol WP
	klóralkilto ftálimidek (folpet, kaptán)	Buvidid F, Folpan 50 WP, Buvidid K, Orthocid 50 WP
	klór benzokinon és klórnitril származékok (klórtalonil)	Bravo 500, Clortosip 75 WP
	<i>szerves ónvegyületek (fentin hidroxid)</i>	<i>Brestanid</i>
	alkil karbaminsav észterek (propamokarb)	Previcur 607 SL
	fenilamidok (metalaxil)	Ridomil Gold Plus 42,5 WP
	acetamidok (cimoxanil)	Tanos 50 DF, Curzate F, -R, Eclair 49 WG
	foszfítok (efozit-Al)	Mikal 75 WP
	morfolinszármazékok	Forum FP, Acrobat MZ, Forum R
Lisztharmat-félék	kén és szerves kén vegyületek (elemi kén, poliszulfid)	Cosavet DF, Eurokén 2000 80WG, Kumulus S, Necator 80 WG, Nikekén 800 FW, Solfo M 80WP, Thiovit Jet, Rézkén 650 FW, Agrilkén, Vektafid S
	nitrofenolok (dinokap)	Karathane FN 57, Karathane LC
	fenoxikinolinok (quinoxifen)	Kristály IQ
	pirimidinszármazékok (bupirimát)	Nimród 25 EC

KÓROKOZÓ(K)	HATÓANYAG	FUNGICID NEVE
	morfolinok (fenpropimorf, tridemorf)	Archer 425 EC, Calixin
	benzimidazolok (benomil, karbendazim, tiofanát metil)	Fundazol 50 WP, Kolfugo 25 FW, Topsin-M 70 WP
	triazolok (prokloráz, tebukonazol, triadimefon)	Sportak 45 EC, Mirage 45 EC, Folicur 25 WP, Folicur Solo, Folicur Top, Bayleton 25 WP, Bayleton 5 WP
	tritiszárma-zékok (fenarimol)	Rubigan 12 EC
	strobilurinok (krezoxim metil, trifloxisztrobin)	Discus DF, Discus Top, Zato 50 WG
	spiroketalaminok (spiroxamin)	Falcon 460 EC
Egyéb gombák		
<i>Botrytis, Monilia, Sclerotinia</i>	dikarboximidek, klórkaltio ftálimidek, hidroxianilidek, karbamid származékok	Rovral 50 WP, Sumilex 50 WP, Ronilan FL, Orthocid 50 WP, Teldor 500 SC, Melody F 43,5 WP
<i>Blumeriella, Taphrina</i>	réz, kén, triazolok, guanidin, kinon származékok	Bordoimix DG, Champion 50 WP, Score 250 EC, Folicur Solo, Efuzin 500 FW, Delan 700 WG,
<i>Venturia</i>	réz, klórnitril származékok strobilurinok, triazolok	Astra Rézoxiklorid, Champion 50 WP, Bravo 500, Folicur WG, Score 250 EC, Topas 100 EC, Zato 50 WG
<i>Fusarium</i>	triazolok, oxatiinszármazékok benzimidazolok, strobilurinok	Artea 330 EC, Caramba SL, Folicur Solo, Juwel, Mirage 45 EC, Tango Star, Biosild BD, Buvisild BR, Kolfugo Kolor, Maxim Star 025 FS, Premis 25 FS, Romin, Vitavax 75 WP
<i>Tilletia, Ustilago</i>	benzimidazolok, ditiokarbamátok, oxatiinszármazékok, réz, triazolok	Agrosild, Buvisild CR Dithane M-45, Premis 25 FS, Quinosild 150, Romin
Rozsdák	spiroketalaminok, strobilurinok, triazolok	Alert S, Amistar, Artea 330EC, Falcon 460 EC, Bumper 25 EC, Folicur Solo, Juwel, Sfera 267,5 EC, Tango, Tilt 250 EC
<i>Bipolaris, Drechslera</i>	benzimidazol, dikarboximidek, spiroketalaminok, triazolok	Agrocit, Archer 425 EC, Artea 330 EC, Bumper Super, Dividend 030 FS, Duett, Falcon 460 EC, Flamenco, Opus, Sportak 45 EC, Tango, Vitavax 200 FS
<i>Cercospora</i>	benzimidazol, réz, spiroketalamin, szerves ónvegyületek, triazol	Alert S, Alto Combi 420, Benazol, Brestanid, Cuproxat FW, Juwel, Kocide 101, Kolfugo 25 FW, Rias 300 EC, Tango

- BÁNHÉGYI J., TÓTH S., UBRIZSY G. és VÖRÖS J. (1985): MAGYARORSZÁG MIKROSZKÓPIKUS GOMBÁINAK HATÁROZÓKÖNYVE. I-III: AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1985. 1316 pp.
- EKE I. (2004): VÁLTOZÁSOK AZ ENGEDÉLYEZETT NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK STRUKTÚRÁJÁBAN AZ EU-CSATLAKOZÁS UTÁN. GYAKORLATI AGROFÓRUM 15: 7-8.
- ÉRSEK T. és GÁBORJÁNYI R. (SZERK.) (1998): NÖVÉNYKÓROKOZÓ MIKROORGANIZMUSOK. ELTE EÖTVÖS KIADÓ, BUDAPEST 1998. 288 pp.
- ÉRSEK T. és HORNOK L. (SZERK.) (1985): KÓROKOZÓK ÉS A FERTŐZÖTT NÖVÉNY. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1985. 210 pp.
- ÉRSEK T., KISS L., SZÉCSI Á., TURÓCZI Gy. és VAJNA L. (1998): GOMBÁK. IN: ÉRSEK T. és GÁBORJÁNYI R. (SZERK.), NÖVÉNYKÓROKOZÓ MIKROORGANIZMUSOK. ELTE EÖTVÖS KIADÓ, BUDAPEST 1998. pp 133-250.
- FISCHL G. (SZERK.) (2003): A NÖVÉNYKÓRTAN ALAPJAI. KARI JEGYZET. VE GMK, KESZTHELY 2003. 138 pp.
- FOLK Gy. és GLITS M. (1993): KERTÉSZETI NÖVÉNYKÓRTAN. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1993. 560 pp.
- HAWKSWORTH, D.L., KIRK, P.M., SUTTON, B.C. and PEGLER, D.N. (1995): AINSWORTH AND BISBY'S DICTIONARY OF THE FUNGI. 8TH EDITION. INTERNATIONAL MYCOLOGICAL INSTITUTE, CAB INTERNATIONAL, WALLINGFORD, OXON-NEW YORK 1995. 616 pp.
- HORNOK L. (1999): KÖLCSÖNHATÁS NÖVÉNYEK ÉS KÓROKOZÓ GOMBÁK KÖZÖTT. IN: BALÁZS E. és DUDITS D., MOLEKULÁRIS NÖVÉNYBIOLÓGIA. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1999. pp. 569-602.
- HORVÁTH J. (SZERK.) (1995): A SZÁNTÓFOLDI NÖVÉNYEK BETEGSÉGEI. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1995. 328 pp.
- JAKUCS E. (1999): A MIKOLÓGIA ALAPJAI. ELTE EÖTVÖS KIADÓ, BUDAPEST 1999. 247 pp.
- JAKUCS E. és VAJNA L. (SZERK.) (2003): MIKOLÓGIA. AGROINFORM KIADÓ ÉS NYOMDA KFT., BUDAPEST 2003. 477 pp.
- KIRK, P. M., CANON, P. F., DAVID, J. C. and STALPERS, J. A. (2001): AINSWORTH AND BISBY'S DICTIONARY OF THE FUNGI. 9TH EDITION CAB INTERNATIONAL, WALLINGFORD, OXON.
- KÖVICS Gy. (2000): NÖVÉNYBETEGSÉGET OKOZÓ GOMBÁK NÉVTÁRA. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 2000. 255 pp.
- MUDICH A. (1975): NÖVÉNYVÉDELMI MIKOLÓGIA. EGYETEMI JEGYZET. AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM, KESZTHELY 1975. 162 pp.
- PINTÉR Cs. (1997): MIKROFOTÓATLASZ KULTÚRNÖVÉNYEK GOMBÁKÓROKOZÓIRÓL. MEZŐGAZD. SZAKTUDÁS KIADÓ, BUDAPEST 1997. 160 pp.
- SUTTON, B.C. (1980): COELOMYCETES. CMI Kew, SURREY, UK. 1980. 696 pp.
- SZABADI G. (2003): NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK, TERMÉSNÖVELŐ ANYAGOK 2003. AGRINEX BT. 2003. 723 pp.
- SZEPESY I. (1977): NÖVÉNYBETEGSÉGEK. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1977. 446 pp.
- SZÉCSI Á. és HORNOK L. (1985): KORSZERŰ BIOKÉMIAI MÓDSZEREK A GOMBÁK RENDSZEREZÉSÉBEN. IN: CSABA Gy. (SZERK.), A BIOLÓGIA AKTUÁLIS PROBLÉMÁI 33. MEDICINA KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST 1985. pp. 9-40.
- TÉREN J., DRASKOVICS I. és NOVÁK E.K. (SZERK.) (1990): MIKOTOXINOK, TOXINOGÉN GOMBÁK, MIKOTOXIKÓZISOK. MAGYAR ÉLELMÉZÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET, BUDAPEST 1990. 386 pp.
- UBRIZSY G. (SZERK.) (1965): NÖVÉNYKÓRTAN I-II. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1965. 579 pp. és 942 pp.
- UBRIZSY G. és VÖRÖS J. (1968): MEZŐGAZDASÁGI MIKOLÓGIA. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1968. 576 pp.
- VAJNA L. (SZERK.) (1987): NÖVÉNYPATOGÉN GOMBÁK. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1987. 303 pp.
- VIRÁNYI F. (1998): ÁLTALÁNOS NÖVÉNYKÓRTAN. EGYETEMI JEGYZET. GÖDÖLLŐ 1998. 101 pp.

NÖVÉNYVÉDELMI ÁLLATTAN

3. A NÖVÉNYVÉDELMI ÁLLATTAN TÖRTÉNETE

Az emberiség történetének kezdete óta a gyűjtögetéstől a korszerű növénytermesztésig és erdőgazdálkodásig állandóan felmerült a terméscsökkenítő károsítók megfékezésének, megakadályozásának szükségessége.

A kártevők elleni küzdelem kezdetben igen egyszerű, primitív formákban történt, mivel nem ismerték azokat a bonyolult összefüggéseket, melyek a termesztett haszonnövények és kártevők, illetve az élő és élettelen környezeti tényezők között fennállnak.

A növényvédelmi állattan fejlődése több szakaszra osztható, tudományos jellegűvé azonban csak a múlt században vált. Az első szakaszt a babonás, misztikus, rituális szertartások jellemzik. Ez az ókorra és a középkorra tehető, amikor a kártevők elszaporodását egy felettes hatalomnak tulajdonították, amelyre többnyire szertartásokkal próbáltak megoldást találni. Az egyházi bíróságok különböző állatpereket tartottak és ítéleteket hoztak a különböző kártevők ellen, egyben kötelezték őket a művelt terület elhagyására.

Ezzel párhuzamosan több felvilágosultabb szemlélet is napvilágot látott a fejlettebb kultúrákban. A szőlőtermesztő görögök és rómaiak éppen úgy ismerték a szőlőiloncát, mint mi. A kínaiak már a XII. században felismertek néhány hasznos rovarfajt, és védekezésre próbálták használni őket a kártevő fajok ellen. A Távol-Keleten az ókorban felhívták a figyelmet a sáskákra, mint az éhínségek okozóira, és egyben pusztításukat is elrendelték.

A felvilágosodás és a természettudományok megismerésének, fejlődésének időszakában rendszerezik a növény- és állatvilágot, megismerik az élőlények biológiáját, és így a kártevők ellen már hatékonyabb védekezési megoldásokat tudnak kidolgozni. Megismerik a dohánylét és a pirétrum rovarölő hatását, és bizonyos kártevők tömeges elszaporodását biológiai és éghajlati tényezők befolyásolásával magyaráznak.

Erre az időszakra tehető GROSSINGER JÁNOS jezsuita tanár munkássága, aki 1794-ben megjelent latin nyelvű Entomologia című munkájában ír a főbb rovarkártevőkről és az ellenük történő védekezési módszerekről.

A XIX. század és a II. világháború közötti időszakban, a természettudományokban forradalmi változás áll be, és tudományos alapossággal indul meg a kártevők elleni harc. Kísérletes módszereket vezetnek be a kártevők biológiájának pontosabb megismerésére, és ezt a tevékenységet a fejlődő gép- és vegyipar is kellőképpen segíti. Növényvédelmi kutatóintézetek alakulnak, amelyet egyes veszélyes kártevő megjelenése tesz szükségessé. Az egyetemes természettudományok kiemelkedő, polihisztor egyénisége volt HERMAN OTTÓ (1835–1914). Mezőgazdasági – állattani, rovar- és állatvédelmi – munkáival is

maradandót alkotott, és igen jelentős mértékben hozzájárult a mai ökológiai, növényvédelmi ismereteinkhez. E jegyzet megjelenésének évében – halálának 90. évfordulóján – érdemes megjegyezni azt, hogy 1880-ban az ő javaslatára hozták létre a mai MTA Növényvédelmi Kutatóintézete (Budapest, Herman Ottó út 15.) jogelődjét, az Országos Phylloxera Kísérleti Állomást. 1890-ben Állami Rovartani Állomássá alakul, ami az intézmény feladatainak bővülését jelenti. 1936-ban Budapesten Növényegészségügyi Intézetet szerveznek. Ezekben az években számos kiemelkedő, világhírű kutató dolgozik Magyarországon.

A hazai növényvédelmi állattan kiemelkedő személyiségei közé tartozik HORVÁTH GÉZA (1847–1937). Jelentős munkát végzett a filoxéra elleni harcban. Megalapította a Magyar Entomológiai Társaságot, mely Magyar Rovartani Társaság néven ma is működik. Jelentős tevékenységet fejtett ki a gyakorlati rovaratan terén is. Kiemelhetők a szipókás rovarokkal végzett kutatásai. Mint nemzetközileg elismert szakember több külföldi tudományos egyesület tagja volt, és külföldön nagyszámú tanulmányt tett közzé. A Magyar Tudományos Akadémia tagja volt. JABLONOWSKI JÓZSEF (1863–1943) 1890-ben asszisztensként HORVÁTH GÉZA mellé került a Rovartani Állomásra, melynek 1895-ben igazgatója lett, és haláláig ott dolgozott. Elsősorban a mezőgazdasági rovarattannal foglalkozott. Ő szervezte meg Magyarországon a mezőgazdasági (szántóföldi és kertészeti) kártevő rovarok elleni korszerű védekezést. 1904-ben a marokkói sáska ellen lóvontatású sáskairtó gépet szerkesztett. KADOCSA GYULA (1880–1962) 1909-től a Rovartani Állomáson dolgozott, amely később beolvadt a Növényvédelmi Kutató Intézetbe. Ennek az intézetnek az Állattani Osztályán dolgozott haláláig. A Magyar Rovartani Társaság alapító tagja. Főként a mezőgazdaságra káros rovarokkal foglalkozott, s ezen a területen kiterjedt ismeretterjesztő irodalmi tevékenységet is végzett. Megkapta a mezőgazdasági tudományok doktori fokozatot és a Kossuth-díjat is. GYÖRFFI JENŐ (1882–1970) a Keszthelyi Gazdasági Akadémián szerzett másoddiplomát. A Magyar Rovartani Állomáson töltött évei alatt az áptionokkal foglalkozott, e terület nemzetközileg elismert specialistája lett. A gyakorlati növényvédelmet tartotta elsődlegesnek munkájában. Több mint 400 publikációja jelent meg. SAJÓ KÁROLY (1851–1939) 1877-től az ungvári katolikus főgimnázium tanára volt, 1888-tól a Rovartani Állomáson dolgozott. A szőlőperonoszpóra és a marokkói sáska elleni védekezés módját először ő ismertette. A világirodalomban először írt (1896-ban) magyar és német nyelven az időjárásnak a rovarokra gyakorolt hatásáról. Írásai a kertészeti rovaratan számára rendkívül fontosak. SZELÉNYI GUSZTÁV (1904–1982) széles látókörű entomológus, cönológus, zoológus kutató volt. Több éven át vezette a Növényvédelmi Kutató Intézet Állattani Osztályát. Tudományos közleményeinek száma meghaladja a százat. Elsősorban a növények kártevőit, a növényvédelem lehetőségeit kutatta. Felismerte a biocönológia és a növényvédelem összefüggéseit. Megalkotta az agrobiocönózisok modelljét. Elnyerte a biológiai tudományok doktora tudományos fokozatot. MANNINGER GUSZTÁV ADOLF (1910–1982) egyetemi tanár 1950-től a Gödöllői Egyetem Növényvédelmi Állattani Tanszékének volt vezetője. 1969-től 1976-ig a Keszthelyi Agrártudományi Főiskola tanára volt. Kutatásai a szántóföldi növények – elsősorban a cukorrépa, a kukorica és a lucerna – állati kártevőinek vizsgálatára, a kártevők megjelenésének előrejelzésére irányultak. Tudományos és gyakorlati eredményeinek elismeréseképpen megkapta a Kossuth-díjat. RAINISS LAJOS (1916–1974) a Keszthelyi Növényvédelmi Intézet első igazgatója volt. A növényvédelmi szakemberek oktatásával, illetve nematológiai kutatásokkal foglalkozott részletesebben. Az 1950-es évek végétől részt vett a hazai gyomirtási kísérletekben is. REICHART GÁBOR (1917–1979) 1943-tól nyugalomba vonulásáig (1978) a Növényvédelmi Kutató Intézetben dolgozott. Fő működési területe az alkalmazott rovartan

volt. A rovarkártevőket és az ellenük való védekezési eljárásokat kutatta. Eredményeit 200 közleményében és 11 társszerzőkkel írott könyvben tette közzé. Mezőgazdasági tudományok kandidátusa fokozatot szerzett. FARKAS KÁROLY (1936–1986) 1978-tól a Kertészeti és Szőlészeti Főiskolán a Növényvédelmi Tanszék vezetője volt. A növényvédelmi állattan szakértőjeként érdeklődése a fonálférgek rendszertanára is kiterjedt, s számos új fajt írt le. BALÁS GÉZA (1914–1987) a Kertészet Főiskolán 1949-ben létrehozta a Rovartani Tanszéket. 1961-től a Kertészeti Kutató Intézetben dolgozott haláláig. Kutatásainak középpontjában a kertészeti növények kártevői és az ellenük való védekezés kidolgozása állt. Foglalkozott a levélatkákkal, létrehozta Európa második legnagyobb gubacsgyűjteményét. Kandidátusi fokozatot szerzett. HUZIÁN LÁSZLÓ (1923–1996) a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Rovartani Tanszék megbízott tanszékvezetője volt 1959-ig. SZALAY-MARZSÓ LÁSZLÓ (1929–2000) a Nyíregyházi Kutató Intézet Hyphantria Kutató Laboratóriumának vezetőjeként, majd a budapesti Növényvédelmi Kutató Intézet Állattani Osztályán dolgozott hosszú ideig. Több éven át a Gödöllői Agrártudományi Egyetem egyetemi tanára volt. Fő kutatási területe a Homoptera-kon belül a levéltetveket ölelte fel, de a kertészeti és erdészeti kártevők autökológiai kutatásában is jelentős tanulmányokat közölt. Megszerezte a mezőgazdasági tudományok doktora fokozatot. A rovarkártevők elleni szerek vizsgálatával, új inszekticidek kifejlesztésével és szabadalmaztatásával, szintetikus rovártáplálkozás-gátlók, valamint rovar antihormonok hatásmechanizmusával kapcsolatban kiemelkedő érdemeket szerzett a Növényvédelmi Kutató Intézetben (Budapest) TERÉNYI SÁNDOR (1897–1987) és MATOLCSY GYÖRGY (1920–1992).

A II. világháború után a kártevők leküzdésére tudományos alapokon nyugvó védekezési módszereket dolgoznak ki. Komplex vizsgálatok segítik a kártevők életmódjának apró részletekig történő feltárását. Nemzetközi összefogások születnek egyes veszélyes kártevők megfékezésének érdekében (pl. a kukoricamoly ellen IWGO stb.).

1949-ben Budapesten Növényvédelmi Kutató Intézet néven újjászerveződik a Növényegészségügyi Intézet. Újabb lendületet adott a kutatásnak a burgonyabogár hazai betelepődése. 1958. január 8-ára elkészült a Növényvédelmi Kutató Intézet Laboratóriuma, amely Burgonyabogár Kutató Laboratórium (Keszthely) néven vált ismertté. A laboratóriumban nemzetközileg is elismert növényvédelmi állattani és növényvirológiai kutatásokat végeztek. Hazai növényvédelmünk történelmében fontos a Zárszolgálati Laboratórium és az 50 éve létrehozott megyei növényvédő állomások. Ezek az intézmények teszik lehetővé a veszélyes- és karantén kártevők, kórokozók gyors és eredményes leküzdését. Az imént említett intézményhálózat jogutódai a Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálatok ma már a megyék növényvédelmi centrumai.

A XX. század második felétől a mezőgazdaság kemizálása uralkodóvá vált, amely mind a műtrágyák, mind a peszticidek széles körű felhasználásában világszerte megmutatkozott. Az ökológiai és környezetvédelmi vizsgálatok azonban rámutattak az ebben rejlő veszélyekre, melynek nyomán az igazgatást is szigorították. Ennek egy kézzelfogható példája az egyébként hatékony, de rendkívül perzisztens és toxikus, halogénezett szénhidrogén tartalmú készítmények számának csökkentése.

Napjainkban a komplex szemléletet az integrált növényvédelmi szempontok váltották fel, amelynek lényege az, hogy a kártevők ellen biológiájuk és környezetük megismerésével az ökológiai irányelveket figyelembe véve komplex módon védekezünk. A globális felmelegedés, és a behurcolás következtében megjelenő új kártevő fajok, illetve a jelenlévő fajok elterjedésének, populáció dinamikájának megváltozása ismét jelentős kutatómunkára ösztönzi a jelen növényvédelmi szakembereit.

4. A KÁRTEVŐ FOGALMA ÉS A KÁRTEVŐK CSOPORTOSÍTÁSA

4.1. A kártevő fogalma

A kártevők többnyire olyan fitofág állatok, melyek a termesztett szántóföldi, kertészeti, erdészeti és vadon termő haszonnövényeket, raktározott terményeket megtámadják és rajtuk táplálkozási vagy ivadékgondozási tevékenységük közben jellegzetes elváltozásokat, károkat okoznak.

A kártevők csoportosítása többféle szempont szerint történhet. Ezek közül az entomológiai kutatásban és a növényvédelmi gyakorlatban használt alapvető csoportosítások a következők:

A kártevő időbeni megjelenése

Rendszeres, vagy állandó kártevő: Kártételükre minden évben, rendszeresen számíthatunk (pl. kukoricamoly, repcefénybogár).

Alkalmi, vagy időszakos kártevő: Kártételük nem rendszeres, megjelenésük időszakos, alkalomszerű (pl. rétimoly, galagonyalepke).

A kártevő területi megoszlása

Kozmopolita kártevő: A világon mindenhol előforduló fajok (pl. sáskák, pattanóbogarak).

Országos kártevő: Az ország határain belül mindenhol megtalálható fajok (pl. Magyarországon az almamoly, Olaszországban a földközi tengeri gyümölcslégy).

Tájegységi kártevő: Az ország egyes tájain jelentkeznek (pl. fekete répadögbogár, kalló cserebogár).

Helyi, vagy körzeti kártevő: A helyi viszonyok kedvező hatására elszaporodó szervezetek (pl. hollóbogár, nagyfejű csajkó).

A táplálékspecializáció foka

Monofág vagy egytápnövényű kártevő: A kártevő egy növényfajon táplálkozik egész élete folyamán (pl. vértetű, rügyfűró bogár, vadgesztenye aknázómoly).

Oligofág vagy kevéstápnövényű kártevő: A károsító egy családhoz tartozó növényekkel táplálkozik (pl. burgonyabogár, keresztesek földibolhái).

Polifág vagy *soktápnövényű kártevő*: Sok növényt gazdanövényként választhat (pl. gyapottok bagolylepke, kukoricamoly, amerikai fehér medvelepke).

A megtámadott növényi szerv

Vegetatív részek kártevői:

Rizofág vagy *gyökérkártevő* (pl. amerikai kukoricabogár lárvája, szőlő gyökértetű).

Xilofág vagy *fásrész kártevő* (pl. kéregmoly, púposszű, üvegszárnyú ribiszkalepke).

Filofág vagy *zöldrész kártevő* (pl. szivarsodró eszelény, lombosfa fehérmoly).

Generatív részek kártevői:

Antofág vagy *virág kártevő* (pl. bundásbogár, repcefénybogár, pejbogár imágója).

Fruktofág vagy *termés kártevő* (pl. almamoly, mezei gabonamoly).

A kártétel kialakulása

Közvetlen kártételt okozók: A kártevő a növényt táplálkozása (pl. pajor, drótféreg rá-gása), vagy ivadékgondozása (lucernaormányos) során mennyiségileg vagy minőségileg károsítja.

Közvetett kártételt okozók: A kártevő mechanikai vagy biológiai úton különböző gombabetegségek, vagy vírusok átvitelét végzi [pl. zöld őszibarack-levéltetű (*Myzus persicae*) a burgonya levélsodródás vírust (*Potato leafroll virus*, PLRV) viszi át, a nyerges szőlőfürtmoly kártétele következtében szürkerothadást okozó gomba telepszik meg].

Ezekon kívül a kártevők csoportosítása történhet a növény fenológiai stádiumai (gyakorlati növényvédelem szempontjából fontos), a tápnövény közösségek (katenáriumok), a kártevő jelentőség és a kártevő rendszertani (taxonómiai) besorolása alapján.

4.2. Kártétel és a kárkép típusai

A kárképek kialakulását az egyéb tényezők befolyásoló hatása mellett – pl. növények toleranciája, eltérő érzékenysége, éghajlati módosító hatások – alapvetően a kártevők szájszervtípusai határozzák meg. Ez a kártevő faj azonosításában, egyedsűrűségének meghatározásában (abundancia) és a védekezés időpontjának, módjának a kidolgozásában is segítséget nyújthat.

A rovarok szájszervtípusai a következők lehetnek: rágó szájszerv, szűrő-szívó szájszerv, nyaló szájszerv, nyaló-szívó szájszerv és pödörnyelv. A rágó (csótányok, tojócsöves- tojókampos egyenesszárnyúak, bogarak, lepkelárvák, bársonylégy és lószúnyog lárvák, hártáysszárnyúak), a szűrő-szívó (poloskák, egyenlősszárnyúak, gubacsszúnyogok) és garathorog (kétsszárnyúak lárvája) szájszervű rovarok, fejlődési alakok (szemaforontok), illetve a radula szájszervű házass és házatlan csigák okozhatnak a kultúrnövényeken károkat a melegvérűeken kívül.

A kártétel a természetben vagy vadon termő haszonnövényeken okozott minőségi, mennyiségi veszteség. A kárkép a kártevők által a növényen okozott jól látható és jellegzetes elváltozás (tünet).

A kárképek csoportosításával több tanulmány foglalkozott napjainkig. A növényvédelmi oktatásban, gyakorlatban leginkább elterjedt Bei-Bienko által kidolgozott kárképcsoportosítás (5. táblázat) három különböző szempontra épül aszerint, hogy (a) a kártevő a táplálkozás előtt előkészíti vagy nem a növényi részt, (b) a növény mely részét támadja meg a kártevő és (c) milyen a kártevő szájszerv típusa.

5. TÁBLÁZAT
KÁRKÉPFELSZÍTÁS BEI-BIENKO SZERINT

I. ELŐKÉSZÍTÉS NÉLKÜL
A. LEVELEKEN MEGJELENŐ

TÍPUS	SZÁJSZERV	KÁRTEVŐK
1. Részleges rágás		
a. lyuggatás	rágó szájszerv, radula	meztelen csigák, vetési bagolylepke
b. hámozás	rágó szájszerv	vetésfehérítők, lucernaböde
c. csipkézés	rágó szájszerv	csipkéző bogarak
d. karéjozás	rágó szájszerv	kukoricabarkó, cserebogarak
e. vázasítás	rágó szájszerv	repcedarázs, köszméte araszoló
2. Tarrágás	rágó szájszerv, radula	burgonyabogár, gyapjaslepke
3. Aknázás	rágó szájszerv	lombosfa fehérmoly
4. Szúrás, szívás	szúró-szívó szájszerv	poloskák, fekete répalevéltetű
5. Zsugorodás	szúró-szívó szájszerv, garathorog	almapirosító levéltetű, fritlégy
6. Sodródás	szúró-szívó szájszerv, rágó szájszerv, garathorog	sodrómolyok

B. SZÁRON, HAJTÁSON, TÖRZSÖN MEGJELENŐ

TÍPUS	SZÁJSZERV	KÁRTEVŐK
1. Járatok	rágó szájszerv	repceszár-ormányos, cincérek
2. Vezérhajtás-elhalás	szúró-szívó szájszerv, garathorog	csikoshátú búzalégy, fritlégy, ugarlégy, őszi fekete búzalégy
3. Lágyszárú növények szárának torzulása	szúró-szívó szájszerv, garathorog	molyhos mezeipoloska, csikoshátú búzalégy

C. GYÖKÉREN VAGY MÁS FÖLD ALATTI RÉSZEN MEGJELENŐ

TÍPUS	SZÁJSZERV	KÁRTEVŐK
1. Gyökerek felszíni rágása	rágó szájszerv	pajorok, drótférgek, amerikai kukoricabogár lárvája
2. Föld alatti részen üreg, járat	rágó szájszerv	vincellérbogár lárvája, lucernacincér lárvája, pajorok

D. SZAPORÍTÓSZERVEKBEN, TERMÉSEKBEN MEGJELENŐ

TÍPUS	SZÁJSZERV	KÁRTEVŐK
1. Rügyek bimbók odvasítása	rágó szájszerv	bimbólikasztó bogár, rügyfűró bogár, kendermagbogár
2. Kinyílt virágok pusztítása	rágó szájszerv	aranyos-, rezes virágbogár, repcefény-bogár
3. Húsos termésekben járatok, odvak	rágó szájszerv, garathorog	almamoly, körtemoly, poloskaszagú körtedarázs
4. Becők, tokok károsítása	rágó szájsz., szúró-szívó szájsz.	napraforgómoly, repce-gubacsszúnyog
5. Gabonák fehérkalászsúsága	szúró-szívó szájszerv	gabonapoloskák
6. Szemtermésekben okozott kártétel	rágó szájsz., szúró-szívó szájsz.	mezei gabonamoly, szipoly, csere-bogarak
7. Magvak belsejének odvasítása	rágó szájszerv	lucerna-magdarázs, borsózsizsik, babzsizsik
8. Magvak kívülről károsítása	rágó szájszerv	lucerna magormányos, akácmoly, borsómolyok

II. ELŐKÉSZÍTVE FOGYASZTÁS ELŐTT

A. FIZIKAI ELŐKÉSZÍTÉS

TÍPUS	SZÁJSZERV	KÁRTEVŐK
1. Nyári hernyófészkek	rágó szájszerv	amerikai fehér medvelepke, pókhálósmoly
2. Téli hernyófészkek	rágó szájszerv	galagonyalepke, aranyfarú lepke

B. ÉLETTANI ELŐKÉSZÍTÉS

TÍPUS	SZÁJSZERV	KÁRTEVŐK
1. Gubacskészítés	rágó szájszerv	gubacsdarazsak, gubacsszúnyogok
2. Daganatkészítés	szúró-szívó szájsz.	vértetű, gubacsképző fonálférgek

5. RENDSZERTANI ALAPISMERETEK

5.1. A rendszer és a rendszertan fogalma

Az állatokat először Arisztotelész rendszerezte, aki munkájában közel 500 fajt írt le. Később, 1758-ban LINNÉ már 4 236 fajjal foglalkozott rendszerében. DUDICH és LOKSA (1975) adatai szerint 1 100 000 állatfaj él a világon, amelyek száma évről évre növekszik.

A rendszer bizonyos logikai műveletek eredményeképpen létrejött tudományos keret, amelynek különböző rangú egységei (rendszertani egységek, kategóriák, taxonok) vannak.

A rendszertan az a tudományág, amely kutatásai során a rendszert leírja, összeállítja.

Rendszertani kategóriák, fogalmak

Az állatrendszertanban használt kategóriákat az 6. táblázat tartalmazza. A fajok azoknak az egyedeknek az összességét értjük, amelyek egymással korlátlanul termékenyen kereszteződve szaporodásképes utódokat hoznak létre, és mindezek azonos fejlődési alakjai valamennyi lényeges tulajdonságban (alaktani, élettani) megegyeznek. Az alfaj olyan egyedek összessége, amelyek a törzsfajtól többnyire átmeneti bélyegegekben különböznek. Az alfaj földrajzi elterjedése önálló, külön esik a faj területétől. Jegyzetünkben a DUDICH és LOKSA (1975) rendszertani csoportosítását közöljük (7. táblázat).

6. TÁBLÁZAT
AZ ÁLLATRENDSZERBEN HASZNÁLT KATEGÓRIÁK
(DUDICH ÉS LOKSA 1975 UTÁN)

I. RENDŰ EGYSÉGEK	II. RENDŰ EGYSÉGEK	III. RENDŰ EGYSÉGEK	IV. RENDŰ EGYSÉGEK
<i>regnum</i> (ország)	<i>subregnum</i> (állatkör)	<i>divisio</i> (tagozat)	<i>subdivisio</i> (altagozat)
<i>phylum</i> (törzs)	<i>subphylum</i> (altörzs)	<i>claudus</i> (ágazat)	<i>subclaudus</i> (ág)
<i>classis</i> (osztály)	<i>subclassis</i> (alosztály)	<i>legio</i> (csoport)	<i>sublegio</i> (öregrend)
<i>ordo</i> (rend)	<i>subordo</i> (alrend)	<i>sectio</i> (osztág)	<i>subsectio</i> (öregcsalád)
<i>familia</i> (család)	<i>subfamilia</i> (alcsalád)	<i>tribus</i> (nemzetség)	<i>subtribus</i> (öregnem)
<i>genus</i> (nem)	<i>subgenus</i> (alnem)	<i>cohors</i> (raj)	<i>subcohors</i> (fajcsoport)
<i>species</i> (faj)	<i>subspecies</i> (alfaj)	<i>varietas</i> (változat)	<i>aberratio</i> (eltérés)

7. TÁBLÁZAT
REGNUM ANIMALE
(DUDICH ÉS LOKSA 1975 UTÁN)

A. Állatkör: Egysejtű állatok (Protozoa)

I. törzs: Egyfélelemagvúak (Plasmodroma)

II. törzs: Kétfélelemagvúak (Ciliophora)

B. Állatkör: Többsejtű állatok (Metazoa)

1. tagozat: Sejthalmazállatok (Mesozoa)

III. törzs: Szedercsíraszerűek (Moruloidea)

2. tagozat: Álszövetes állatok (Parazoa)

IV. törzs: Szivacsok (Porifera)

3. tagozat: Szövetes állatok (Eumetazoa)

a. altagozat: Testüregnélküliek (Acoelomata)

V. törzs: Csalánózók (Cnidaria)

VI. törzs: Bordás medúzák (Ctenophora)

3. tagozat: Szövetes állatok (Eumetazoa)

a. altagozat: Testüregnélküliek (Acoelomata)

V. törzs: Csalánozók (Cnidaria)

VI. törzs: Bordás medúzák (Ctenophora)

b. altagozat: Testüregesek (Coelomata)

törzscsoport: Összájúak (Protostomia)

VII. törzs: Laposférgek (Platyhelminthes)

VIII. törzs: Hengeresférgek (Nemathelminthes)

IX. törzs: Zsinórférgek v. ormányüregesek (Nemertoidea)

X. törzs: Villásférgek (Aschelminthes)

XI. törzs: Nyelesférgek (Carnitoxia)

XII. törzs: Előgyűrűsférgek (Gephyrea)

XIII. törzs: Gyűrűsférgek (Annelida)

XIV. törzs: Puhatestűek (Mollusca)

XV. törzs: Tapogatókoszorúsok (Tentaculata)

XVI. törzs: Féreglábúak (Archipodiata)

XVII. törzs: Ízeltlábúak (Arthropoda)

törzscsoport: Újszájúak (Deuterostomia)

XVIII. törzs: Úszószegélyes férgek (Homalopterygia)

XIX. törzs: Béltelenek (Brachiata)

XX. törzs: Tüskésbőrűek (Echinodermata)

XXI. törzs: Félgerinchúrosok (Hemichordata)

XXII. törzs: Előgerinchúrosok (Prochordata)

XXIII. törzs: Fejgerinchúrosok (Cephalochordata)

XXIV. törzs: Gerincesek (Vertebrata)

5.2. Növényvédelmi szempontból fontos törzsek, osztályok, rendek, családok leírása

Növényvédelmi szempontból a legfontosabb törzsek a következők:

VIII. törzs: Hengeresférgek (Nemathelminthes)

XIII. törzs: Gyűrűsférgek (Annelida)

XIV. törzs: Puhatestűek (Mollusca)

XVII. törzs: Ízeltlábúak (Arthropoda)

XXIV. törzs: Gerincesek (Vertebrata)

HENGERESFÉRGEK (NEMATHELMINTES) TÖRZSE

Az elnevezésüket a *nema* (fonál) és a *helmins* (féreg) görög eredetű szavakból kapták. Szárazföldi, édesvízi és tengeri állatok. Testük karcsú, megnyúlt, szelvényezetlen. Nagyságuk változó, többségük 1 mm körüli. Főleg szabadon élnek, de megtalálhatók növényekben, állatokban és emberekben is. Nagy részük ártalmatlan vagy közömbös, kis hányaduk a növényeket károsítja, és veszélyes kártevő. Vannak hasznos fajaik is, amelyeket a biológiai védekezésben, a kártevők ellen a gyakorlatban is felhasználnak (entomopatogén fonálférgek).

Szerkezeti felépítésük alapján három osztályba csoportosíthatók:

- a) Fonálférgek (Nematoidea)
- b) Húrférgek (Nematomorpha)
- c) Buzogányfejűek (Acanthocephala)

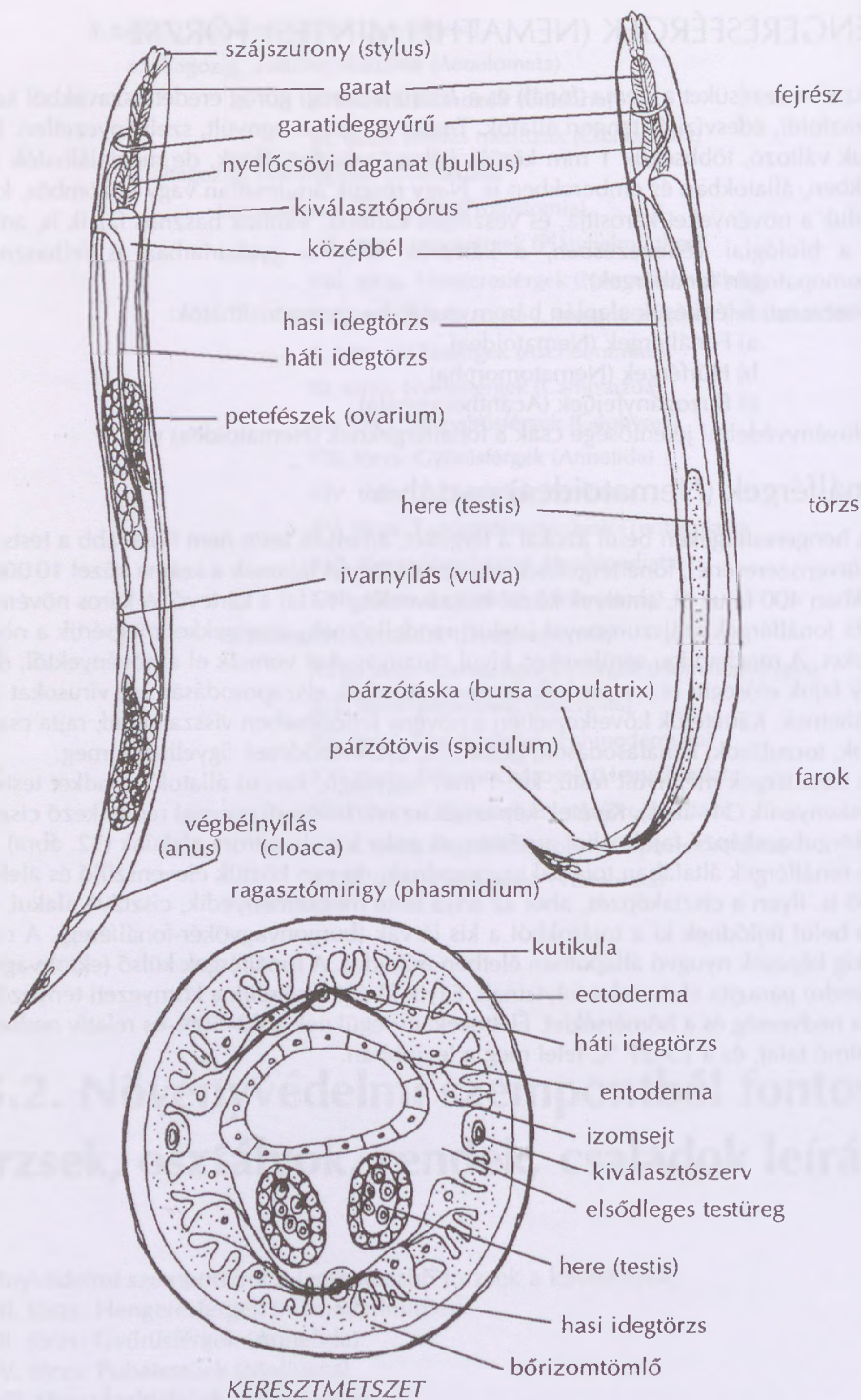
Növényvédelmi jelentősége csak a fonálférgeknek (Nematoidea) van.

Fonálférgek (Nematoidea) osztálya

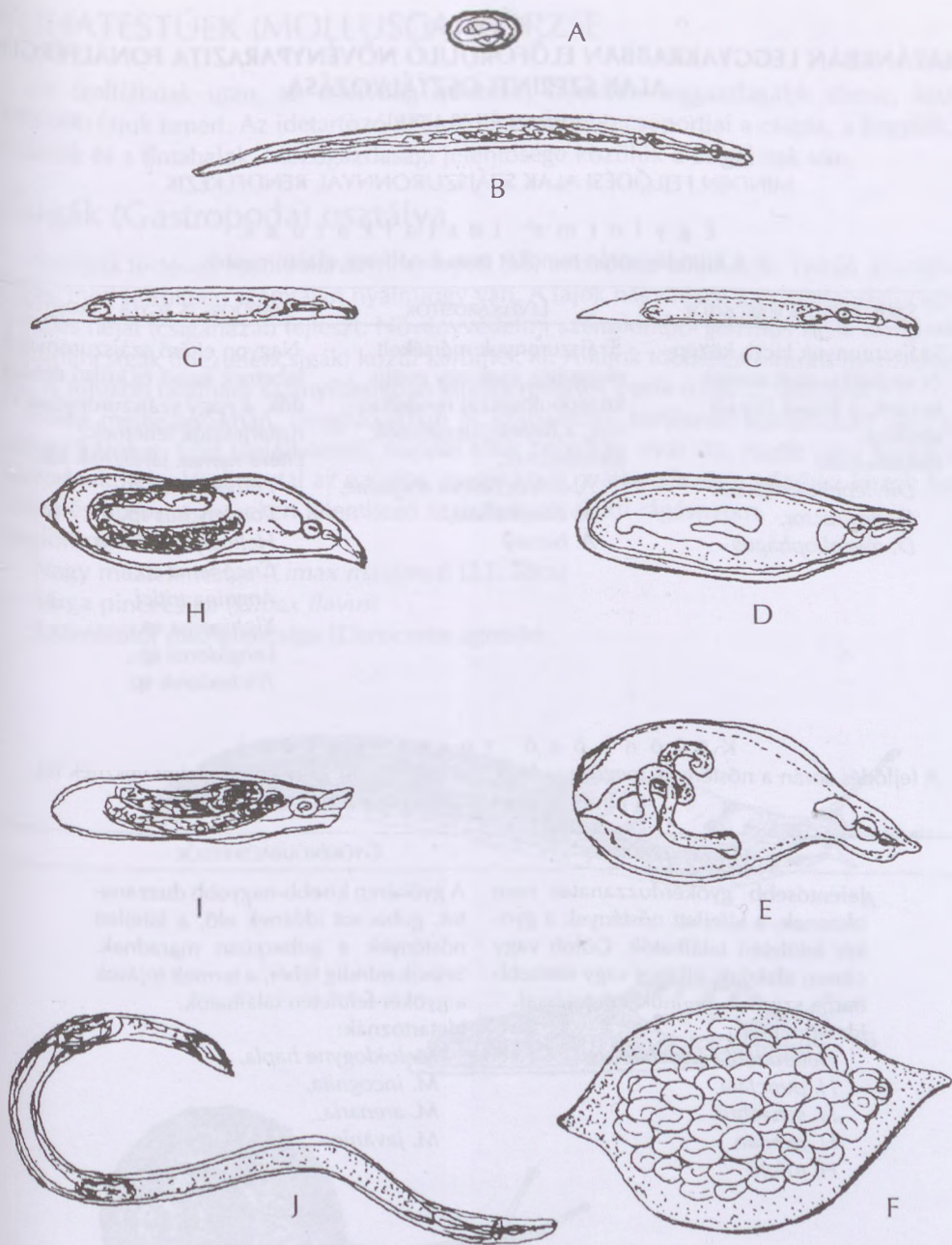
A hengeresférgeken belül azokat a férgeket, amelyek teste nem hosszabb a testszélesség ötvenszeresénél, fonálférgeknek nevezzük. Ismert fajainak a száma közel 10 000, hazánkban 400 fajuk él, amelyek közül hozzávetőleg 40 faj kártevő. A káros növényi parazita fonálférgek szájszuronnyal (stylus) rendelkeznek, amelyekkel megsértik a növényi sejteket. A mechanikai sérüléseken kívül tápanyagokat vonnak el a növényektől, de néhány fajuk elősegíti bizonyos baktériumok, gombák elszaporodását, sőt vírusokat is terjeszthetnek. Kártételük következtében a növény fejlődésében visszamarad, rajta csavarodások, torzulások, kanalasodások, gubacsok, elszíneződések figyelhetők meg.

A fonálférgek megnyúlt testű, kb. 1 mm nagyságú, karcsú állatok, mindkét testvégük elkeskenyedik (31. ábra). Kivételt képeznek az ivari dimorfizmussal rendelkező ciszta- és gyökérgubacsképző fajok, ahol a nőtények palack vagy citrom alakúak (32. ábra).

A fonálférgek általában tojással szaporodnak, de van köztük elevenszülő és áleleven- szülő is. Ilyen a cisztaképzés, ahol az anya teste megkeményedik, cisztává alakul, amelyen belül fejlődnek ki a tojásokból a kis lárvák (burgonyagyökér-fonálféreg). A ciszták éveig képesek nyugvó állapotban életben maradni. A fonálférgek külső (ekto) vagy belső (endo) parazita életmódot folytatnak. Egyik fő életfeltételük a környezeti tényezők közül a nedvesség és a hőmérséklet. Élettevékenységüknek a 40–50%-os relatív nedvesség-tartalmú talaj, és a 13–27 °C felel meg a legjobban.



31. ÁBRA. A FONÁLFÉRGEK TESTFELÉPÍTÉSE (ANDRÁSSY 1958 UTÁN).



32. ÁBRA. CSIZTAKÉPZŐ FONÁLFÉRGEK FEJLŐDÉSMENETE.

A, TOJÁS; B, L1-ES LÁRVA; C, L2-ES LÁRVA (NŐSTÉNY); D, L3-AS (INVERT) LÁRVA (NŐSTÉNY); E, L4-ES LÁRVA (NŐSTÉNY); F, ADULT (NŐSTÉNY); G, L2-ES LÁRVA (HÍM); H, L3-AS (INVERT) LÁRVA (HÍM); I, L4-ES LÁRVA (HÍM); J, ADULT (HÍM). (DECKER 1969 UTÁN).

Hazánkban élő legfontosabb kártevő fajokat JÁVOR (1974) rendszerezése alapján ismertetjük (8. táblázat).

HAZÁNKBAN LEGGYAKRABBAN ELŐFORDULÓ NÖVÉNYPARAZITA FONÁLFÉRGEK
ALAK SZERINTI OSZTÁLYOZÁSA

(JÁVOR 1974 UTÁN)

MINDEN FEJLŐDÉSI ALAK SZÁJSZURONNYAL RENDELKEZIK

E g y f o r m a t e s t a l k a t ú a k

A fejlődés során mindkét nem fonálféreg alakú marad

SZÁR- ÉS GUMÓKÁROSÍTÓK	LEVÉLKÁROSÍTÓK	VÁNDOR- ÉS EGYÉB KÁROSÍTÓK
Szájszuronyuk kicsi, közép- és végbulbusszal rendelkeznek, a hímek burzát viselnek. Idetartoznak: <i>Ditylenchus dipsaci</i> , <i>D. destructor</i> , <i>D. myceliophagus</i>	Szájszuronyuk mérsékelt nagyságú, csak egy ovális középbulbusszal rendelkeznek, a hímek burzátlanok. Idetartoznak: <i>Aphelenchoides fragariae</i> , <i>A. ritzemabosi</i> , <i>A. bessey</i>	Nagyon eltérő szájszuronyúak, lehetnek belső és külső élősködők, a nagy szájszuronyúak vírusterjesztők lehetnek. Eltérő nemek tartoznak ide: <i>Pratylenchus</i> sp., <i>Potylenchus</i> sp., <i>Helicotylenchus</i> sp., <i>Criconema</i> sp., <i>Anguina tritici</i> , <i>Xiphinema</i> sp., <i>Longidorus</i> sp., <i>Trichodorus</i> sp.

K ü l ö n b ö z ő t e s t a l k a t ú a k

A fejlődés során a nőtények megduzzadnak, palack, citrom vagy gömb alakot vesznek fel, a hímek pedig fonálféregszerűek

CISZTAKÉPZŐK	GYÖKÉRGUBACSKÉPZŐK
Jelentősebb gyökérduzzanatot nem okoznak, a kifejlett nőtények a gyökér felületén találhatók. Gömb vagy citrom alakúak, világos vagy sötétebb barna színűek, bennük sok tojással. Idetartoznak: <i>Heterodera rostochiensis</i> , <i>H. punctata</i> , <i>H. schachtii</i> , <i>H. avenae</i> , <i>H. trifolii</i>	A gyökéren kisebb-nagyobb duzzanatot, gubacsot idéznek elő, a kifejlett nőtények a gubacsban maradnak. Színük mindig fehér, a termelt tojások a gyökér felületén találhatók. Idetartoznak: <i>Meloidogyne hapla</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. arenaria</i> , <i>M. javanica</i>

GYŰRŰSFÉRGEK (ANNELIDA) TÖRZSE

Az idetartozó fajok száma közel 7000. Ezek közül mezőgazdasági jelentősége a csővájóférgek osztályának van, ahová a földigiliszták (*Lumbricidae*) is tartoznak.

A földigiliszták teste 50–600 szelvényből áll, kör keresztmetszetű. Hazánkban mintegy 60 fajuk él különböző talajokban. A talajszerkezet javításában van szerepük, de egyes fajuk kárt is okozhatnak azzal, hogy a növények leveleit járataikba húzzák. Legismertebb fajuk a közönséges földigiliszta (*Lumbricus terrestris*).

PUHATESTŰEK (MOLLUSCA) TÖRZSE

Az ízeltlábúak után, az állatvilág második, fajokban leggazdagabb törzse, közel 130.000 fajuk ismert. Az idetartozó állatok legismertebb csoportjai a csigák, a kagylók, a polipok és a tintahalak. Mezőgazdasági jelentősége közülük a csigáknak van.

Csigák (Gastropoda) osztálya

A csigák testének hasoldalán izmos, fejlett láb, mászótalp található. Testük állandóan síkos, mert bőrukben számtalan nyálmirigy van. A fajok nagy része a zsigerzacskója körül meszes héjat (csigaházat) fejleszt. Növényvédelmi szempontból jelentős fajok azonban a házatlan csigák (meztelencsigák) közül kerülnek ki. A fajok többsége hím-nős (hermafrodita). A fejükön található szájniílásukban kitines reszelős nyelv (radula) található.

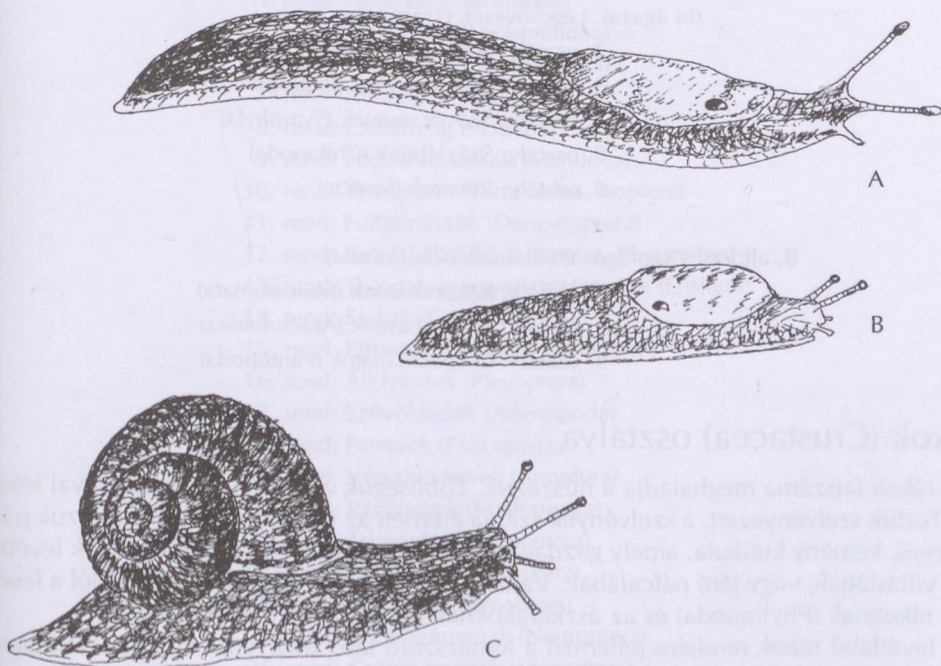
Főleg melegágyakban, üvegházakban és szabadföldi kertészeti kultúrákban okoznak súlyos károkat. Éjjel táplálkoznak, nappal sötét helyekre, avar alá, rögök vagy kövek alá húzódnak. Jelenlétükre utal az ezüstös, megszáradt nyálkacsík, és a talajhoz közeli leveleken és húsos terméseken jelentkező szabálytalan alakú rágásnyom.

Legfontosabb fajok:

Nagy meztelencsiga (*Limax maximus*) (33. ábra)

Sárga pincecsiga (*Limax flavus*)

Szántóföldi meztelencsiga (*Deroceras agreste*)



33. ÁBRA. CSIGÁK. A: NAGY MEZTELENCSIGA (*LIMAX MAXIMUS*), B: SÁRGA PINCECSIGA (*LIMAX FLAVUS*), C: KÓRÓCSIGA (*HELICELLA OBVIRA*)

ÍZELTLÁBÚAK (ARTHROPODA) TÖRZSE

A törzsbe tartozó fajok lábai jellegzetes ízekből (arthron) állnak. Az állatvilág legnépesebb csoportja, a fajok száma 820.000 felett van. Testük szelvényezett. Négy lemezből, egy háti (tergit), egy hasi (sternit) és két oldallemmezből (pleurit) áll. Többnyire három testtájat – fej (caput), tor (thorax) és potroh (abdomen) – különíthetünk el rajtuk. Jellemző rájuk a külső testváz, amelynek a test belsejébe tartozó nyúlványai alkotják a fejletlenebb belső vázat. A váz alapanyaga kitin (amino-poliszacharid). Fejlődésük során többször vedlenek, amikor a régi külső váz helyett újat fejlesztenek. A vedlésben a belső elválasztású mirigyekben termelődő hormonok játszanak vezető szerepet. Szaporodásuk lehet monoszexuális (pl. szűznemzés), biszexuális (váltivarú), vagy nemzedékváltakozás (heterogonia) és kölcsönös megtermékenyítés.

Fejlődésüknek két szakasza van: embrionális és posztembrionális, amely lehet szelvénynövelő (anamorfózis) vagy azonos szelvényszámú (holomorfózis).

Növényvédelmi szempontból 9 osztálynak van jelentősége, de e helyen részletesebben csak a rákok, az ikerszelvényesek, a százlábúak, a rovarok és a pókszabásúak osztályát tárgyaljuk.

XVII. TÖRZS: ÍZELTLÁBÚAK (ARTHROPODA)

A. altörzs: Csápos ízeltlábúak (Antennata)

(a) ágazat: Kopoltyúsok (Branchiata)

1. osztály: Rákok (Crustacea)

(b) ágazat: Légcsővesek (Tracheata)

2. osztály: Ikerszelvényesek (Diplopoda)

3. osztály: Villáscsápúak (Pauropoda)

4. osztály: Szövőcsevések (Symphyla)

5. osztály: Százlábúak (Chilopoda)

6. osztály: Rovarok (Insecta)

B. altörzs: Csáprágós ízeltlábúak (Chelicerata)

7. osztály: Rákszabásúak (Merostomata)

8. osztály: Pókszabásúak (Arachnoidea)

9. osztály: Csupalábállatok (Pantopoda)

Rákok (Crustacea) osztálya

A rákok fajszáma meghaladja a húszezret. Többségük vízben él, és kopoltyúval lélegzik. Testük szelvényezett, a szelvények száma elérheti az ötvenet is. Külső testvázuk pánccszerű, kemény kutikula, amely gazdag szervesetlen sókban. Végtagjaik lehetnek levéllábak, villáslábak, vagy járó pálcalábak. Váltivarúak. Növényvédelmi szempontból a levéllábú rákoknak (Phyllopoda) és az ászkarákoknak (Isopoda) van jelentőségük.

A levéllábú rákok rendjére jellemző a lemezszerű láb, amelyen a kopoltyú található. Anamorfózissal fejlődnek. Legismertebb fajuk a nyári pajzsosrák (*Triops cancriformis*), amely a rizs egyik veszélyes kártevője.

Az ászkarákok lapított testű állatok. Kutikulájuk meszes. Közülük az érdes pinceászka (*Porcellio scaber*) a pincékben gyakori, ahol növényi maradványokat, gombákat fogyaszt.

Ikerszelvényesek (Diplopoda) osztálya

Testük megnyúlt, hengeres. Elnevezésüket, a potrohot alkotó dupla szelvények után kapták. Kutikulájuk kemény, anamorfózissal fejlődnek. Növényi maradványokkal táplálkoznak. Jellegzetes fajuk a vonalas ezerlábú.

Százlábúak (Chilopoda) osztálya

Lapos, hosszúkás testű állatok. Vékony lábaik száma meghaladhatja a százat. Méregmirigyek vannak. Mérge a gerinctelenekre halálos is lehet. Meleg- és nedvességkedvelők. Ragadozók, a talajban élő rovarokat pusztítják el, ezért növényvédelmi szempontból hasznosak.

Rovarak (Insecta) osztálya

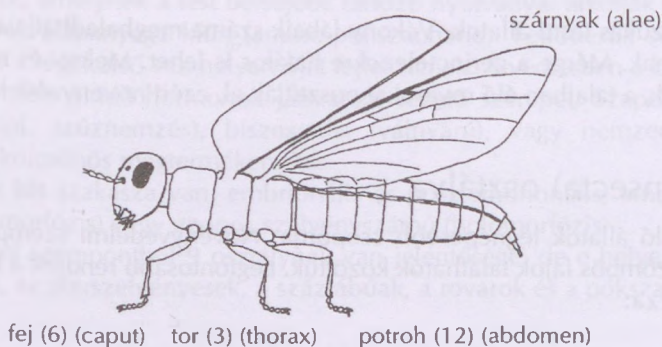
A Földön élő állatok legnépesebb csoportja. Növényvédelmi szempontból kártevő, hasznos és közömbös fajok találhatók közöttük. Legfontosabb rendjeit a következő felsorolás tartalmazza:

6. OSZTÁLY: ROVAROK (INSECTA)

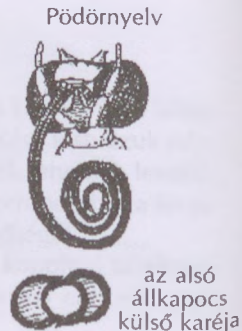
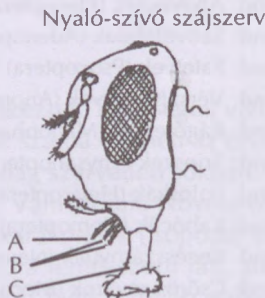
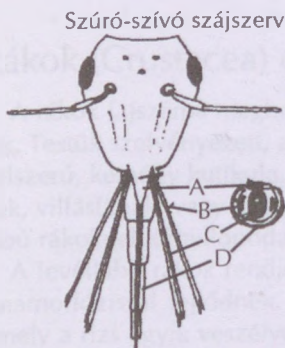
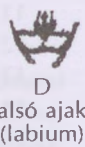
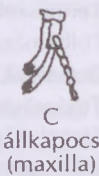
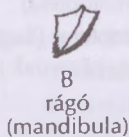
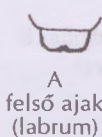
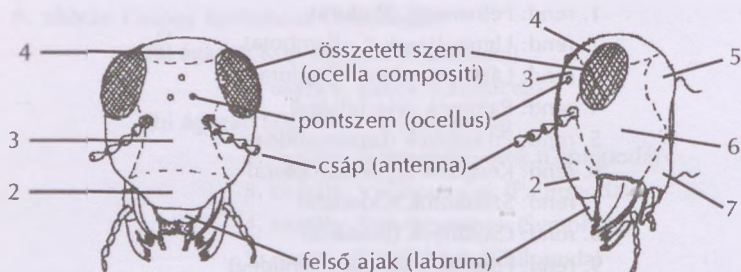
1. rend: Féltörpök (Protura)
2. rend: Ugróvilások (Collembola)
3. rend: Lábaspotrohúak (Diplura)
4. rend: Pattanók (Machilidea)
5. rend: Pikkelykék (Lepismatidea)
6. rend: Kérészek (Ephemeroptera)
7. rend: Szitakötők (Odonata)
8. rend: Csótányok (Blattaria)
9. rend: Fogólábú sáskák (Mantidea)
10. rend: Termeszek (Termitodea, Isoptera)
11. rend: Fülbemászók (Dermaptera)
12. rend: Botsáskák (Cheleutoptera, Phasmidea)
13. rend: Tojócsöves egyenesszárnyúak (Ensifera)
14. rend: Sáskák (Caelifera)
15. rend: Pillaszárnyú tetvek (Zoraptera)
16. rend: Álkérészek (Plecoptera)
17. rend: Szövőlábúak (Adenopoda)
18. rend: Fatetvek (Psocoptera)
19. rend: Vérszívó tetvek (Anoplura)
20. rend: Rágótetvek (Mallophaga)
21. rend: Tripszek (Thysanoptera)
22. rend: Poloskák (Heteroptera)
23. rend: Kabócák (Homoptera)
24. rend: Recésszárnyúak (Neuroptera)
25. rend: Csőrös rovarok (Mecoptera)
26. rend: Bogarak (Coleoptera)
27. rend: Legyezőszárnyúak (Strepsiptera)
28. rend: Tegzesek (Trichoptera)

29. rend: Lepkék (Lepidoptera)
 30. rend: Kétszárnyúak (Diptera)
 31. rend: Bolhák (Siphonaptera, Aphaniptera)
 32. rend: Hártyásszárnyúak (Hymenoptera)

A rovarok teste 21 szelvényből áll, amelyek közül 6 a fejet, 3 a tort és 12 a potrohot alkotja (34. ábra).



34. ÁBRA. A ROVAROK TESTTAGOLÓDÁSA.

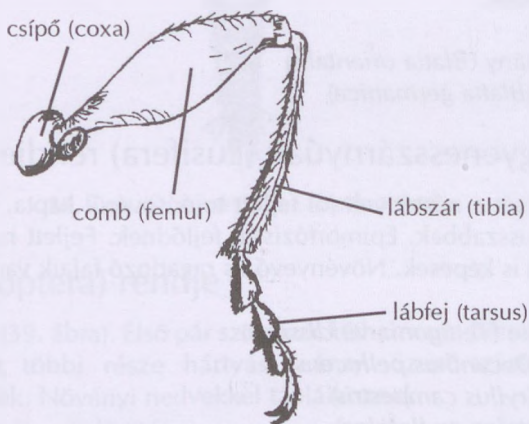


35. ÁBRA. A ROVAROK FEJTÁJAI ÉS SZÁJSZERV TÍPUSAI. 1, FELSZŐ AJAK; 2, FEJPAJZS; 3, HOMLOK; 4, FEJTETŐ; 5, TARKÓ; 6, POFA; 7, HÁTSÓ POFA (TOROK).

A fej részei a következők: felső ajak (*labrum*), fejpajzs (*clypeus*), homlok (*front*), fejte-
tő (*vertex*), tarkó (*occiput*), pófák (*ganea*), torok (*gula*). A fejen találhatóak a csápok (*an-
tenna*), amelyek alakja változatos.

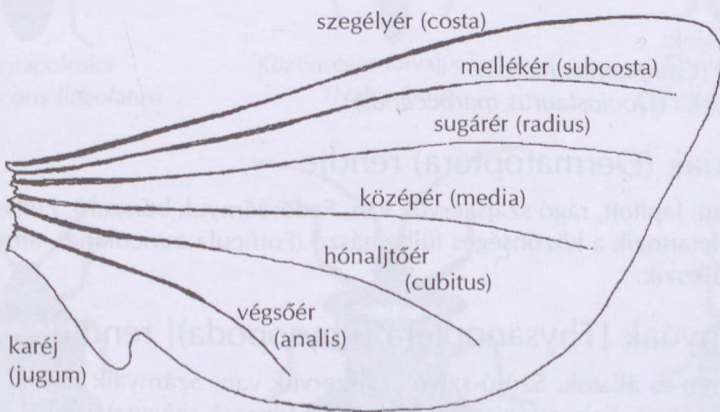
A rovarok szemeinek két típusa van: összetett szemek – amelyek csak az imágóknál
alakultak ki, és az egyszerű szemek – amely lehet *ocellus* (az imágók szemei) és *stemma*
(a lárvák pontszemei).

Szájszervüknek három alaptípusa van: rágó (bogarak), szűrő-szívó (levéltetvek) és nya-
ló-szívó (legyek) (35. ábra).



36. ÁBRA. A ROVARLÁB ÍZEI.

A rovarok végtagjai csőszzerű, ízelt lábakból állnak. Alaptípusa a járóláb (36. ábra),
amely ugró-, ásó-, úszó- és futólábakra módosulhat.



37. ÁBRA. A HÁRTYÁS SZÁRNY FŐ EREI.

Szárnyaik a közép- és utótoron vannak, nem végtageredetűek, hanem ektoderma kitü-
remkedések. A szárnyakon ereket különböztethetünk meg (37. ábra). A szárnyak lehet-
nek fedő (bogarak), hártvány (darazsak), félfedeles (poloskák), pikkelyes (lepkék). Egyes
esetekben érzékszervvé, billérré alakulnak (legyek), vagy visszafejlődnek.

A rovarok életműködését a A rovarok fiziológiája című 9. fejezetben ismertetjük.

A rovarok részletes ismertetése során csak a növényvédelmi szempontból fontosabb rendekkel foglalkozunk, az egyes családok jellemzőit nem ismertetjük.

Csótányok (Blattidae) rendje

A ma élő rovarok legősibb képviselői, jelenleg közel 7 000 fajuk él a Földön. Lapított testű, ovális körvonalú rovarok. Járólábuk van, első pár szárnyuk fedő, a második repülő. Váltakorúak. A hímek spermasejtjei ondótokba zárva kerülnek a nőstények ivarjárataiba. Fejlődésük epimorfózis. A sötét, meleg, párás helyeket kedvelik. Táplálékuk szerves hulladék, ételmaradék.

Fontosabb fajok:

Közönséges csótány (*Blatta orientalis*)

Német csótány (*Blatta germanica*)

Tojócsöves egyenesszárnyúak (Eusifera) rendje

A rend elnevezését a nőstények jól fejlett tojócsövéről kapta. Csápjuk fonalas, a testüknél általában hosszabbak. Epimorfózissal fejlődnek. Fejlett hallószervvel rendelkeznek, és hangadásra is képesek. Növényevő és ragadozó fajaik vannak.

Fontosabb fajok:

Zöld lombzöcske (*Tettigonia viridissima*)

Pirregő tücsök (*Oecanthus pellucens*)

Mezei tücsök (*Gryllus campestris*)

Lőtücsök (*Gryllotalpa gryllotalpa*)

Sáskák (Caelifera) rendje

Csápjuk nem haladja meg a test félhosszát. Hallószervük a potrohon van. Hangot a lábaik és a fedőszárnyuk összedörzsölésével adnak. Növényevő fajok. Epimorfózissal fejlődnek.

Fontosabb fajok:

Olasz sáska (*Calliptamus italicus*)

Marokkói sáska (*Docostaurus maroccanus*)

Bőrszárnyúak (Dermatoptera) rendje

Testük karcsú, lapított, rágó szájszervük van. Fedőszárnyuk bőrszerű. Fülbemászóként ismeretesek. Idetartozik a közönséges fülbemászó (*Forficula auricularia*), amely növényi részekkel táplálkozik.

Rajtosszárnyúak [Thysanoptera (Physopoda)] rendje

Apró, 1–2 mm-es állatok. Szűrő-szívó szájszervük van. Szárnyaik rojtzottak, lábaik hólyagosak (38. ábra). Epimorfózissal fejlődnek. A tripszek szívogatásukkal a leveleken, virágokon és a terméseken okoznak súlyos károkat. Jelentős szerepük van egyes vírusok terjesztésében.

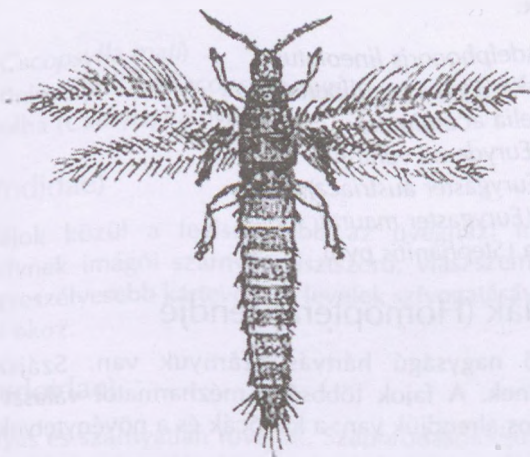
Legismertebb fajok:

Dohánytripsz (*Thrips tabaci*)

Borsótripsz (*Kakothrips robustus*)

Kalászfehérítő tripsz (*Limothrips denticornis*)

Nyugati virágotripsz (*Frankliniella occidentalis*)



38. ÁBRA. DOHÁNYTRIPSZ (*THRIPS TABACI*).

Poloskák (Heteroptera) rendje

Lapos testű rovarok (39. ábra). Első pár szárnyuk kétharmada bőrszerű, pergamenes fedővé alakult, míg a többi része hártvás szárny. Szűrő-szívó szájszervük van, epimorfózissal fejlődnek. Növényi nedvekkel táplálkoznak.



Lucernapoloska
(*Adelphocoris lineolatus*)



Közönséges tolvajpoloska
(*Nabis ferus*)



Szípolypoloska
(*Aelia acuminata*)



Bogyómászó poloska
(*Dolycoris baccarum*)



Bencepoloska
(*Rhaphigaster nebulosa*)



Osztrák poloska
(*Eurygaster austriaca*)

39. ÁBRA. POLOSKÁK.

Legfontosabb fajok:

Lucernapoloska (*Adelphocoris lineolatus*)
Szőrös mezeipoloska (*Lygus rugulipennis*)
Szípolypoloska (*Aelia acuminata*)
Káposztapoloska (*Eurydema ventrale*)
Osztrák poloska (*Eurygaster austriaca*)
Szerecsenpoloska (*Eurygaster maura*)
Recés körtepoloska (*Stephanitis pyri*)

Egyenlőszárnyúak (Homoptera) rendje

Két pár, egyenlő nagyságú hártvás szárnyuk van. Szájszervük szűrő-szívó, epimorfózissal fejlődnek. A fajok többsége mézharmatot választ ki. Növényvédelmi szempontból két fontos alrendjük van: a kabócák és a növénytetvek.

Kabócák (Auchenorrhyncha) alrendje

Kártételüket a növények szívogatásával, valamint a vírusok és fitoplazmák terjesztésével okozzák.

Fontosabb fajok:

Sárgalábú recéskabóca (*Hyalesthes obsoletus*)
Sárcseppes kabóca (*Hysteropterus grylloides*)
Amerikai bivalykabóca (*Ceresa bubalus*)
Törpe gabonakabóca (*Macrostelus laevis*)
Csíkos gabonakabóca (*Psammotettix alienus*)

Növénytetvek (Sterhorrhyncha) alrendje

Alakjuk és életmódjuk alapján négy csoportra különíthetők: levélbolhák, üvegházi molytetvek, levéltetvek, pajzstetvek.

Levélbolhák (Psylloidae)

Fél centiméternél kisebb, ugrólábakkal rendelkező állatok. Fák (körte, alma) hajtásain, levelein, terméssein szívnak-szívogatnak. Utóbbi években jelentős kártevőkké váltak (40. ábra). Fontos szerepük van a növényi fitoplazmák és spiroplazmák terjesztésében is.



nőstény



nimfa

40. ÁBRA. FÜSTÖSSZÁRNYÚ KÖRTELEVÉLBOLHA (*PSYLLA PYRI*).

Fontosabb fajok:

Almalevélbolha (*Cacopsylla mali*)

Füstösszárnyú körtelevélbolha (*Cacopsylla pyri*)

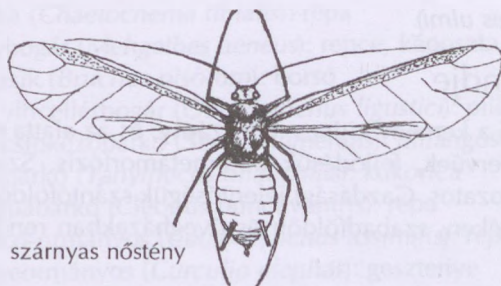
Nagy körtelevélbolha (*Cacopsylla pyrisuga*)

Liszteskék (Aleyrodidae)

Az idetartozó fajok közül a legismertebb az üvegházi molytetű (*Trialeurodes vaporariorum*), amelynek imágói szárnyán lisztszerű, viaszszemecskék találhatók. Az üvegházak egyik legveszélyesebb kártevője, a levelek szívogatásával és vírusok terjesztésével súlyos károkat okoz.

Levéltetvek (Aphidoidae)

Apró testű, szárnyas és szárnyatlan rovarok. Szaporodásmódjuk nemzedékváltakozás (heterogonia). Szúrásukkal-szívogatásukkal levél- és hajtástorzulásokat okoznak. A fajok nagy része vírusvektor. Jelentős gazdasági kártevők. Hazánkban több mint 800 fajuk ismert (41. ábra). Fejlődésük epimorfózis, amelyen belül ismert a teljes (holociklikus) és a részleges (anholociklikus) szaporodásmód.



41. ÁBRA. ZÖLD ÓSZIBARACK-LEVÉLTETŰ (*MYZUS PERSICAE*).

Fontosabb fajok:

Közönséges almapirosító levéltetű (*Dysaphis devector*)

Zöld almalevéltetű (*Aphis pomi*)

Kis ribizke-levéltetű (*Aphis schneideri*)

Fekete répilevéltetű (*Aphis fabae*)

Zöld őszibarack-levéltetű (*Myzus persicae*)

Fekete meggylevéltetű (*Myzus cerasi*)

Zöld kukorica-levéltetű (*Rhopalosiphum maidis*)

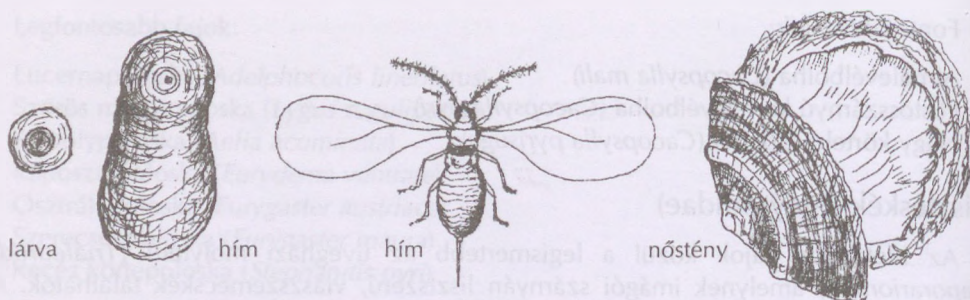
Tarka diólevéltetű (*Callaphis juglandis*)

Vértetű (*Eriosoma lanigerum*)

Szőlő filoxéra (*Viteus vitifolii*)

Pajzstetvek (Coccoidae)

A lárvák és az imágók viaszos vagy kemény pajzsot növesztenek (42. ábra). A kemény pajzs alatt lábaikat elvesztik, és mozdulatlanok maradnak. A fák törzsein, ágain szívogatásukkal okoznak súlyos károkat. A kaliforniai pajzstetű az alma gyümölcssein is megtalálható.



42. ábra. Kaliforniai pajzstetű (*Quadraspidotus perniciosus*).

Fontosabb fajok:

Akác-pajzstetű (*Parthenolecanium corni*)

Szilva-pajzstetű (*Sphaerolecanium prunastri*)

Gyapjas pajzstetű (*Pulvinaria vitis*)

Kaliforniai pajzstetű (*Quadraspidotus perniciosus*)

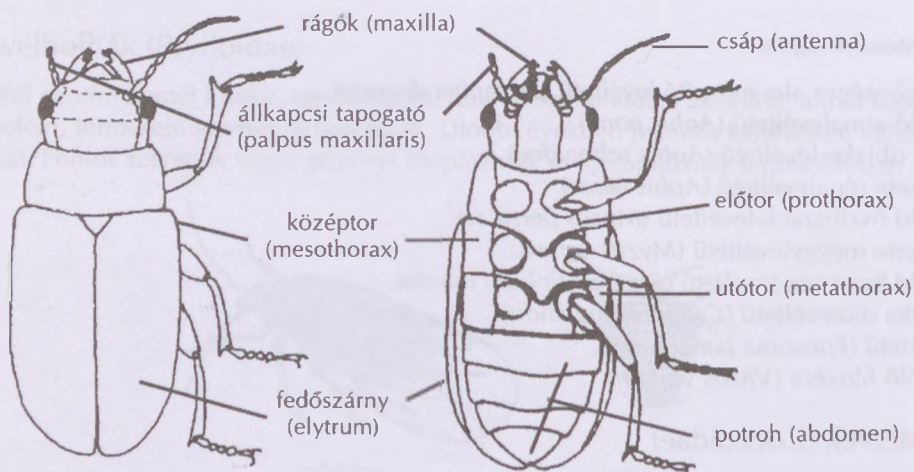
Piros körtepajzstetű (*Epidiaspis leperii*)

Rózsapajzstetű (*Aulacaspis rosae*)

Kagylós pajzstetű (*Lepidosaphes ulmi*)

Bogarak (Coleoptera) rendje

Az ide tartozó fajokra jellemző a kemény kitines fedőszárny, és az alatta elhelyezkedő hártyás szárny. Rágó szájszervűek, fejlődésük holometamorfózis. Szabaddbábjuk van. Alakjuk, színük nagyon változatos. Gazdasági jelentőségük szántóföldön, gyümölcsösökben, szőlőben, zöldségféléken, szabadföldön és üvegházakban rendkívül nagy (43. ábra).



43. ÁBRA. A BOGÁR TESTFELÉPÍTÉSE.

Legfontosabb fajok és a kártétel helye:

Gabonafutrinka (*Zabrus tenebrioides*): búza
Fekete répadögbogár (*Blitophaga undata*): cukorrépa
Májusi cserebogár (*Melolontha melolontha*): polifág
Osztrák szipoly (*Anisoplia lata*): polifág
Bundásbogár (*Epicometis hirta*): polifág
Sokpettyes virágbogár (*Oxythyrea funestra*): polifág
Nagy lisztbogár (*Tenebrio molitor*): raktárakban
Nagy pejbogár (*Omophlus lepturoides*): polifág
Mezei pattanóbogár (*Agriotes ustulatus*): polifág
Bronzbogár (*Perotis lugubris*): polifág, gyümölcs
Lucernaböde (*Subcoccinella vigintiquatuorpunctata*): lucerna
Hétpettyes katicabogár (*Coccinella septempunctata*): hasznos predátor
Veresnyakú árpabogár (*Oulema melanopus*): búza
Amerikai kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera*): kukorica
Lucernabogár (*Phytodecta fornicata*): lucerna
Burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata*): burgonya
Fekete káposztabolha (*Phyllotreta atra*): káposzta
Repcebolha (*Psylliodes crysocephala*): repce
Répabolha (*Chaetocnema tibialis*): répa
Recefénybogár (*Meligethes aeneus*): repce, káposzta
Borsózsizsik (*Bruchus pisorum*): borsó
Hamvas vincellérbogár (*Otiorrhynchus ligustici*): pillangósok
Lucerna-csipkézőbarkó (*Sitona humeralis*): pillangósok
Kukoricabarkó (*Tanymecus dilaticollis*): kukorica
Lisztes répabarkó (*Cleonus punctiventris*): répa
Repcebecő-ormányos (*Ceutorhynchus assimilis*): repce
Gesztenyeormányos (*Curculio elephas*): gesztenye
Hajtástörő eszelény (*Rhynchites coeruleus*): polifág, gyümölcs
Nagy kéregszú (*Scolytus mali*): polifág, gyümölcs, erdő

Lepkék (Lepidoptera) rendje

Változatos színű, alakú, nagy szárnyú rovarok. Szájszervük jellegzetes pödörnyelv. Két pár szárnyuk van, amelyeken háztetőcserép-szerűen álló pikkelyek (*lepis*) találhatóak, innen kapták elnevezésüket. Teljes átalakulással fejlődő rovarok. Lárvaik hernyók vagy araszóhernyók, bábjuk fedett báb. A lárvák rágó szájszervvel rendelkeznek. Kizárólag a lárvák a kártevők, amelyek növényi részeket fogyasztanak. Növényvédelmi jelentőségük nagy. A bogarakhoz hasonlóan az egyes családokat nem jellemezzük, csak a fontosabb fajokat említjük meg.

Fontosabb fajok és a kártétel helye:

Lombosfa-fehérmoly (*Leucoptera mallofoliella*): alma
Mezei gabonamoly (*Sitotroga cerealella*): raktár
Barackmoly (*Anarsia lineatella*): barack, mandula
Káposztamoly (*Plutella macilipennis*): káposzta
Kis vörös rügysodró (*Recurvaria nanella*): polifág, gyümölcs
Almailonca (*Adoxophyes reticulana*): alma

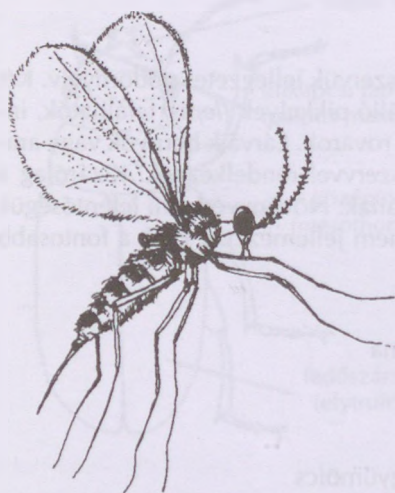
Keleti gyümölcsmoly (*Grapholitha molesta*): barack
 Körtemoly (*Cydia pyrivora*): körte
 Almamoly (*Laspeyresia pomonella*): alma, körte
 Szilvamoly (*Grapholitha funebrana*): szilva
 Kéregmoly (*Enarmonia formosana*): csonthéjasok
 Borsómoly (*Laspeyresia nigricana*): borsó
 Tölgymakkmoly (*Laspeyresia splendana*): gesztenye
 Akácmoly (*Etiella zinckenella*): borsó, szója
 Aszalványmoly (*Plodia interpunctella*): raktár
 Nagy farontólepke (*Cossus cossus*): polifág, gyümölcs
 Amerikai fehér szövőlepke (*Hyphantria cunea*): polifág, gyümölcs
 Gyapjaslepke (*Lymantria dispar*): polifág, gyümölcs
 Somkóró-bagolylepke (*Heliothis maritima*): pillangósok
 Gamma-bagolylepke (*Autographa gamma*): polifág, szántó
 Gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera*): polifág
 Vetési bagolylepke (*Scotia segetum*): polifág
 Káposzta-bagolylepke (*Mamestra brassicae*): polifág
 Kis téliaraszoló (*Erannis defoliaria*): polifág, gyümölcs
 Káposztalepke (*Pieris brassicae*): káposzta, repce

Kétszárnyúak (Diptera) rendje

Szárnyaik közül csak az elülső pár fejlődött ki, a második pár dobverőszerű billérré alakult. Teljes átalakulással fejlődnek, lárvájuk nyű, bábjuk tonnabáb, vagy múmiaszerű fedett báb. Lárvaik okoznak súlyos károkat. Csápjaik alapján két alrendre osztjuk őket: hosszúcsápúak (szúnyogok) és rövidcsápúakra (legyek).

Hosszúcsápúak (Nematocera) alrendje

Csápjuk hosszú vonalas. Lárájuk nagy részének jól látható a fejtokja, szájszervük rágó, ill. elcsökevényesedett rágó, bábjuk többnyire fedett báb (44. ábra).



44. ÁBRA. CITROMSÁRGA BÚZA-GUBACSSZÚNYOG (*CONTARINIA TRITICI*).



45. ÁBRA. ŐSZI FEKETE BÚZALÉGY (*PHORBIA SECURIS*).

Fontosabb fajok:

Közönséges gombaszúnyog (*Mycetophila lineola*)
Lucernabimbó-gubacssúnyog (*Contarinia medicaginis*)
Citromsárga búza-gubacssúnyog (*Contarinia tritici*)
Málnavessző-súnyog (*Thomasiniana theobaldi*)
Repcebecő-gubacssúnyog (*Dasyneura brassicae*)
Kerti bársonylégy (*Bibio hortulanus*)

Rövidcsápúak (Brachycera) alrendje

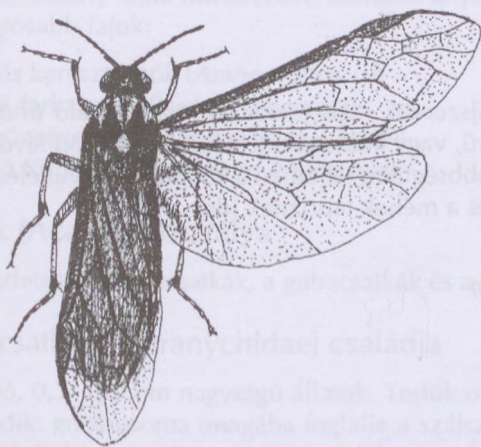
A kétszárnyúak zömökebb testű fajai tartoznak ide. Lárvájuk nyű. A növényeket a garathoroggal sértik fel (45. ábra). Bábjuk tonnabáb. A bogarakhoz és a lepkékhez hasonlóan, szintén csak a fontosabb fajukat ismertetjük.

Fontosabb fajok és a kártétel helye:

Cseresznyelég (*Rhagoletis cerasi*): cseresznye, meggy
Földközi-tengeri gyümölcslég (*Ceratitis capitata*): polifág, gyümölcs (karantén)
Firtlég (*Oscinella frit*): búza
Csíkos hátú búzalég (*Chlorops pumilionis*): búza
Tavaszi káposztalég (*Delia radicum*): káposzta
Répalég (*Pegomya hyoscyami*): cukorrépa
Közönséges fürkészlég (*Echinomyia fera*): parazitoid
Hagymalég (*Delia antiqua*): vöröshagyma

Hártyásszárnyúak (Hymenoptera) rendje

Az állatvilág fajokban leggazdagabb rendje, az idetartozó fajok száma 300 000. Nevüket két pár hártyás szárnyukról kapták. Szájszervük vagy rágó, vagy jól fejlett nyaló-szívó. Idetartoznak az államalkotó rovarok (darazsak), amelyek idegrendszere a legfejlettebb a rovarok közül. Teljes átalakulással fejlődnek. Lárvájuk lehet kukacszerű (államalkotó rovarok), nyű formájú (fürkészek) és álhernyó (levéldarazsak). Bábjuk szabadbáb.



46. ÁBRA. REPCEDARÁZS
(*ATHALIA ROSAE*).



47. ÁBRA. ÓRIÁS FENYŐDARÁZSFÜRKÉSZ
(*RHYSSA PERSUASORIA*)

Vannak közöttük hasznos (méhek, fürkészek) és káros (levéldarazsak) fajok (46. ábra). Két alrendre oszthatók: Symphyta (ülőpotrohúak) és Apocrita (nyelespotrohúak). Közülük csak növényvédelmi szempontból jelentős családokkal foglalkozunk.

Szalmadarázsfélék (Cephidae) családja

Potrohuk teljes szélességben ízesül a torral. A nőtényeknek fűrészkes tojócsövük van, tojásaikat gabonafélék szárába vagy fás növények hajtásaiba rakják.

Ismertebb fajaik a szalmadarázs (*Cephus pygmaeus*), amely a búzában és a hajtásheravasztó darázs (*Janus compressus*), amely a körtében okoz súlyos károkat.

Levéldarázsfélék (Tenthredinidae) családja

Lárváik növények levelein, zsenge hajtásain, gyümölcssein táplálkoznak. Lárvájuk állhernyő, szájszervük rágó. Több súlyos kárt okozó fajok találhatók közöttük.

A repcedarázs (*Athalia rosae*) a repcén okoz súlyos károkat. A *Hoplocampa* genusz (gyümölcsdarazsak) fajai almán, körtén és szilván fontos kártevők. A csonthéjasok szövődarazsa (*Neurotoma nemoralis*) és a ribizke levéldarázs (*Pristiphora pallipes*) szintén veszélyes kártevő.

A nyelespotrohúak alrendjébe tartozó fajoknál a tort és a potrohot csak egy nyél köti össze, amely a potrohot rendkívül mozgékonyá teszi. Tojócsövük fúróként működik, amely a fajok egy részénél tojásrakásra szolgál, más részénél fullánkként működik. Lárváik lábatlanok, nyűszerűek.

Az idetartozó családok (fémfürkészek, hengeres fémfürkészek, törpefürkészek) fajai hasznosak (47. ábra). Parazitoidok, több káros rovar tojását, lárváját, imágóját pusztítják el.

Fontosabb fajok:

Káposztalepke fürkész (*Pimpla intigator*)

Bábolő fémfürkész (*Brachymeria femorata*)

Lucerna magdarázs (*Bruchophagus roddi*)

Pirosszemű petefürkész (*Trichogramma evanescens*)

Vértetű fürkész (*Aphelinus mali*). Ezt a fajt először alkalmazták hazánkban a biológiai védekezés során gyümölcsösökben.

Fullánkosok (Aculeata) alrend

Tojócsövük fullánkossá módosult. Szájszervük rágó (darazsak) vagy nyaló (méhek). Méregmirigyeik vannak. Lárvájuk vagy nyű, vagy kukacszerű. Bábjuk gubóban lévő szabdbáb. Teljes átalakulással fejlődnek. Többségükre jellemző a csoportos együttélés, azaz államalkotók. A darazsak, a hangyák és a méhek tartoznak ide.

Ismertebb fajok:

Fáraó hangya (*Monomorium pharaonis*)

Méhfarkas (*Philonthus triangulum*)

Német darázs (*Paravespula germanica*)

Francia darázs (*Polistes gallicus*)

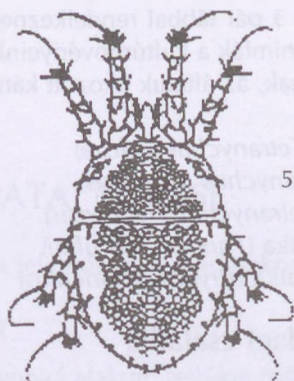
Lódarázs (*Vespa crabo*)

Szabóméh (*Megachile rotundata*)

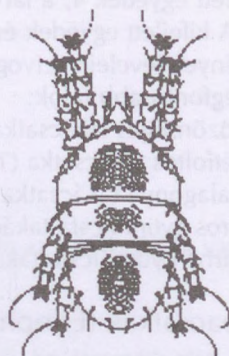
Háziméh (*Apis mellifica*).



48. ÁBRA. ÓRIÁS KERESZTESPÓK
(*ARANEUS GROSSUS*).



A



B

49. ÁBRA. A TENUIPALPIDAE CSALÁD TESTFELÉPÍTÉSE. LAPOS
GYÜMÖLCSFAATKA (*BREVIPALPUS PULCHER*). A, NŐSTÉNY; B, HÍM.

Pókszabásúak (Arachnoidae) osztálya

A skorpiók, a pókok és az atkák tartoznak ebbe az osztályba. Testük fejtorra és potrohra tagolódik. A pókok potroha szelvényezett, az atkáké nem. Végtagjaik az alábbiak: 1 pár csáprágó, 1 pár állkapcsi tapogató, 4 pár láb. Kivételt képeznek a gubacsatkák, amelyeknek 2 pár lába van. Az atkák lárvái 3 pár lábbal rendelkeznek. Növényvédelmi jelentősége az atkáknak és részben a pókoknak van.

Pókok (Areneae) alosztálya

Lábaik hosszúak, potrohuk végén fonószemölcsök találhatók. Zsákmányszerzés céljából a fajok nagy része hálót sző. Ragadozó életmódot folytatnak, rovarokkal táplálkoznak, de néhány fajuk növényeket, korhadó anyagokat is fogyaszt (48. ábra).

Fontosabb fajok:

- Óriás keresztespók (*Araneus grossus*)
- Parti farkaspók (*Pardosa amentata*)
- Közönséges karolópók (*Xysticus kochi*)
- Kóró törpepók (*Theridium impressum*)

Atkák (Acaria) alosztálya

Részletesen a takácsatkák, a gubacsatkák és a ragadozóatkák családjával foglalkozunk.

Takácsatkák (Tetranychidae) családja

Apró, 0,3–1,0 mm nagyságú állatok. Testük ovális, lapított, amely az alábbi testtájakra tagolódik: gnathosoma (magába foglalja a szájszerveket és a tapogatókat); prodosoma (a test elülső része, amely az I. és II. pár lábat tartalmazza); metapodosoma (a test hátulsó része, a II. és IV. pár lábbal); opistosoma. A takácsatkák kutikulája vékony. Fejlődésük: a tojáslállapotot a lárva és két nimfa szakasz követi, majd imágóvá alakul. Az aktív szakaszok

között 1-1 nyugalmi (krizális) szakasz (nimfo-, deuto- és teliokrizális) van. A nimfák és a kifejlett egyedek 4, a lárvák 3 pár lábbal rendelkeznek. Szájszervük szűrő-szívó (49. ábra). A kifejlett egyedek és a nimfák a kultúrnövényeink egyik legveszélyesebb kártevői. A növények levelein szívogatnak, az általuk okozott kárt akarινόzisnak hívjuk.

Legfontosabb fajok:

Közönséges takácsatka (*Tetranychus urticae*)

Kétfoltos takácsatka (*Tetranychus atlanticus*)

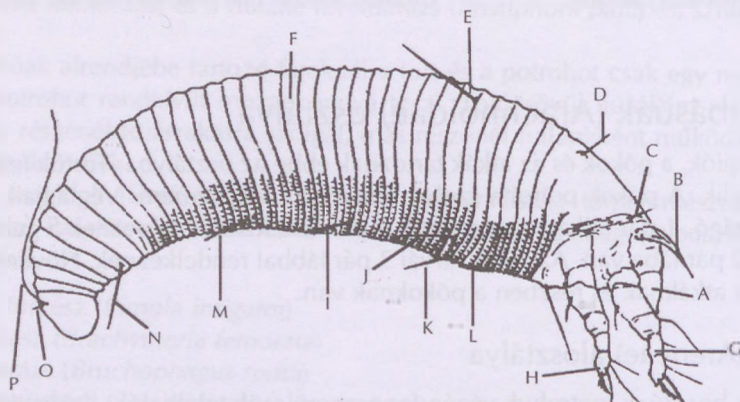
Galagonya takácsatka (*Tetranychus viennensis*)

Piros gyümölcsfa-takácsatka (*Panonychus ulmi*)

Barna gyümölcsfa-takácsatka (*Bryobia rubriculatus*)

Gubacsatkák (Eriophyidae) családja

Féreg vagy orsó alakú, vízszerűen áttetsző, tejfehér állatok (50. ábra). Két pár lábuk van. Termesztett növényeink súlyos kártevői. A levelek színén jól látható gubacsokat okoznak.



50. ÁBRA. A GUBACSATKÁK TESTFELÉPÍTÉSE. A, ROSTRUM; B, CHELICERA; C, HÁTPAJZS ELÜLSŐ SERTÉJE; D, HÁTPAJZS HÁTULSÓ SERTÉJE; E, HÁTOLDALI SERTÉK; F, TERGITÉK; G, ELÜLSŐ LÁB; H, HÁTULSÓ LÁB; I, IVARSZERV FEDŐLAPJA; J, OLDALSERTÉ; K, GENITALIS SERTÉ; L, 1. HASOLDALI SERTÉ; M, 2. HASOLDALI SERTÉ; N, 3. HASOLDALI SERTÉ; O, JÁRULÉKOS FAROKSERTÉ; P, FAROKSERTÉ.

Fontosabb fajok:

Dió nemezes gubacsatka (*Aceria erinea*)

Dió szemölcsös gubacsatka (*Aceria tristriatus*)

Szőlőlevél gubacsatka (*Eriophyes vitis*)

A növényvédelmi szempontból jelentős atkák közül meg kell még említeni a szőlő kártevőjét, a szőlő levélatkát (*Calepitrimerus vitis*), amely a legnagyobb gondot okozza a hazai ültetvényekben.

Ragadozóatkák (Phytoseiidae) családja

Az idetartozó fajok ovális alakúak, fehér vagy barna színűek. Testükön pajzsokat viselnek. Ragadozó életmódot folytatnak, ezért hasznosak. Ültetvényekben a fitofág atkák, üvegházakban a tripszek egyedszámát csökkentik, ezért felhasználják őket a biológiai védekezésben.

Fontosabb fajok:

Amblyseius finlandicus

Typhlodromus longipilis

Phytoseius macripilis

GERINCESEK (VERTEBRATA) TÖRZSE

A törzs fajai közül növényvédelmi jelentősége a madaraknak és az emlősöknek van.

Madarak (Aves) osztálya

A madarak mellső végtagja szárnyná alakult, testüket toll fedi. Szájszervük alsó és felső kávából álló csőr, fogaik nincsenek. Csontozatuk a repülő fajoknál levegővel telt üregt tartalmaz, amelyekhez légzacskók kapcsolódnak. 7600 fajuk van, amelyet 29 rendbe soroltak. Növényvédelmi szempontból a gólya-, a lúd-, a sólyom-, a tyúk-, a galamb-, a bagoly- és a verébalkatúak rendjeinek van jelentősége. Az idetartozó fajok egy része hasznos, mint például az egerésző ölyv (*Buteo buteo*), a vörös vércse (*Falco tinnunculus*), a gyöngybagoly (*Tyto alba*) és a széncinege (*Parus maior*). A káros madarak közé tartozik a házi veréb (*Passer domesticus*) – a magtárakban, búzában, a seregély (*Sturnus vulgaris*) – a szőlőben, a vetési varjú (*Coleosus frugilegus*) – a kukoricában, napraforgóban, a gerle (*Streptopelia turtur*) – a magtárakban, a fácán (*Phasianus colchicus*) és a fogoly (*Perdix perdix*) – kukoricában, napraforgóban és borsóban okoznak súlyos mezőgazdasági károkat. Védetségüket, gyérítésüket törvény biztosítja.

Emlősök (Mammalia) osztálya

Az állatvilág legfejlettebb osztálya. Növényvédelmi szempontból az alábbi rendeknek van jelentősége: rovarrevők, nyúlalkatúak, rágcsálók, ragadozók, párosujjú patások.

Rovarevők (Insectivora) rendje

Apró testű állatok, fejük ormányban végződik. Rovarokat, csigákat fogyasztanak. Idetartozik a keleti sün (*Erinacus raumanicus*) és a vakond (*Talpa europaea*).

Nyúlalkatúak (Lagomorpha) rendje

Testük oldalt lapított, hosszú füleket viselnek. Mellső pár végtagjuk rövid, a hátsó ugrolábbá módosult. Nagy metsző- és őrlőfogaik vannak. Növényevők, a fák kérgének meg-rágásával a csemetekertekben, gyümölcsösökben is súlyos károkat okoznak. Idetartozik a mezei nyúl (*Lepus europaeus*) és az üregi nyúl (*Oryctolagus cuniculus*).

Rágcsálók (Rodentia) rendje

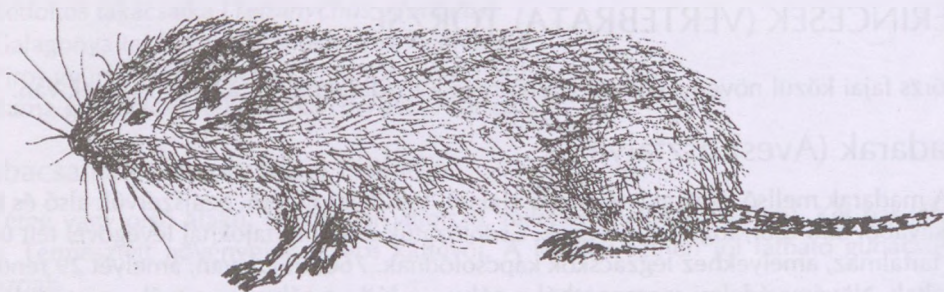
Az emlősök legnépesebb csoportja. Jellemzőjük az állandóan növekvő véső alakú fogak. Növényi eredetű táplálékot fogyasztanak, ezzel súlyos károkat okozhatnak. Rendkívül szaporák, a fajok egy része téli álmot alszik.

Fontosabb fajok:

Ürge (*Citellus citellus*)

Közönséges mókus (*Sciurus vulgaris*)

Házieger (*Mus musculus*)
Vándorpatkány (*Rattus norvegicus*)
Hörcsög (*Cricetus cricetus*)
Kőzapocok (*Arvicola terrestris*)
Mezeipocok (*Microtus arvalis*) (51. ábra)



51. ÁBRA. MEZEIPOCOK (*MICROTUS ARVALIS*).

Párosujjú patások (Atriodyctylia) rendje

Lábujjaik mindig párosak, a hüvelykujj hiányzik. Nagy részük növényevő vagy mindenevő. Közülük az őz (*Capreolus capreolus*), a gímszarvas (*Cervus elaphus*) és a vad-disznó (*Sus scrofa*) jelentős mezőgazdasági és erdőgazdasági kártevő.

6. A ROVAROK FIZIOLÓGIÁJA

A rovarfiziológia a rovarok életjelenségeivel foglalkozik. Jegyzetünkben a korlátozott terjedelem miatt a rovarfiziológia azon tudományterületeivel foglalkozunk (a rovarok érzékenysége, anyagcseréje, idegrendszere, a rovarok hormonjai és feromonjai, mozgásuk és szaporodásuk), amelyek szoros kapcsolatban vannak a növényvédelemmel.

6.1. A rovarok érzékenysége

Érzékenység vagy ingerlékenység az élőlényeknek az a tulajdonsága, hogy a külső és belső környezetük változására reagálni képesek. Ezen belül foglalkozunk a köztakaró és az érzékszervek élettanával.

A köztakaró élettana

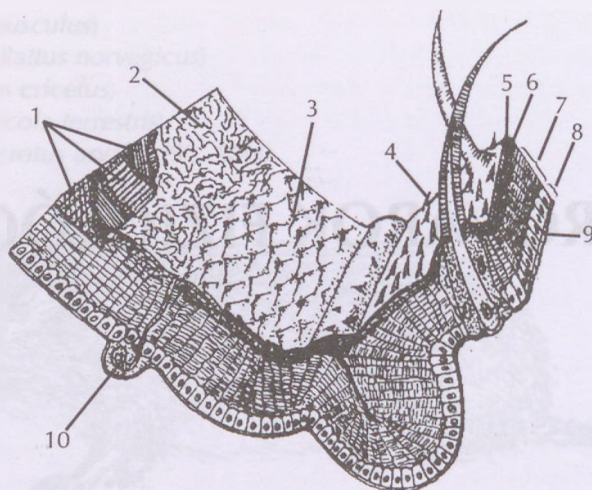
A köztakaró kívülről határolja a szervezetet, meghatározza a rovarok alakját, védelmet nyújt a káros külső hatások ellen, a testnek szilárdságot kölcsönöz, az izmok többségének tapadási felületet nyújt, és ezáltal közvetve részt vesz a rovarok mozgásában. Szerepe van továbbá a víz- és hőkonzerválásban, a különböző váladékok termelésében, a légzésben és a szaporodásban.

A köztakaró felépítése

Két fő részből áll: epidermiszből és kutikulából (52. ábra). Kémiai összetétele: kitin (N-acetil-glükózamin) szénhidrátok, cukrok, fehérjék. A kutikula szilárdságát a kitin biztosítja. Nem képes növekedésre, ezért azt a lárvák időről időre ledobják. Ezt a jelenséget vedlésnek nevezzük.

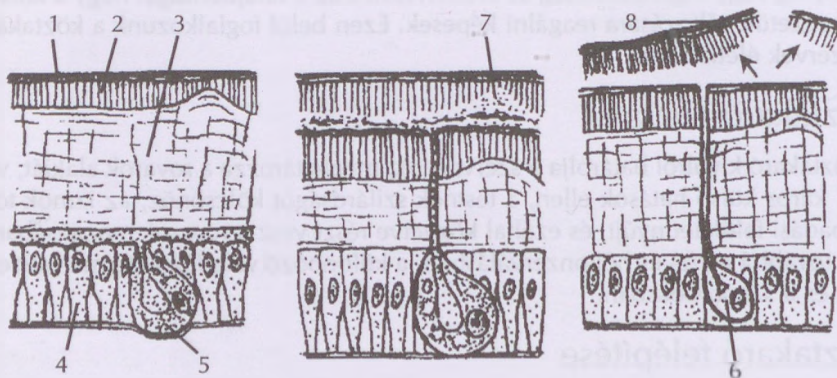
A rovarok vedlése

A rovarok vedlését hormonok (vedlési hormon, juvenil hormon) irányítják. Az agyalapi mirigyek (*corpus cardiacum*, *corpus allatum*) és az előtöri mirigy neuroszekréciós sejtjeiben termelődnek, és a hemolimfa segítségével jutnak el az epidermiszhez. Hatásukra az epidermisz hámsejtjeiben intenzív fehérjeszintézis indul meg, és a külső felületén egy



52. ÁBRA. A ROVAR KÖZTAKARÓ EGY RÉSZÉNEK TÉRBELI VÁZLATA. 1, ENDOKUTIKULA RÉTEGEI; 2, KUTIKULA FELÜLETI SZERKEZETE; 3, PIKKELYEK; 4, NEM VALÓDI SZŐRÖK; 5, EPIKUTIKULA; 6, EXOKUTIKULA; 7, ENDOKUTIKULA; 8, EPIDERMISZ; 9, ALAPHÁRTYA; 10, MIRIGYSEJT.

plazmatikus réteg, átlátszó hártya keletkezik. Ezután a hám kiválasztja az exuviális folyadékot, amelynek enzimeji leoldják a kutikulát, és újat termelnek; ebben új festékanyagok, cserzőanyagok jelennek meg, és a fehérjék egyes komponenseivel kapcsolatba kerülve, megszilárdítják a kutikulát. Ezt a jelenséget szklerotizációnak nevezzük (53. ábra).



53. ÁBRA. A ROVAR KÖZTAKARÓ VÁLTOZÁSA VEDLÉS IDEJÉN. 1, EPIKUTIKULA; 2, EXOKUTIKULA; 3, ENDOKUTIKULA; 4, EPIDERMISZSEJTEK; 5, VEDLÉSI MIRIGY; 6, NYUGVÓ VEDLÉSI MIRIGY; 7, HASITÉKKÉPZŐ HELY; 8, LEVÁLT KUTIKULA.

A rovarok érzékszervei

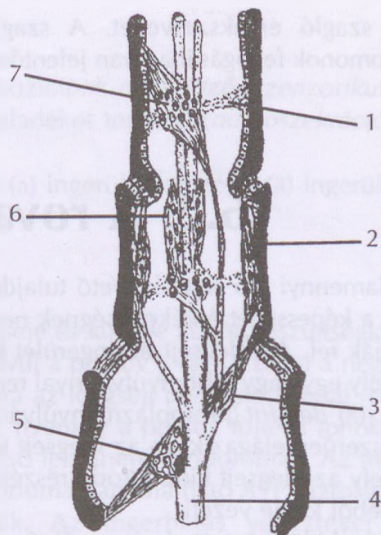
Érzékszerveknek nevezzük azokat a sejteket vagy sejtcsoportokat, amelyek az állati testet kívülről vagy belülről érő ingereket felfogják, ezeket felerősítik és továbbítják az idegrendszerhez. Megkülönböztetünk mechanikai, hőmérsékletérző, fényérző és vegyi érzékszerveket.

Mechanikai érzékszervek

Jól fejlett ingervezető és átalakító képességgel rendelkeznek. Bennük az ingerület felvételénél mechanikai változások következnek be. A rovarok köztakarójában helyezkednek el. Lehetnek érzőszőrök, érzősejtek, harang alakú szenzillák, érzőharangok. Vannak tapintásérző, helyzetérző, nehézségi erő érző, nyomásérző, áramlásérző, vibrációs ingereket érző érzékszervek. Idetartoznak a rovarok hallószervei is.

A mechanikai érzékszervekben (hallószervekben) végbemenő hallás olyan élettani folyamat, amely során a hanginger hatására a központi idegrendszerben hangérzet keletkezik. A rovarok hallószervei a levegő és a víz által továbbított rezgéseket érzékelik.

A rovarok hallószervei lehetnek egyszerű hallószőrök és bonyolult hallószervek (Johnston-féle szerv és dobhártyás szerv) (54. ábra). A hallószervek a rovarok különböző testrészein (csápok, lábak, potroh) helyezkednek el.

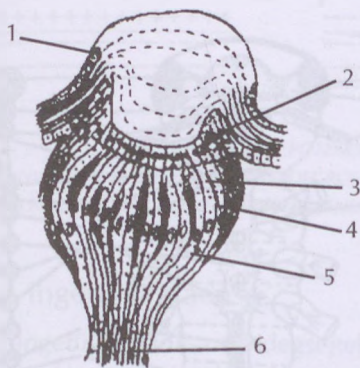


54. ÁBRA. A ROVAROK JOHNSTON-FÉLE SZERVE ÉS A CHORDOTONALIS SZERV (LOMBSZÖCSKE 1–3. CSÁPÍZE). 1, SZALAG; 2, JOHNSTON-FÉLE SZERV; 3, JOHNSTON-FÉLE SZERV IDEGE; 4, CSÁPIDEG; 5–7, CHORDOTONALIS SZERVEK.

Hőmérsékletet érzékelő szervek

Főleg a vérszívó rovarokra jellemző. A csápokon helyezkednek el.

Fényérzékelő szervek



55. ÁBRA. A ROVAROK PONTSZEMÉNEK (OCELLUS) SÉMÁJA. 1, LENCSE (CORNEA); 2, CORNEA-KÉPZŐ SEJTEK; 3, RHABDOMER; 4, PIGMENTSEJTEK; 5, LÁTÓSEJTEK; 6, IDEGROSTOK.

A gerinctelen állatok közül a rovarok szeme a legfejlettebb. Megkülönböztetünk egyszerű és összetett szemet. Az egyszerű szemnek két típusa van: a teljes átalakulással fejlődő lárvák pontoszeme (*stemma*), amely az epidermiszben gödörszerűen besüppedten helyezkedik el, és látósejteket és lencsét tartalmaz, valamint a hátoldali pontoszem (*ocellus*), az imágók fényérző szervei, amelyek a fejen találhatók (55. ábra).

Az összetett szem több (300–12 000) egyszerű szemből épül fel. A fej oldalán helyezkedik el. Megkülönböztetünk appozíciós (nappali rovarok) és szuperpozíciós (éjszakai rovarok) összetett szemet.

Vegy érzékszervek

A környezet kémiai anyagait a rovarok vegyi érzékszerveikkel fogják fel. Ezek a kutikulán a szájüregben, csápokon helyezkednek el. Megkülönböztetünk általános vegyi, ízlelő

és szagló érzékszerveket. A szaglószerveknek, amelyek a csápokon találhatók, a feromonok felfogásában van jelentőségük.

6.2. A rovarok idegrendszere

Valamennyi élő sejt alapvető tulajdonsága, hogy a külső körülmények hatására reagál. Ezt a képességet érzékenységnek nevezzük. Az ingereket módosult sejtek, az idegsejtek fogják fel. Az idegsejt az ingerület képzésére, vezetésére és átadására specializálódott, amely egy vagy több nyúlvánnyal rendelkező sejt. Az idegsejteknek kétféle nyúlványa lehet: (a) *dendrit* (protoplazmanyúlvány), amely idegsejtből vastag alappal indul ki, és fónászerűen elágazik, és az idegsejt teste felé vezeti az ingert, és (b) *axon* (tengelyfónál), amely az idegsejt kidudorodó részéből ered, nem ágazik el, és az ingerületet az idegsejt testéből kifelé vezeti.

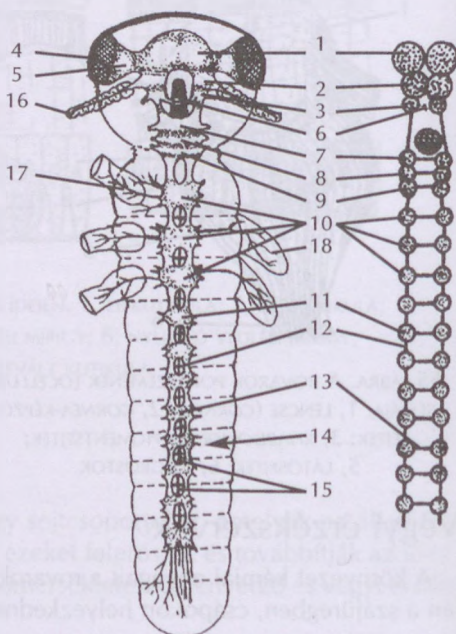
Megkülönböztetünk egy nyúlványú (unipoláris, illetve egy *axon*), két nyúlványú (bipoláris, illetve egy *axon* és egy *dendrit*), valamint több nyúlványú (unipoláris, illetve egy *axon* és több *dendrit*) idegsejteket.

A rovarok idegrendszerének felépítése

A rovarok idegrendszere két hasoldali, hosszanti idegtörzsből áll (hasduclánc), amely lefutásában minden testszelvényben egy-egy ducpár található. A hosszanti törzs közrefogja a garatot, és a garat felett egy jól tömörült hármás ducban végződik. Ezt garatfeletti ducnak vagy agynak (*cerebrum*) nevezzük. Az agy nagyméretű sejtekből áll, és az érzékszerveket szabályozza. Három része van: előagy (*protencephalon*), középagy (*deuterocephalon*) és utóagy (*tritecephalon*). Az agyon kis függelék formájában agyalapi mirigyek (*corpus cardiacum*, *corpus allatum*) találhatóak, amelyeknek a hormonok termelésében van szerepük.

A hasduclánc a garat alatti ducal kezdődik, és hosszanti lefutású, amelyekben szelvényenként egy-egy ducpár (*ganglion*) található. A ducokat hosszanti irányban összekötő idegtörzseket *konnektumnak*, a keresztbe összekötő idegrostokat *kommisszurának* nevezzük. A rovarok idegrendszerének vázlata a 56. ábrán látható.

56. ÁBRA. A ROVAROK IDEGRENDSZERÉNEK VÁZLATA.
- 1, ELŐAGY (*PROTENCEPHALON*, *PROTOCEREBRUM*);
 - 2, KÖZÉPAGY (*DEUTERENCEPHALON*, *DEUTEROCEREBRUM*);
 - 3, HARMADIK AGYSZAKASZ (*TRITENCEPHALON*, *TRITOCEREBRUM*); 4, SZEM (*OCULI COMPOSITI*);
 - 5, LÁTÓLEBENY (*LOBUS OPTICUS*); 6, *COMMISSURA TRITOCEREBRALE*; 7, *GL. MANDIBULARE*; 8, *GL. MAXILLARE*;
 - 9, *GL. LABIALE*; 10, TORDUCOK; 11, POTROHDUCOK;
 - 12, HOSSZANTI IDEG (*CONNECTIVA*); 13, KERESZTIDEG (*COMMISSURA*); 14, POTROHIDEGEK; 15, PÁRATLAN IDEG;
 - 16, CSÁP; 17, LÁBIDEG; 18, SZÁRNYIDEG.



A rovarok idegrendszerének élettana

Fiziológiai szempontból négyféle idegsejtet különböztetünk meg: érző (*szenzorikus*), mozgató (*motorikus*), asszociációs (*interkaláris*) és váladékot termelő (*neuroszekréciós*) idegsejteket.

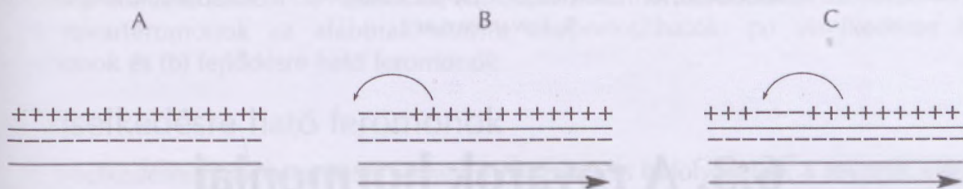
Az idegsejtek legfontosabb funkciói a következők: (a) ingerület képzése, (a) ingerület továbbképzése, (c) ingerület átadása.

a) Ingerület képzése

Nyugalmi állapotban az idegsejt és az idegrost belseje és külseje között feszültségkülönbség van. Ezt nyugalmi potenciálnak nevezzük. Kívül a pozitív (Na, K), belül a negatív ionok (Cl, SO₄) helyezkednek el. Ingerület hatására az idegsejt permeabilitással rendelkező sejtfalán aktív iontranszport jelenség lép fel, ilyenkor a pozitív töltésű ionok a sejt belsejébe, a negatív töltésű ionok a membrán külső felszínére vándorolnak. Az ionvándorláshoz szükséges energiát az idegsejt mitokondriumaiban található ATP biztosítja. Az ionok vándorlását depolarizálásnak nevezzük. Az ingerhatás végeztével a repolarizáció következik be, amikor a pozitív ionok újra a membrán külső felületére, a negatív ionok pedig a belső felületére vándorolnak, azaz visszaáll a nyugalmi potenciál.

b) Ingerület továbbvezetése

Az ingerület az *axon* és a *dendrit* nyúlványok felületén szakaszosan terjed tovább (57. ábra). Ezt a folyamatot gátolják az egyes inszekticidek (pl. a piretroidok).

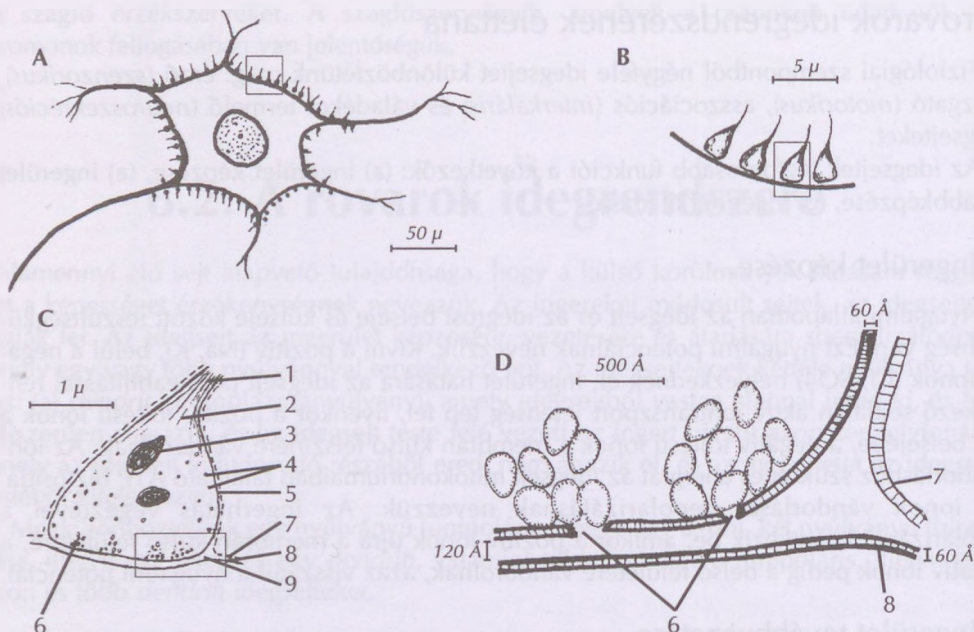


57. ÁBRA. AZ ACTIOS POTENCIAL TERJEDÉSE VELŐTLEN IDEG- ÉS IZOMROSTOKBAN.

A, NYUGALMI ÁLLAPOTBAN LEVŐ IDEGROST MEMBRÁNJA; B, A ROST BAL OLDALÁN INGERÜLET KELETKEZIK (DEPOLARIZÁLÓDÁS); C, AZ ACTIOS POTENCIAL ELŐREHALAD, EZT KÖVETŐEN HELYREÁLL AZ EREDETI ÁLLAPOT (REPOLARIZÁLÓDÁS).

c) Az ingerület átadása

Az ingerület átadása az idegsejtek és érzéksejtek között, egy speciális érintkezési helyen, a szinapszis területén megy végbe. Elektronmikroszkopikus vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a két érintkező sejt pre- és posztszinapszisa között egy 100–200 Å távolságú rés van. Ezen a résen az ingerület kis hólyagocskák segítségével megy át az egyik sejtől a másikba, a bennük lévő acetilkolin segítségével (58. ábra). Az inger átvitele után a posztszinapszisban lévő enzim az acetilkolint lebontja, ezzel a sejt újra nyugalmi állapotba kerül. A foszforsavészterek az acetilkolin lebontásának megakadályozásával pusztítják el a rovarokat.



58. ÁBRA. A SZINAPSZIS FÉNY- ÉS ELEKTRONMIKROSKÓPOS KÉPE.

A, KÖZEPES NAGYÍTÁSÚ FÉNYMIKROSKÓPOS KÉP; B, IDEGVÉGZŐDÉSEK NAGY NAGYÍTÁSÚ FÉNYMIKROSKÓPPAL;

C, ELEKTRONMIKROSKÓPOS KÉP; D, A „C” ÁBRA EGY RÉSZLETE.

1, AXON (NEURIT); 2, NEUROFIBRILLUMOK; 3, MITOKONDRIUM; 4, SZINAPTIKUS VEZIKULÁK;

5, PRAESZINAPSZIS MEMBRÁNJA; 6, AKTÍV PONTOK; 7, GLIA-SEJT MEMBRÁNJA; 8, POSZTSZINAPSZIS MEMBRÁNJA;
9, SZINAPTIKUS RÉSZ.

6.3. A rovarok hormonjai

A hormonok olyan speciális biológiai hatóanyagok, amelyek a szervezet életfolyamatait, növekedését, fejlődését, anyagcseréjét és ivari ciklusait szabályozzák. A hormontermelő szervek és az idegrendszer között szoros kapcsolat van, ezért az idegrendszert és a hormonális rendszert közösen neuro-hormonális rendszernek hívjuk.

A hormonok jellemzői az alábbiak: (a) a hemolimfa segítségével jutnak el a hatásuk színhelyére, (b) kis mennyiségben hatnak, (c) nem fajspecifikusak, ezt a tulajdonságukat használják ki a növényvédelemben a hormonhatású készítmények alkalmazásával, (d) bizonyos határig hőállóak, (e) termelődésük ciklusosan megy végbe.

A neuroszekréción sejtekben termelődő (vedlési) hormonok

A központi idegrendszer sejtjeiben képződő neurohormon. Az agyalapi mirigyek neuroszekréción sejtjeiben termelődnek. A szekréciókat a sejtek mitokondriumai termelik, és a Golgi-készülékben jelennek meg, finom szemcsés formában. A neurohormonok termelődhetnek a (a) *corpus cardiacum*-ban, a (b) *corpus allatum*-ban és a (d) előtöri mirigyekben.

A *corpus cardiacum* az agy mögött, a háti edények végén fekvő páros szerv. Az itt termelődő hormonok serkentik a belső elválasztású mirigyek működését, hatnak az ivarmirigyekre, befolyásolják a szaporodást, diapauzát váltanak ki, elindítják a lárvák vedlését (a vedlési hormont termeli), befolyásolják a színcserét, és szabályozzák az anyagcsere folyamatokat (fehérje-szintézis).

A *corpus allatum* a *corpus cardiacum* mögött helyezkedik el. Fő funkciója a juvenil hormon termelése, amelynek nagy szerepe van a lárvák vedlésének szabályozásában (juvenilis állapot visszatartása, a lárvák növekedésének befolyásolása), hat a lárvák nyugalmi állapotának befolyásolására, serkenti az imágók szexferomon szintézisét, ezenkívül bizonyos hormonokat (pl. vedlési hormon) raktároz is.

Az előtöri mirigyek páros, szalagszerű, esetleg elágazó mirigysejt-csoport. Az előtöri oldalán helyezkedik el. Szerkezete bő váladéktermelésre utal. A vedlési hormont termelik.

6.4. A rovarok feromonjai

A feromonok olyan, az állati szervezet által termelt biológiai hatóanyagok, amelyek ugyanazon faj más egyedében specifikus reakciókat váltanak ki. Külső elválasztású mirigyekben termelődnek.

Jellemző tulajdonságaik a következők: (a) fajspecifikusak, ezt használják a növényvédelemben a szexferomon csapdák alkalmazásával, (b) kis mennyiségben termelődnek, (c) alacsony koncentrációban is hatásosak, (d) szakaszosan termelődnek.

A rovarferomonok az alábbiak szerint csoportosíthatók: (a) viselkedésre ható feromonok és (b) fejlődésre ható feromonok.

a) Viselkedésre ható feromonok

A viselkedésre ható feromonok serkentő hatásúak és befolyásolják a rovarok viselkedését. Hatásukat nagyobb távolságra is képesek kifejteni. Ide tartoznak az ivari csalogató, ivari izgató, nyomjelző és riadóztató vagy vészjelző feromonok.

Ivari csalogató feromonok (szexferomonok)

A nőtények választják ki, a nemek egymásra találását segítik elő. A mirigyek a nőtényeknél a potrohon, a hímeknél a csápon találhatók. A szexferomonokat már mesterségesen is előállítják. Ezek 1–3 telítetlen kötést, 10–21 szénatomot tartalmazó szénhidrogének, aldehid, alkohol és acetáz funkciós csoportokkal. A fajspecifikitást a kémiai összetétel (kettőskötések, funkciós csoportok helye stb.) biztosítja. A gyakorlatban a Csalomon szexferomoncsapda család van forgalomban.

Ivari izgató feromonok

A hím bocsátja ki, nem a partner odavonzásában, hanem a párzásra való hajlandóság fokozásában van szerepe.

Nyomjelző feromonok

A közösségben élő rovaroknál (hangyák, méhek) van jelentősége. Elősegítik egymásnak a táplálékforráshoz vagy a fészkelőhelyhez vezető utat. Ilyen pl. a hangyák „szagösvénye”. A kártevőknél a cseresznyelégység esetében ismert a nyomjelző feromon. A nőtények ugyanis tojásrakás után megjelölik a cseresznyét, ezért minden egyes gyümölcsbe csak egy tojást raknak, és így csak egy lárva fejlődik ki gyümölcsönként.

Riadóztató vagy vészjelző feromonok

Az államalkotó rovarokra jellemző, hogy riadóztató, vagy vészjelző hormonokat bocsátanak ki akkor, ha a fészket sérülés vagy támadás éri.

b) Fejlődésre ható feromonok

Bizonyos fejlődési folyamatokat serkentenek vagy gátolnak, amelyeket sokszor csak közvetlen érintkezéssel adnak át egymásnak. Idetartoznak az ivari jelleg kifejlődését és az ivarérettséget szabályozó feromonok, amelyeknek az államalkotó rovaroknál van jelentősége (pl. anyakirálynő kiválasztása).

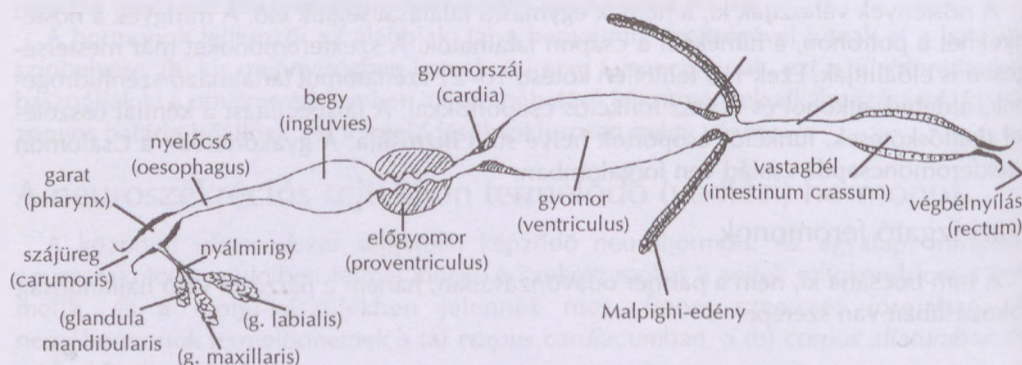
6.5. A rovarok anyagcseréje

Az anyagcsere biológiai értelemben az élőszervezetekben lejátszódó anyag- és energiafelvétel, valamint az anyag- és energiaátalakulási folyamatok összessége. Idetartozik a táplálkozás, a kiválasztás, a vérkeringés és a légzés, de itt kell megemlíteni a sejteken belül lejátszódó intermedier sejtanyagcserét is.

A rovarok táplálkozása

A rovaroknál a táplálék felvételére, felaprózására, továbbítására, lebontására külön szervek, szervrendszerek alakultak ki. Ilyenek a szájszerv, bélcsatorna, gyomor, vékonybél, vastagbél (59. ábra). A rovarok tápcsatornájában az alábbi folyamatok játszódnak le: táplálékfelvétel, továbbvezetés, emésztés, felszívás, ürülékképzés.

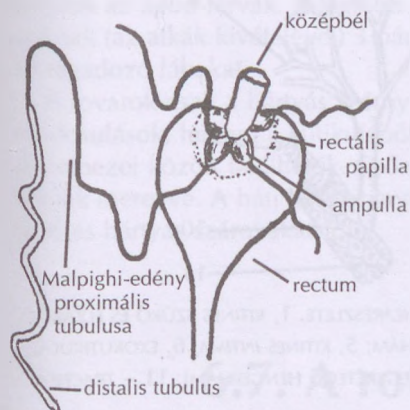
A rovarok szájszerveivel a rendszertan, a táplálkozás módjaival az ökológia foglalkozik.



59. ÁBRA. A ROVAROK EMÉSZTŐSZÜLÉKÉNEK SEMATIKUS ÁBRÁZOLÁSA.

A rovarok kiválasztása

Az állati testben az életfolyamatok során különböző bomlástermékek keletkeznek, amelyet a szervezet vagy kiűzöbösít, vagy kiküszöböl. A szénhidrátokat és a zsírokat a különböző enzimek vízre és CO_2 -re bontják, amely légzés, párolgás vagy vizelet formájában távozik a szervezetből. A fehérjéket viszont a kiválasztó szervek segítségével távolítják el a rovarok.



60. ÁBRA. A ROVAROK MALPIGHI-EDÉNYE.

A fonálférgek kiválasztó szerve az elővesécske (protonefridium), amely egy zárt csövecske, és a test felszínén, a szabadba nyílik. A rovarok kiválasztó szervei a Malpighi-edények (60. ábra), amelyek a közép- vagy végbélbe nyíló vastag, és a testüregben vakon végződő vékony elágazó csövekből állnak. Számuk fajonként változó. Mivel a Malpighi-edények a testüregben található bomlástermékeknek csak 90%-át választják ki (a bomlástermékek reabszorpciója miatt), a rovarok testében a bomlástermékeket bekebelező zsírtestek (nefroci-ták) is kiválasztó funkciót töltenek be.

A rovarok vérkeringése

A rovarok keringési rendszere nyitott. A vér és a testfolyadék azonos. A szív cső alakú, néha az egész hát hosszát végigéri. Kamrára tagolódik, annyi kamrából áll, ahány testszelvénye van a rovarnak. A szív egy perikardiális üregben helyezkedik el, és burok veszi körül. A szív hátulról előre húzódik össze. A testfolyadékot hemolimfának hívjuk. A hemolimfa áramlási sebessége változó, nyugalmi állapotban meg is szűnhet. Két fő alkotórészből áll: (a) alapfolyadékból (95–99%) és (b) sejtes elemekből (1–5%).

A rovarok légzése

Az élőlények gázcseréjét, vagyis az O_2 felvételét és a CO_2 leadását légzésnek nevezzük. Az élőlények lehetnek anoxibionták, amikor az élethez szükséges vegyi energiából nyerik az oxigént, vagy oxibionták, amikor szükség van a levegő vagy a víz oxigénjére. A rovarok valamennyi faja idetartozik.

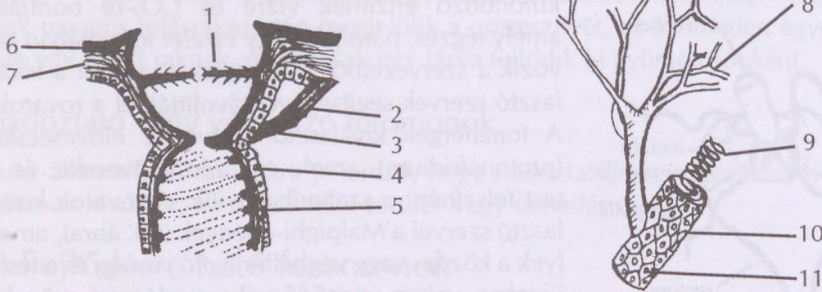
Az alacsonyabb rendű élőlények (pl. a nematodák, gyűrűsférgek) bőrlégzéssel lélegeznek; az oxigén és a széndioxid a kutikulájukon keresztül diffundál a szabadba, illetve a test belsejébe.

A vízben élő rovarok kopoltyúval, a vízben és a szárazföldön élő rovarok (kérészek) tracheakopoltyúval lélegeznek.

A rovarok nagy része tracheával lélegzik. Kivételt képeznek a pókszabásúak, amelyeknek légzése a tracheáknál fejlettebb légzőszervvel, a tracheatüdővel történik.

A trachea (61. ábra) a kutikula betűrődései, amelyek légzőnyílásokkal (stigma) nyílnak a szabadba. Általában 10 pár stigma található a rovaroknál. A stigmákból kiinduló tracheacsövek elágaznak 2–5 μ nagyságú tracheolákra, amelyek vakon végződve, a sejtekig hatolnak. Így a levegő oxigénje közvetlenül jut el a sejtekig. A tracheacsövek izomzata segíti az oxigén és a széndioxid továbbítását. A rovarok gázcsere intenzitását (O_2 -felvétel, CO_2 -leadás) a légzési hányados fejezi ki:

$$\text{légzési hányados} = \frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$$



61. ÁBRA. A ROVAROK STIGMÁJÁNAK KERESZTMETSZETE ÉS TRACHEARÉSZELETE. 1, KITINES SZŰRŐ ÉS ELZÁRÓ; 2, ZÁRÓIZOM; 3, ELZÁRÓ RÉSZ EMELŐJE; 4, EGYRÉTEGŰ HENGERHÁM; 5, KITINES INTIMA; 6, EXOKUTIKULA; 7, ENDOKUTIKULA; 8, TRACHEOLA; 9, KITINRUGÓ; 10, MATRIX (EGYRÉTEGŰ HENGERHÁM); 11 – TRACHEA.

6.6. A rovarok mozgása

A mozgás az élővilág egyik alapvető jelensége. Az állatok mozgása általában szembetűnő, de vannak rejtett mozgások is.

A mozgásnak két alaptípusa van: (a) passzív mozgás, amely a külső környezet hatására (szél) történik, és (b) aktív mozgás, amelynél a mozgáshoz szükséges energiát a szervezet termeli. Szervei azok a sejtek, szövetek, amely az állatok helyváltoztatását lehetővé teszik.

A legfontosabb mozgásformák az (a) amőboid mozgás, a (b) csillós mozgás és a (c) izommozgás.

Az amőboid mozgás az állatvilág legegyszerűbb mozgása. A sejtplazma szol-gél átalakulás során állabakat hoz létre, így történik a mozgás (pl. amőbák, nefrociták).

A csillós mozgás csillók segítségével megy végbe. A csillók olyan sejtszervecskék, amelyek rövidek, és nagy számban fordulnak elő a sejtek felületén.

Az izommozgás az izomsejtek és az izomrostok összehúzódása és elernyedése útján jön létre. Az izomsejt és izomrost a kémiai energiát mechanikai energiává átalakító módosult sejt.

Az izmoknak két típusa van: (a) simaizom 15–800 μ hosszú és 4–7 μ széles sejtekből épül fel. Rostjai egész hosszában egyformán törik a fényt. A rovaroknál csak a bélcsatornában és a háti edényben fordul elő, (b) harántcsíkolt izom a harántcsíkolt vázizomszövetek többmagvú óriás izomsejtekből épülnek fel, amelyeket izomrostoknak hívunk. A fényt kettősen törik. A rovarok és a gerincesek izmai harántcsíkolt izomból épülnek fel. Az izmok legfontosabb élettani sajátosságai az ingerlékenység, a vezetőképesség, az összehúzódó képesség és a rugalmasság.

A rovarok mozgása a legfejlettebb a gerinctelen állatok között. Az alacsonyabb rendű állatok csak simaizmokkal rendelkeznek és bőrizomtomlővel mozognak (pl. fonálférgek, gyűrűsférgek). Az ízeltlábúak fejlett mozgása az alábbiakkal magyarázható: (a) megjelenik a harántcsíkolt izom, (b) az izmok a szilárd külső vázhoz (kutikula) tapadva aktívabb

hatást fejtenek ki, (c) megjelennek a valódi végtagok, a lábak, (d) az imágók döntő többsége szárnyal rendelkezik.

A rovarok mozgása perisztaltikusan, végtagokkal és szárnyak segítségével történhet. A rovarlárvák mozgása a férgekhez hasonlóan, perisztaltikus mozgással történik. Így mozognak az apod lárvák. A legtöbb lárvában azonban torlábaik segítségével mozog. Az imágóknak (az atkák kivételével) 3 pár lábuk van. Megkülönböztetünk járó, ugró, futó, fogó és ragadozó lábakat.

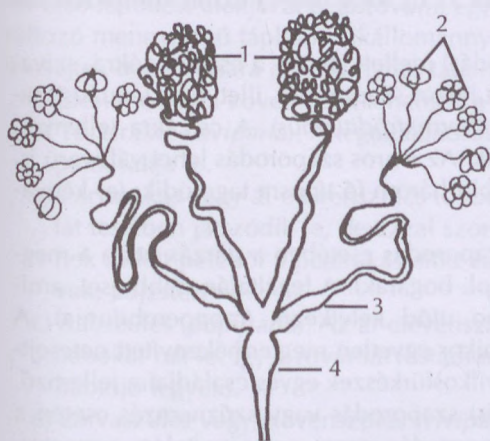
A rovarok csak a hártás szárny segítségével tudnak repülni. A szárnyak nem végtagmódosulások, hanem a kutikulából kitüremkednek a bőrrödök, amelyek a tor hát- és oldalmezei között találhatók. Csőrendszerből állnak, amelyek levegővel telítettek és így válnak merevvé. A háti hosszirányú és a hát-hasi izmok mozgatják. Megkülönböztetünk fedő és hártás szárnyakat.

6.7. A rovarok szaporodása

A rovarok szinte kivétel nélkül váltivarúak, annak ellenére, hogy a nemek több esetben csak ivarszerv preparálással különíthetők el; a szexuális dimorfizmus nem mindig figyelhető meg.

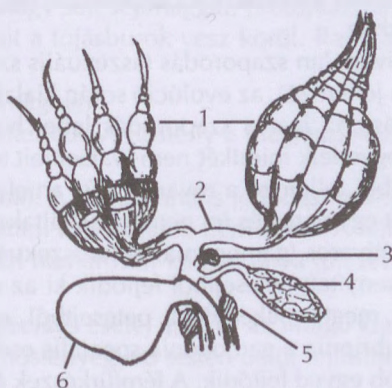
A hímek ivarszerve a következőképpen épül fel: páros herék (*testis*), amelyet az ondóhólyaggal (*vesicula seminalis*) az ondóvezető (*vas deferens*) köt össze. Ez a párzószervbe (*penis*) torkollik, amelyből a kilövelő járatokon (*ductus ejaculatoris*) keresztül távozik a sperma (62. ábra).

A nőivarú egyedekben a pete (*ovum*) a petefészkek (*ovarium*) petecsőveiben (*ovariolum*) termelődik. Az érett petesejt a petecsőből a petevezetőn (*oviductus*) keresztül jut a hüvelybe (*vagina*), majd a szabadba. A hüvely párzótáskát (*bursa copulatrix*) képezhet. A nőtény a hím ivarsejtjét képes tárolni az ondótartályban (*receptaculum seminis*), amelynek



62. ÁBRA. A MÁJUSI CSEREBOGÁR (*MELOLONTHA MELOLONTHA*) HÍM SZAPORÍTÓSZERVE.

1, JÁRULÉKOS MIRIGY; 2, HERE; 3, ONDÓHÓLYAG (*VESICULA SEMINALIS*); 4, ONDÓVEZETÉK (*DUCTUS EJACULATORIUS*).



63. ÁBRA. A MÁJUSI CSEREBOGÁR NŐSTÉNYÉNEK SZAPORÍTÓSZERVE. 1, PETECŐVEK (*OVARIUM*); 2, PETEVEZETÉK (*VIDUCTUS*); 3, MAGTARTÁLY (*RECEPTACULUM SEMINIS*); 4, MIRIGY; 5, JÁRULÉKOS MIRIGY; 6, PÁRZÓTÁSKA (*BURSA COUPLATRIX*).

célja, hogy a megtermékenyítés a rovar számára optimális időpontban következzen be. A zigóta többnyire tojócső (*ovipositor*) segítségével jut a szabadba, amelyet egy járulékos mirigy váladékával rögzít a nőtény (63. ábra).

A petecsövecskék alakja és az őscsírasejtek további differenciálódása alapján különböző petefészek típusokat lehet elkülöníteni a rovaroknál (64. ábra).

Panoisztikus típusú petefészek esetében a csírasejtek mindegyikéből petesejt képződik. A petesejt (*oocyta*) a tüszőhámsejtek (*folliculus*) segítségével érik. Ez az ősb típus, ilyen petefészke van a természetnek, szitakötőknek, tojócsöves és tojókampós egyenesszárnyúaknak stb.

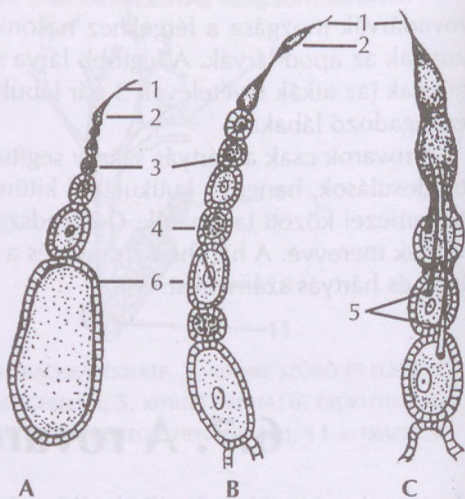
Meroisztikus petefészeknél az őscsírasejtek csak egy részéből képződik pete, a többi táplálósejt lesz. A tüszőhámsejtek a peteburok (*chorion*) képzésében vesznek részt. Ez további két típusra különül el. A politrofikus petefészek esetében a petesejteket egy tápláló sejtcsoport kíséri végig a petecsövecskén. Ilyen van többek között a legyeknek, lepkéknek, darazsaknak. A telotrofikus petefészek esetében a petesejtek egy plazmaszállal vannak összekötöttekben a táplálósejtekkel. Poloskák és bogarak egy részének petefészek típusa telotrofikus.

Az állatvilágban változatos szaporodásformák figyelhetők meg, amely az evolúció során egyre fejlettebbé, bonyolultabbá vált. Ennek célja a genetikai variabilitás szélesítése, hogy minél alkalmazkodóképesebbé tegye a fajt az új, vagy megváltozott környezeti feltételekhez.

Az ivartalan szaporodás (aszexuális szaporodás) mellett (amely a csalánozókra, szivacsokra jellemző), az evolúció során kialakult az ivaros szaporodás, illetve a szexuális szaporodás. Az ivaros szaporodás lehet hímnős (*hermafroditizmus*). A csigákra jellemző, hogy egyedeik mindkét nem ivarsejtjeit termelik. Az ivaros szaporodás lehet váltivarú is. Ez utóbbi jellemző a rovarokra is, amely további három fő típusra tagolódik: (a) kétivaros; (b) egyivaros és (c) nemzedékváltozó.

A kétivaros (*gamogonia*, heteroszexuális) szaporodás esetében a párzás útján a megtermékenyített petesejtből fejlődik ki az utód (pl. bogarak). A legáltalánosabb eset, amikor a megtermékenyített petesejtből egyetlen utód keletkezik (*monoembrionia*). A poliembrionia a gamogonia speciális esete, amikor egyetlen megtermékenyített petesejtből több egyed fejlődik. A fémfürkészek és a gyilkosfürkészek egyes családjaira jellemző.

Az egyivaros (*parthenogonia*, monoszexuális) szaporodás vagy szűznemzés esetén a pete megtermékenyítés nélkül fejlődik ki. A szaporodás ivaros, vagy ivartalan, a megtermékenyített nőtény (királynő) által szabályozott. A nőtény életében egyetlen alkalommal termékenyül meg. A megtermékenyített petéből nőivarú (királynő, dolgozó), a megtermékenyítetlen petéből hímivarú (*here*) egyed fejlődik. Méhekre és hangyákra jellemző szaporodásmód (*spandria*). Az egyébként heteroszexuálisan szaporodó rovar kedvezőtlen külső



64. ÁBRA. A ROVAROK HÁROM LEGISMERTEBB OVARIOLUM TÍPUSÁNAK SZERKEZETI VÁZLATA. A, PANOISTICUS; B, MEROISTICUS (POLITRÓF); C, MEROISTICUS (TELOTRÓF); 1, VÉGFONALAK (*FILUM TERNIMALE*); 2, VÉGGAMRA (*GERMANIUM*); 3, PETESEJTKAMRA; 4, SZIKKAMRA; 5, ÖSSZEKÖTŐ ÁGAK; 6, ÉRETT PETÉK.

környezeti hatásokra szűznemzéssel szaporodik, pl. hamvas vincellérbogár, egyes lepkék (*fakultatív parthenogenezis*). A szűznemzés egy speciális esete, amikor az imágó testében lárvák jönnek létre, melyek felélve az előző testét, abból kikerülve, hasonló módon szaporodhatnak tovább, pl. egyes gubacsszúnyogok, pajzstetvek (*pedogenezis*). A nemzedék-váltakozás (*heterogónia*) vagy ivaros szaporodási forgó esetében a rovar felváltva szaporodik szűznemzéssel és gamogenetikus úton. A lényege, hogy a szűznemzés során gyorsan kialakult nemzedékek a lehető legjobban kihasználják a rendelkezésre álló forrásokat (tápnövény), illetve a heteroszexuális szaporodással fenntartsák a genetikai variabilitást. Ez a levéltetvek jellemző szaporodási formája. A rovar a nyári gazdanövényről (-ekről) a cukor–nitrogén arány megváltozására téli gazdanövényre (-ekre) vándorol (*migrál*) [pl. fekete répa-levéltetű, zöld őszibarack-levéltetű (holociklikus vagy tápnövénycserés heterogónia)]. A nemzedékek kialakulása tápnövénycsere nélkül jön létre, pl. zöld alma-levéltetű, káposzta-levéltetű (anholociklikus vagy egygazdás heterogónia).

Vannak olyan fajok, amelyek a holociklikus és anholociklikus fejlődésmenettel is képesek szaporodni. Ilyen például a kukorica-gyökértetű, zöld őszibarack-levéltetű és zselnice meggy-levéltetű.

6.8. Rovarok egyedfejlődése

A rovarok esetében a belső megtermékenyítés következtében több spermium juthat be a petesejtbe, de az csak eggyel fog egyesülni. Ez a polispermás megtermékenyítés.

A rovarok egyedfejlődése (*ontogenezis*) két fő szakaszra osztható. A petesejt megtermékenyítésétől a tojásból való kibújásig tartó időszakot embrionális fejlődésnek hívják. A tojás elhagyását követően a rovar pusztulásáig tartó intervallum pedig a posztembrionális fejlődés időszaka.

A legtöbb rovar a megtermékenyített petéket rakja le, így az embrionális fejlődés az anyaállat testén kívül zajlik. A peték formája, száma, mérete rendkívül változó. Ez a rovar első fejlődési alakja. A pete (*ovum*) egyetlen nagy sejt sejtmaggal, protoplazmával és változó mennyiségű tápláló szikállománnyal, amit a tojásburok vesz körül. Rajta a hímivar-sejtek behatolására egy kis nyílás található.

Szülési módok a következők lehetnek a rovarvilágban:

- Tojásrakás (*oviparia*): A legáltalánosabban elterjedt. A nőstény a megtermékenyített petét rakja le.
- Lárvarakás vagy ál-elevenszülés (*ovoviviparia*): Az embrionális fejlődés az anyaállat testében játszódik le, de azzal szoros élettani kapcsolatba nem kerül. A fejlődésnek indult petéből a peterakás előtt vagy után hamarosan kikel a lárva (pl. levéltetvek, pajzstetvek).
- Bábszülés (*pupiparia*): Az ál-elevenszülés speciális esete, amikor az imágó kialakult bábokat rak le. Így a rovar lárvastádiumai a nőstényegyed testén belül fejlődnek (pl. bábtojó legyek).
- Lárvaszülés vagy elevenszülés (*viviparia*): A lárva már az anyaállat testében elhagyja a peteburkot. Ez egyedül a természetgyeeknél fordul elő.

A fiatal állat ivarszervei fejletlenek, méretük kisebb a kifejlett állatok ivarszerveitől. Egyes fajok egyedei nagyjából hasonlítanak az anyaállathoz, más fajoké viszont nem. A lárvák mennyiségi és minőségi változásait, amelyek az anyaállathoz hasonlóvá teszik, posztembrionális fejlődésnek nevezzük.

A posztembrionális fejlődés folyamán vedlések, bizonyos hormonális folyamatok segítségével különféle, de egyes fajcsoportokra, rendekre jellemző változásokon mennek át a rovarok. E változások összességét átalakulásnak vagy metamorfózisnak nevezzük.

A lárvák és az imágók alakbeli, életmódbeli és élettérbeli hasonlósága vagy különbözősége alapján a posztembrionális fejlődésük is különbözik. Alapvetően két fő egyedfejlődési forma létezik, amelybe az ízeltlábúak evolúciós fejlettségük szerint besorolhatók. Az ősbibb forma a szelvényképző fejlődés vagy anamorfózis. Az anamorfotikus átalakulással fejlődő ízeltlábúak posztembrionális egyedfejlődésük idején, a vedlések során növelik meglévő szelvényeik számát. Ősbibb ízeltlábúak tartoznak ide, mint például a levél-lábú rákok, ászkarák, ikerszelvényesek, százlábúak stb. A szelvényképző fejlődéssel fejlődő rovarok lárváját oligomer lárvának nevezzük. A másik fő forma a szelvénytartó fejlődés vagy holomorfózis. Ennél az egyedek a tojásból való kibúvástól a pusztulásukig tartó időszakig megtartják szelvényeik számát. Ez a rovarok osztályának egészére jellemző. Lárvájukat összefoglalóan holomer lárvának nevezzük. Ezek ismertetése után holomorfotikus átalakulás három fő formájával, altípusaival és a holomer lárvák további csoportosításával foglalkozunk.

Epimorfózis vagy kifejlés:

Az imágóikhoz minden tekintetben hasonló a lárvák fejlődése, a lárvakori és imaginális szerveik illetve a lárv és az imágó élőhelye megegyezik. Az ilyen fejlődéssel kialakuló rovarok lárváit elsődleges vagy primer lárvának nevezzük. A kifejlés altípusai a következők: (a) ametabólia, (b) monometabólia, (c) pszeudometabólia és (d) neometabólia.

a) Ametabólia esetén alakváltozás nincs. A lárvák és az imágók szárnyatlanok.

Lábaspotrohúak, sertefarkúak és ugróvillások jellemző kifejlődése.

b) Monometabólia esetén az imágó szárnyas és a lárv a az utolsó fejlődési stádiumában szárnykezdeményes nimfa. Így fejlődnek a csótányok, fogólábúak, tojócsöves és tojókampós egyenesszarnyúak, fülbemászók, poloskák és levéltetvek.

c) Pszeudometabólia esetén az imágó másodlagosan szárnyatlan, amely azt jelenti, hogy a szárnyatlan imágó lárv a stádiumai során szárnyal rendelkezett. Vércső- és rágótetvek valamint nőtény pajzstetvek egyedfejlődése.

d) Neometabólia speciális esete fordul elő a tripszeknél. Fejlődésük során két szárnyatlan lárvastádium után egy szárnykezdeményes előnimfa (*pronympha*) és egy vagy két félig nyugvó nimfastádium után alakul ki az imágó.

Hemimetamorfózis vagy félátalakulás:

A rovarok másik nagy csoportjánál a lárvák bizonyos mértékben hasonlítanak az imágókhoz, de már jellemző lárvakori szerveik vannak, és életmódjuk, életterük is eltér a kifejlett egyedektől. Az így fejlődő rovarok lárvái a másodlagos vagy szekunder lárvák.

a) Prometabólia esetén az utolsó lárvastádium már repülésre képes szárnyas alak (*subimago*), amely még egyszer vedlik. Ilyenek pl. a kérészek.

b) Heterometabólia hasonló a prometabóliához, azonban itt nem alakul ki a *subimago*. Ez az álkérészekre jellemző.

c) Heremetabólia esetén az utolsó lárvastádium előtt egy pihenő szakasz után veszítik el lárvakori szerveiket és fejlesztik ki szárnyaikat az egyedek, de kifejezett bábállapot nem alakul még ki. Ilyenek a szitakötők és a kabócák egy része.

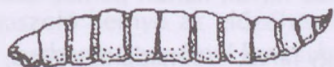
Holometamorfózis vagy teljes átalakulás:

Az így fejlődő rovarok lárvái megjelenésükben, szerveik felépítésben, élőhelyükben különböznek a kifejlett egyedtől. Fejlődésük egy nyugalmi állapot közbeiktatásával történik.

A lárva neve harmadlagos vagy tercier lárva.

a) Holometabólia esetében a petéből kikelt lárvák többszöri vedlés után bábállapot közbeiktatásával érik el teljes kifejlődésüket. Rovarok legnagyobb része így fejlődik (pl. bogarak nagy része, hártványászárnyúak, legyek, lepkék, recésszárnyúak).

b) Hipermetabólia jellemző a nünükéfélék fejlődésmenetére. A második lárvastádium után előbáb (*pseudopupa*) alakul ki, és csak egy ezt követő harmadik lárvaalak alakul igazi bábbá.



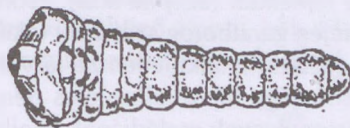
nyű



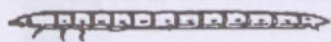
kukac



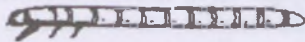
díszbogár pondró



cincér pondró



drótféreg



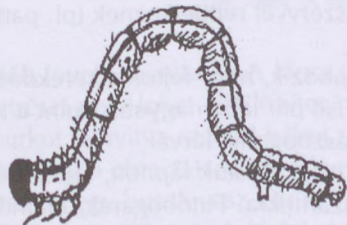
áldrótféreg



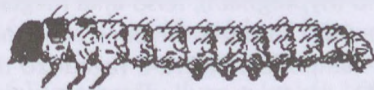
levélbogár lárva



pajor



araszoló hernyó



valódi hernyó



álhernyó



kampodeoid lárva

65. ÁBRA. FONTOSABB LÁRVATÍPUSOK.

Az ízeltlábúak lárvái szárnyuk megléte vagy hiánya, illetve láthatósága alapján is csoportosíthatók. Eszerint az anamorfózissal fejlődő lárvát *apterigotának* nevezzük, mivel nincs szárnya. A holomorfotikus átalakulással fejlődő rovarok lárvái lehetnek *exopterigoták*, amikor a szárnyas imágó lárvastádiumain láthatók a szárnykezdemények (*epi- és hemimetamorfózissal* fejlődő rovarlárvák). *Endopterigóta* lárváról akkor beszélünk, ha az egyébként szárnyas imágó lárvái szárnyatlanok (holometamorfózissal fejlődő rovarlárvák).

A tercier vagy harmadlagos lárvák tovább osztályozhatók a lábak száma szerint. Ismeretek úgynevezett lábatlan (*apod*), kevéslábú (*oligopod*) és soklábú (*polipod*) lárvák. Az oligopod lárvák három pár tori lábbal, míg a polipod lárvák három párnál több lábbal rendelkeznek. Ezek ismertetése a 65. ábra.

Apod lárvák a következők: kukac, nyű, bársonylégy lárvá, szalmadarázs lárvá, díszbogár lárvá.

A kukac kifliszerűen görbült, kis (*hemicephalikus*), barna fejtokkal rendelkező, általában csontszínű lárvá. Ormányos alkatúak, hátyácsszárnyúak lárvatípusa.

A nyű fejnélküli (*acephalikus*), csontszínű, elipszoid vagy hosszúkás, hengeres testű lárvá. A fején garathorog szájszerv található, amely a test vékonyabbik felén van. A légyalkatúak (kétszárnyúak) jellemző lárvatípusa.

A bársonylégy lárvá jellegzetes hengeres testű, serteszőrös, kis fejtokkal rendelkező lárvá. Bársonylegyek családjának talajlakó lárvái.

A szalmadarázs lárvá „S” alakban görbült, csontszínű kis fejtokú lárvá. A növények szárában él.

A díszbogár lárvá kisfejű, csontszínű. Első testszelvényei szélesebbek, mint a többi. Teste bunkó formájú. Idetartoznak a díszbogarak családjának lárvái.

Oligopod lárvák a következők: pajor, pondró, drótféreg, áldrótféreg, kampodeoid lárvá, csócsárló, dögbogár lárvá, levélbogár lárvá, böde lárvá, laboda lárvá.

A pajor (csimasz) nagyfejű (*eucephalikus*), görbült testű, talajlakó lárvá. Teste erősen ráncolt, csontszínű, utolsó szelvényei kifeszültek. Lemezescsapú bogarak lárvája.

A pondró hasonlít a díszbogarak lárvájához, azonban attól három pár csökevényes lábával (*protopod*), és fokozatosan keskenyedő testalakulásával tér el. Ilyenek a cincér lárvák.

A drótféreg hengeres, dróttapintatú, enyhén vöröses színű, előreálló fejjel (*prognath*) rendelkező, talajlakó lárvá. Erőtéljes rágó szájszervvel rendelkeznek (pl. pattanóbogarak lárvái).

Az áldrótféreg az előző lárvától abban különbözik, hogy fejtokja kerekdedebb és lefelé álló (*hyprognath*), felső ajka megtalálható. Első pár lába nagyobb, mint a többi, és teste kevésbé kitinezett. Ilyenek az alkony- és gyászbogarak lárvái.

A kampodeoid lárvá a ragadozó rovarok lárvája. Testük lapított, fejük előreálló, erős rágókkal. Lábaik gyors mozgást biztosítanak számukra. Futóbogarak, cicindelák, recésszárnyúak és katicabogarak lárvája. Minden olyan lárvát, mely a leírtakkal nem egyezik meg, az ebbe a típusba sorolandó.

A csócsárló olyan kampodeoid típusú lárvá, amely fitofág. Az előbb említett lárvától kisebb rágójával, a szelvényeken található kitinlapokkal, potroh alakulásával és farkotoldalékának különbözőségével tér el. Ilyenek a gabonafutrinka lárvái.

A dögbogár lárvá ellipszoid, általában feketeszínű, jól láthatóan szelvényezett lárvá. Előreálló, erős rágókkal rendelkező fej jellemzi. Ilyenek a dögbogarak családjának a lárvái.

A levélbogár lárvá teste húsos, duzzadt, többnyire élénk színű. Tori szelvényeik szűkebbek, majd felvastagodó potrohuk a test végén összeszűkül. Fejük lefelé álló, rágó szájszervű (pl. a levélbogarak családjának lárvái).

A böde lárvája feje lefelé áll és rágó szájszervvel rendelkezik. A néhány milliméter méretű lárvája csontszínű és serteszőrökkel tarkított az egész testfelületen. Lucernaböde lárvája.

A levélbogarak családjába tartozó laboda bogarak lárvája elüt a család jellemzőitől. Ellipszoid alakú, oldalán jól látható szelvényezettségű, hosszú faroktoldalékkal rendelkező *oligopod* lárvája. Ilyen a labodabogarak tipikus lárvája.

Polipod lárvák a következők: valódi hernyó, araszoló hernyó, álhernyő.

A valódi hernyó jól fejlett fejű, hosszúka, hengeres testű lárvája. Három pár tori, négy pár hasi és egy pár toló lába van. Lehet csupasz és szőrözött is. Ilyen a lepkék nagy részének lárvája.

Az araszoló hernyó az előzőhöz hasonló, szinte mindig csupasz lárvája. A hasi lábain minden esetben négy párnál kevesebb, így araszolva halad. Az araszoló lepkék családjának és a gamma bagolylepkének a lárvája.

Az álhernyő különbsége a valódi hernyótól az, hogy mindig négy párnál több hasi lába van. Az első szelvények magasabbak, így az állat púposnak tűnik. Ilyen a levéldarazsak lárvája.

Az előzőekben említett tercier lárvákból három különböző típusú báb képződhet, amely szintén adott rendszertani (taxonómiai) csoportokhoz köthető. (66. ábra.)



fedett báb



szabad báb



tonnabáb

66. ÁBRA. A ROVAROK BÁBTÍPUSAI.

- Tonnabáb (*pupa coarctata*): A lárvája utolsó kutikulája válik a báb burkává. Semmilyen testrészt nem lehet elkülöníteni rajta, legfeljebb a szelvényezettség ismerhető fel. A burkot felnyitva szabad bábót találunk. Légyalkatúak bábozódnak így.
- Fedettbáb (*pupa obtectata*): Az ektodermális kitérőmökdedések szorosan a testhez simulnak, amelyet egy burok vesz körül. Testrészek felismerhetők. Ilyen a lepkék bábja.
- Szabadbáb (*pupa libera*): A kialakuló rovar minden testrésze felismerhető. Végtagok, szárnyak szabadon állnak, a testtől elmozdíthatók. Így bábozódnak a bogarak, méhek, és darazsak lárvái.

A bábállapot során a lárvakori szervek feloldódnak (*histolysis*), amelyet az imaginális szövetek, szervek képzése követ. A bából kibújó imágó érési táplálkozást folytat. Ezután következik a párosodás (*kopuláció*) és a peterakás. Az imágó elsődleges feladata a fajfenntartás. A tojás lerakásától az imágó pusztulásáig eltelt szakaszt nemzedéknek nevezzük az entomológiában.

7. ROVARÖKOLÓGIA

A biológiának azt az ágát, amely az élőlényeknek a környezetükhöz való viszonyával foglalkozik, ökológiának, illetve környezettannak nevezzük.

Az ökológiának három ága van: (a) autökológia, (b) demökológia, illetve gradológia és (c) szünökológia.

Az autökológia egyedi környezettan, amely az egyes fajok környezethez való viszonyát vizsgálja.

A demökológia, illetve gradológia a populáció egyedei közötti kapcsolatokat, továbbá a populációra gyakorolt környezeti hatásokat vizsgálja.

A szünökológia az életközösségeknek a környezettel és egymással való bonyolult kölcsönhatását tanulmányozza.

7.1. Autökológia

Az állatokkal foglalkozó autökológia azokra a kérdésekre keresi a választ, hogy mi szabja meg a faj elterjedési területét, és miért változik a faj egyedszáma térben is időben az elterjedési területeken?

Autökológiai alapfogalmak a következők:

Area: Egy adott állatfaj földrajzi elterjedési területe, amelynek határain belül az illető faj előfordul.

Populáció: Egy adott élőhelyen vagy területen élő egyedállomány összessége.

Populációdinamika: Térben és időben bekövetkező mennyiségi változások a kártevő népességmozgalmára, illetve egyedsűrűségek változására vonatkozóan.

Abundancia vagy egyedsűrűség: A populációt alkotó egyedek mennyiségének számszerű kifejezése. Mértékegysége lehet az egyed/m, egyed/10 hálósapás, egyed/100 levél stb.

Amplitudó: A környezeti tényezők két szélsőérték között ingadozása (minimum, maximum). A két szélsőérték távolságát nevezzük amplitudónak.

Minden állatnak örökletes tulajdonsága a környezeti tényezőkkel szembeni igénye. Az a környezet, ahol a legkedvezőbbek a feltételek az állat számára, az az optimális szakasz. Ettől eltérő olyan viszonyok is előfordulnak, amelyek kevésbé felelnek meg az állatok élettevékenységének. Ezeket a kedvezőtlen szakaszokat alsó és felső pejusoknak nevezzük. A pejusokon túli érték pedig alsó, illetve felső pesszimum. A két szélső határ közötti távolság a faj ökológiai rugalmasságát adja.

A környezeti tényezők felosztása

A környezeti tényezőket 3 fő csoportba oszthatjuk: (a) abiotikus, (b) biotikus és (c) antropogén.

a) Abiotikus tényezők: Az abiotikus vagy élettelen környezeti tényezők közül a hőmérséklet, nedvesség, fény, talaj, víz, levegő a legfontosabb.

A rovarok változó hőmérsékletű állatok. A hőmérséklet és a vele szorosan összefüggő élettévékenység ennek az ökológiai tényezőnek a függvénye. Az állatok legkedvezőbb *hőmérsékleti* tartománya a biológia preferendum. A rovarok fejlődése is a hőmérséklet függvénye. Minden rovarnál találkozunk egy olyan hőmérsékleti alsó határral, ahol a fejlődésük megáll. Ezt fejlődési küszöbérték vagy biológiai nullapont. A biológiai nullapontot az alábbi képlettel számolhatjuk ki:

$$n = \frac{C}{T - t}$$

ahol: n = fejlődési idő napokban,
 T = mért hőmérséklet,
 t = a fejlődési küszöb hőmérséklete,
 C = a fajra jellemző konstans szám, az effektív hőösszeg,
amely a fejlődési küszöb feletti hőmérséklet összege.

Az effektív hőösszeg sok kártevőnél már ismert, amelyből kiszámíthatjuk a nemzedékek számát, az adott rovar rajzásának idejét.

A levegőben élő állatokra a *levegő relatív páratartalmának*, a talajban élő állatokra a *talaj nedvességtartalmának*, a növényben élőknek a *növényi rész nedvességtartalmának* van közvetlen hatása. Az állatok nagy része nedvességekdedelő, kis része szárazságekdedelő. A nedvesség befolyásolja az állatok mozgását, fejlődését, szaporodását, elterjedését.

A *fény* többfaktorú ökológiai tényezőként hat a rovarokra. A fényerősségre eltérő módon reagálnak az állatok. Vannak fénykedelő és fénykerülő fajok (pl. bagolylepkék). A *fényintenzitás* alapján beszélünk még nappali és éjszakai állatokról. A *fény színére* és *hullámhosszára* eltérő módon reagálnak az állatok. A levéltetvek pl. a sárga, a legyek a kékre repülnek jobban. Ezt a tényt a rovarok előrejelzésénél, az egyes csapdák alkalmazásánál használjuk ki. A *fény irányának* érzékelése fontos tényező a rovarok térbeli tájékozódásában. A fényforrás felé irányuló mozgást pozitív, az ellenkező irányút negatív fototaxisnak nevezzük. A nappalok hossza, vagyis a fotoperiódus (megvilágítás hossza) és a szkotofázis (sötét szakasz) aránya sok állatfaj fejlődésmenetét meghatározza. Ez alapján vannak hosszúnappalos (pl. burgonyabogár), rövidnappalos (pl. repceormányos) és a megvilágításra közömbös intermedier fajok (pl. kukoricamoly).

A *légnyomásváltozás* befolyásolja az állatok viselkedését (pl. az imágók kelését). A *szél* a fajok elterjedésében játszik szerepet. Növényvédelmi szempontból a szexferomon csapdák hatékonyságánál van szerepe.

A *talaj* mind *fizikai*, mind *kémiai tulajdonságaival* hat az élőlények viselkedésére. A talaj pH-tartalma, kötöttsége, típusa, nedvességtartalma, CO₂-tartalma, szerves anyag mennyisége, humusztartalma egyaránt fontos tényező.

b) Biotikus tényezők: A biotikus vagy élő környezeti tényezők közül a táplálék, a fajtársak, az idegen vagy más fajú élőlények a legfontosabbak.

Az élőlények az életfolyamataik folytatásához szükséges energiát *táplálék* útján veszik fel. Az élőlényeket táplálkozásuk alapján két nagy csoportba oszthatjuk:

Az *autotróf* szervezetek a szervetlen anyagokat a Nap energiájának a felhasználásával, asszimiláció útján alakítják át szerves anyagokká. Idetartoznak a növények.

A *heterotrof* szervezetek szerves anyagokat vesznek fel táplálkozásuk során. Idetartoznak az állatok és a klorofill nélküli növények.

Az állatvilágban a következő táplálkozási formák fordulnak elő: (a) *hilofág*, (b) *biofág*. A hilofágok élettelen szerves anyagokkal táplálkoznak. Ezen belül lehetnek: *nekrofágok* (elhalt állati szervezetekkel táplálkoznak), *szaprofágok* (növényi hulladékot fogyasztanak) és *kaprofágok* (ürülekezők).

A *biofágok* élő szervezeteket fogyasztanak. Ilyenek a *fitofágok* vagy *herbivorok* (növényevők), a *zoofágok* vagy *karnivorok* (állatevők), a *parazitoidok* vagy élősködők [a gazdaállat testnedvével, szöveteivel táplálkoznak, a gazdaállatot elpusztítják (pl. fürkészek)], a *paraziták* [a gazdaállat testnedveivel, szöveteivel táplálkoznak anélkül, hogy azok elpusztulnának (pl. bélférgek)] és az *epiziták* (ragadozók), amelyek áldozataikat megölik és elfogyasztják (pl. fátyolka, katicabogár).

Aszerint, hogy egy adott rovar *hány növényen táplálkozik*, a kártevőket a következő csoportokba oszthatjuk:

- a) monofágok (egytápnövényű állatok): lucernabogár
- b) oligofágok (többtápnövényű szervezetek): burgonyabogár
- c) polifágok (keves tápnövényű szervezetek): pajorok, drótférgek

A rovarok a *táplálék specializációja* alapján három csoportba oszthatók:

- a) primer kártevő (egészséges növényt fogyaszt): almamoly
- b) szekunder kártevő (beteg vagy sérült növényt károsít): szübugarak
- c) terciér kártevő (feldolgozott faanyagban él): szübugarak

A *fajtársak* mint biotikus ökológiai tényezők csak akkor jelentősek az élőlények élettevékenységére, ha az adott faj egyedszáma túl kevés, vagy túl sok. Az utóbbi esetben ugyanis táplálékhiány következik be, amely a kannibalizmus jelenségéhez vezethet (pl. pajorok).

Autökológiai szempontból az idegen fajú állatok között kölcsönös és egyoldalú kapcsolatok léphetnek fel (9. táblázat).

9. TÁBLÁZAT

A POPULÁCIÓK KÖZÖTTI KAPCSOLATOK LEHETSÉGES FORMÁI

(JERMY 1956 UTÁN)

K Ö L C S Ö N Ö S K A P C S O L A T O K		
<i>Mindkét populációra pozitív hatás</i>	<i>Egyik populációra pozitív, a másikra negatív hatás</i>	<i>Mindkét populációra negatív hatás</i>
Együttélés (szimbiózis), pl. levéltetvek és hangyák között.	Élősködés (parazitizmus), pl. a fürkészdarázsak növényevő rovarokban, ragadozás (epizitizmus), pl. levéltetveket pusztító zengőlégy lárvák.	Versenység (konkurencia), pl. a lepkefaj hernyói tarra rágják a közös tápnövényt, egy időben.
E G Y O L D A L Ú K A P C S O L A T O K		
<i>Pozitív hatás</i>	<i>Negatív hatás</i>	
Asztalközösségek (kommenzalizmus), pl. a máklégy a mátkokormányos által megfűrt mátkókba rakja petéit, de nem befolyásolja az ormányos populációját.	Táplálék elvonása, pl. a bimbólikasztó bogár elpusztítja az almavirágot, lehetlenné teszi az almamoly szaporodását.	

c) Antropogén tényezők: Az antropogén vagy emberi tényezők jelentősége is fontos. Az emberi tevékenység, az antropogén környezeti tényezők jelentősen megváltoztatják környezetünket, amelyek közül az alábbiak a legfontosabbak: természetes tájak kultúrtájjá változtatása, emberi települések, lakóhelyek kialakítása, közlekedés és a kereskedelem, egyes állatfajok tudatos kiirtása.

7.2. Nyugalmi állapot

Az éloszervezetek egyik közös sajátossága, hogy bizonyos feltételek között, egy meghatározott fejlődési szakaszukban hosszabb-rövidebb ideig nyugalmi állapotban képesek maradni. Ez a tulajdonságuk a törzsfejlődés során alakult ki, az őket körülvevő állandóan változó környezet hatására. A növények, állatok és mikroorganizmusok körében egyaránt ismert a nyugalmi állapot.

A fonálféreg esetén ezt a jelenséget anabiozisknak hívjuk. A burgonya-fonálféreg, pl. 15–20 évig is képes ciszta formában nyugalmi állapotban maradni. A rovarok esetén a nyugalmi állapotnak két típusát különböztetjük meg: (a) *quieszcencia* (merevség) és (b) *diapauza* (nyugvás).

A *quieszcenciához* (merevséghez) azok az esetek sorolhatók, ahol bizonyos külső környezeti tényezők hatására a hatásoknak kitett fejlődési alak azonnal nyugalmi állapotba kerül. A környezeti tényezők (hőmérséklet, nedvesség, táplálékhiány) ismét kedvezőre fordultával a nyugalmi állapot megszűnik, a fejlődési alak folytatja élettevékenységét.

A *diapauza* (nyugalmi állapot) akkor lép fel, ha a környezeti tényezők nem optimálisak. Az állat szervezetében mélyreható fiziológiai átalakulás zajlik le, amely megszűnésével rövidebb-hosszabb időre van szükség.

A diapauza lehet obligát, illetve valódi (a nyugalmi állapot a környezeti viszonyok alakulásával független lép fel és örökletesen determinált. Az egyedfejlődésnek a fajra jellemző fejlődési szakaszában minden nemzedék valamennyi egyedénél jelentkezik. Az évi egynemzedékes fajoknál fordul elő), valamint fakultatív, illetve feltételes (a diapauzát a környezeti tényezők, elsősorban a fotoperiódus váltja ki. Ebben az esetben több egymásután következő nemzedék minden egyede, vagy az egyedek túlnyomó többsége nyugalmi szakasz közbejötté nélkül fejezi be fejlődését, és csak azután következik be olyan nemzedék, amelynél diapauzáló fejlődési alak jelentkezik. Az évi többenemzedékes fajokra jellemző).

7.3. Gradológia (demökológia)

Az ökológiának azt a részét, amely a rovarok tömeges elszaporodásával foglalkozik, gradológiának nevezzük. A népességmozgalmat az alábbi tényezők befolyásolhatják: tojásszám, generációk száma, nemek aránya, az egyedfejlődés folyamán mutatkozó életképesség.

Az egyedszám-növekedést az alábbi képlet segítségével számíthatjuk ki:

$$F = (i \times e)^c$$

ahol: F = egyedszám-növekedés,
 i = szexuálindex, amelyet úgy kapunk meg, ha a nőtények számát (f) elosztjuk a hímek (m) és a nőtények számával,
 e = tojásszám,
 c = nemzedékek száma.

A teljes képlet a következő:

$$F = \left(\frac{f}{m + f} \times e \right)^e$$

Megkülönböztethető nemzedéken belüli vagy intraciklusos és nemzedékek közötti, vagy interciklikus, illetve évi fejlődési ciklusokon kívüli hiperciklusos egyedsűrűség-változás. A hiperciklus egyedsűrűség-változásokat szaporodási hányados (reprodukciós koefficiens) segítségével számoljuk ki:

$$V = \frac{p_2}{p_1}$$

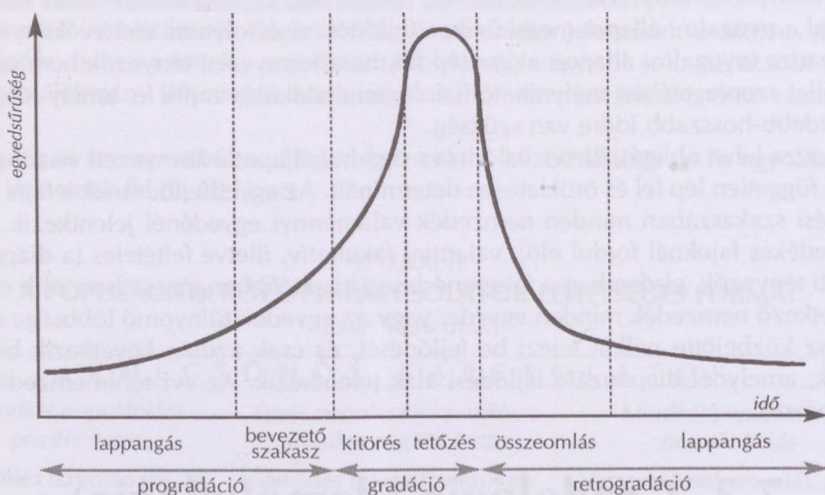
$V = 1$ nem változik
 $V < 1$ csökken
 $V > 1$ nő

} egyedsűrűség

V = szaporodási koefficiens
 p_1 = előző év azonos időszakában megállapított évi egyedsűrűség egy nemzedékes fajok esetében
 p_2 = az adott évben megállapított egyedsűrűség

A gradáció szakaszai

A gradáció előtt és után, az adott fajnak csak törzsállománya van jelen a területen. A gradológiaiában ezt a szakaszt lappangási szakasznak nevezzük. A gradáció több szakaszra bontható (67. ábra).



67. ÁBRA. A GRADÁCIÓ LEFOLYÁSA.

A bevezető (*akkreszcens*) szakaszban a kártevő egyedszám-növekedése gócszerűen indul meg. Jellemző a nagy tojásszám.

A kitörés (*erupció*) szakaszban a gradáció gyors, teljes kibontakozása figyelhető meg.

A tetőzés (*kulmináció*) során a kártevő nagy területeken, nagy egyedszámban lép fel, és súlyos károkat okoz.

Az összeomlás (*krízis*) szakaszban a tojásszám csökken, az utódok életképessége csökken, járványok lépnek fel. Epiziták, paraziták nagy számban jelennek meg.

A befejezés (*dekreszcens*) szakaszban az egyedszám csökken a lappangási időszakban észlelt szintre.

A gradáció okai

A gradációval kapcsolatban több elmélet ismert.

- a) A parazita elmélet szerint a parazitoidok száma határozza meg egy-egy kártevő gradációját.
- b) Az időjárás elmélet szerint a rovarok gradációját az időjárás egy-két abiotikus tényezője (hőmérséklet, csapadék) szabja meg. Az elmélet hibája, hogy az egyéb időjárási tényezőket (szél) nem veszi figyelembe.
- c) A túlszaporodási elmélet szerint az állatok életében bekövetkező túlszaporodás az oka a fajlétszám hirtelen csökkenésének.
- d) A soktényezős elmélet szerint a faj elterjedési területén uralkodó kedvező viszonyok együttesen segítik elő egy faj tömeges elszaporodását. Ezt gradocön elméletnek is nevezik, amelyben kapcsolathálózat van az egyes tényezők között.

7.4. Szünökológia

A szünökológia tudománya hazánkban SZELÉNYI GUSZTÁV (1904–1982) nevéhez fűződik. A szünökológia a környezettannak az az ága, amely az egymással társulásban élő szervezeteknek egymáshoz, valamint a környezethez kialakult viszonyát vizsgálja. A szünökológia az autökológiára épül, azokra az ismeretekre, amelyek egy-egy állatfajnak életmódjára, más fajokhoz és a környezethez való viszonyára vonatkoznak. Amíg az autökológia mindig egy faj bizonyos téregységben jelen lévő egyedállomány populációját vizsgálja, a szünökológia mindig úgy tekint valamely állatfaj populációjára, hogy egyidejűleg a vele társult fajokat képviselő populációkat is figyelembe veszi és kapcsolataikat is mérlegeli.

A szünökológia altudományai

A szünökológiai kutatások három fő iránya van, és ennek megfelelően három tudományágra osztható: (a) ökofaunisztika, (b) biocönológia és (c) produkcióbiológia.

Az *ökofaunisztika* az állategyüttest bizonyos térben (pl. erdőben) vizsgálja. Ezek a vizsgálatok csak a tér-közösséget tartják szem előtt, gyakorlatilag azt vizsgálják, hogy milyen állatfajok jellemzőek az adott növénytársulásra.

A *biocönológia* az állategyüttest egy bizonyos térben életközösségi kapcsolataikat figyelembe véve vizsgálja, és kutatja a táplálék és az állatok kapcsolatát, a társulást alkotó populációk kölcsönhatásait és egymásra gyakorolt hatását.

A *produkcióbiológia* azt vizsgálja, hogy milyen minőségű és mennyiségű szerves anyagot termel egy bizonyos téregység, és mekkora súlyú állati fehérje termelődik ugyanazon a területen, a növényzetből élő állatpopulációk révén.

Növényvédelmi szempontból az ökofaunisztikai kutatásoknak van jelentősége, ezért csak ezzel a tudományággal foglalkozunk.

A biocönológia vizsgálódásának a tárgya az élettársulás (biocönózis), térbeli alapegysége pedig az élőhely (biotóp).

A biocönózis a növényi és állati szervezetekből álló élettársulás, amely termelő (produktív) szervezetek köré fokozatosan épül fel, egymással életközösségben élő szerkezeti elemekből áll és a bioszféra egy meghatározott térségében egységesen alakul ki.

A biotóp élettársulás (biocönózis) tartós kialakulására alkalmas olyan vízi vagy szárazföldi tér, amely rendelkezik az ahhoz nélkülözhetetlen energiaforrásokkal.

A biocönózis szerkezete

Az állattársulások (zoocönózisok) olyan populációk összessége, amelyek tápláléklán-cok mentén függő viszonyban vannak egymással, és a közös energiaforrás kialakulására, életközösségekre kényszerülnek.

A közös energiaforrást a növények szerves anyaga biztosítja. A biocönózis szerkezeti elemekre (cötus) való tagolódása úgy jön létre, hogy az anyagforgalom során különböző szintek keletkeznek, amelyek mindegyike az előző szint függvénye és a következő szint kialakulásának előfeltétele. Elemei a következők:

- a) A *producens* (termelő) elemek mindazon növényi szervezetek, amelyek foto- vagy kemoszintézis útján szerves anyagokból szerves anyagokat építenek fel.
- b) A *korruptens* (növényevő) elemek azok az állati és növényi szervezetek (élősködő gombák), amelyek az élő növényi szervezet rovására építik fel szervezetüket, tehát a növényi tápanyagbázis elsőfokú feltárói.
- c) Az *obstans* (húsevő) elemek mindazon állati és növényi szervezetek (betegségkókozó baktériumok), amelyek az állati szervezetek rovására építik fel szervezetüket, rajtuk élősködnek, vagy ilyeneket ragadoznak.
- d) Az *interkaláris* (eltakarító) elemek az élettelen növényi és állati szerves anyagot szervesetlenné alakítják át. A humuszképző és a humuszt tovább bontó szervezetek tartoznak ebbe a csoportba.
- e) A *szusztinens* (fenntartó) elemek mindazon növényi és állati szervezetek, amelyek mind szimbionták vagy magasabb rendű virágos növények megtermékenyülésében közvetítő szerepet játszó állatok (pl. méhek) bizonyos növények és állatok fennmaradásában nélkülözhetetlen szerepet töltenek be.

A biocönózis felépítése termelésbiológiai szempontból

Termelésbiológiai szempontból az élőszervezeteket három csoportra oszthatjuk: (a) termelők (*producensek*), (b) fogyasztók (*konzumensek*) és (c) lebontók (*reducensek*).

A termelők (*producensek*) azok az autotróf élőlények, amelyek foto- vagy kemoszintézis segítségével szerves anyagból szerves anyagot állítanak elő.

A fogyasztók (*konzumensek*) olyan heterotróf élőlények, amelyek nem képesek fotoszintetizálni, hanem a rendelkezésükre szükséges szerves anyagokra rá vannak utalva. Lehetnek növényevők és állatevők.

A lebontók (*reducensek*) olyan heterotróf élőlények, amelyek a szerves anyagokat újra szervesetlenné bontják le, és juttatják a növények részére felvehető állapotba.

Szelényi-féle állattársulási kategóriák

Az energiaforráshoz való viszonyuk alapján, a természetben többféle állattársulásokat különböztetünk meg. Az állattársulásokat az igénybevett energiaforrások terjedelme alapján különítjük el egymástól, összesen négy kategóriára, amelyek a következők:

Gazdaközösség (*catena*)

Egyetlen fajhoz tartozó növényállomány illeszkedik, az állattársulások legkisebb egyége. Egy *korruptens* és ehhez csatlakozó egy vagy több *obstans* populációból áll. Például az őszi búzán élő gabonafutrinkához csatlakozó (benne élő) *obstans* elemekből (fűrészdarazsak) létrejövő gazdaközösség.

Tápnövényközösség (*catenarium*)

Olyan állattársulás, amely az azonos növényi energiaforrásra szoruló gazdaközösségeket foglalja egybe. Ebbe az állattársulásba a korrumpens és obstans elemeken kívül, már az interkaláris és szusztinens elemek is beletartoznak. Például az őszi búzán élő gazdaközösségek együttese (gabonafutrinka, dögbogarak, katicabogarak, méhek).

Élőhelyközösségek (*presocium*)

A kártevők és parazitoidok nagy része nem egy bizonyos tápnövényhez kötődik, hanem jelentős a polifág kártevők száma is. Ezek túlnőnek a tápnövényközösség határain, valamennyi szántóföldi növényt károsítják. Ezzel túlnövik a tápnövényközösség határát, és egy magasabb állattársulást, az élőhelyközösséget hozzák létre. Idetartoznak például a szántóföldi növényeinket élő pajorok, drótférgek, katicabogarak, fürkészarazsak.

Csúcstársulás (*szuperszocion*)

Természeti viszonyok között a gerincesek is jelentős szerepet játszanak az állattársulások kialakításában. A gerincesek elsősorban korrumpens és obstans elemekre redukálódnak. A gerincesek alkotják a legfejlettebb állattársulást, a csúcstársulást.

8. A KÁRTEVŐK ELŐREJELZÉSE

A kártevők, a kórokozók és a gyomnövények jelentős veszteséget okoznak a termesztett növényeinknél. A növényvédelmi előrejelzés célja a védekezés szükséges és optimális időpontjának a meghatározása. A védekezés optimális időpontjánál figyelembe kell venni a károsítók leginkább érzékeny, sebezhető fejlődési stádiumát, valamint a károsításuk idejét. Abban az esetben, ha optimális időpontban végezzük el a védekezést, az évi több-nemzedékes fajok esetén a későbbi nemzedékek egyedszámát, így a károsításuk mértékét is csökkenthetjük.

AZ ELŐREJELZÉS FORMÁI

A tömegszaporodás mértéke függ az adott terület viszonyaitól és ezek időbeni alakulásától. Ezért a növényvédelmi előrejelzést meghatározott térben és időben kell végezni.

Területi formák

Üzemi előrejelzés

Mindig konkrét területre (táblára) vonatkozik. A védekezés szükségességét, vagy helyes időpontját határozza meg. Ennek eldöntésére az üzem területén rajzásdinamikai vizsgálatokat kell végezni. Főleg azon kártevőknél van jelentősége, amelyeknél az optimális védekezés időpontja nagyon rövid. Az üzemi előrejelzés figyelembe veszi a tájegységi előrejelzés adatait is.

Tájegységi előrejelzés

A várható kártétel veszélyét vagy a védekezés nagyjából helyes időpontját határozza meg. Már nem egy-egy üzemre, hanem nagyobb, hasonló környezeti feltételekkel rendelkező tájegységekre, körzetekre vonatkozik. Az egyes üzemek korlátozott területeik miatt nem képesek arra, hogy a tömegszaporodást valamennyi kártevő esetén felismerjék. A legtöbb kártevő ugyanis nem ott szaporodik el, ahol később a nagy károkat okozza, valamint az egyes kártevők nem mindig ugyanabban az üzemben szaporodnak el a különböző években. A tájegységi előrejelzés adatait az érintett üzemek megkapják. A tájegységi előrejelzést a megyei Növény és Talajvédelmi Szolgálat végzi.

Országos előrejelzés

A megyei Növény és Talajvédelmi Szolgálatok eredményei a Növény és Talajvédelmi Központi Szolgálathoz érkeznek, ahol a megyei adatok alapján elkészítik a fontosabb kártevőkről az országos előrejelzést. Az adatokat számítógépes módszerrel dolgozzák fel. A feldolgozásban aktívan közreműködik a Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara is.

Nemzetközi és kontinentális előrejelzés

Abban az esetben, ha egy-egy jelentős károsító (vándorlepkék, sáskák stb.) tömegszaporodása több országra, vagy több kontinensre is kiterjed, akkor ezekre az országos adatok elemzésével, nemzetközi előrejelzés készül.

Időbeni formák

Az üzemekben üzemszervezési okokból fontos tudni, hogy az egyes növényvédelmi munkák felkészülésére és végrehajtására mennyi idő áll rendelkezésünkre. Ehhez feltétlen ismerni kell az előrejelzés időbeni formáit is. Ezek a következők: (a) szignalizáció, (b) rövid előrejelzés, (c) távelőrejelzés.

Szignalizáció

Az adott üzemi táblán a védekezés pontos időpontját határozza meg. Ebben az esetben ismerni kell a kártételi veszélyhelyzetet, a veszélyesség küszöbértéket. Szignalizációról beszélünk akkor is, ha a károsító fenológiai fázisának a fellépését ismerjük, és az alapján döntünk a védekezés végrehajtásáról. Ennek érdekében rajzsdinamikai vizsgálatokat kell végezni. A felmérés során kapott adatokat, azaz az adott faj egyedsűrűségét, a faj veszélyességi küszöbértékével kell összehasonlítani. A küszöbértéket kö-zépérték formájában kell megadni, pl. 2–6 pajor/m². A küszöbértéket nem szabad mereven értelmezni, figyelembe kell venni az adott faj ökológiai viszonyait, a tápnövény fejlettségét, fajtáját, hasznosítását stb.

Rövid előrejelzés

Vegetációs időben néhány heti vagy 1–2 havi távlatra készül. A tömegszaporodás veszélyét és a védekezés megközelítőleg optimális időszakát jelzi. Ez már nagyobb területekre (tájegységekre) is adható. Általában az évi többnemzedékes fajokra állítják össze, illetve azokra az egynemzedékes kártevőkre, amelyek elszaporodását az időjárási tényezők döntően befolyásolják.

Távelőrejelzés

A károsítók tömegszaporodási törvényszerűségeinek az ismeretében a következő vegetációs időszakra (nem naptári évre) határozza meg a fontosabb károsítók fellépésének mértékét, a várható kártétel nagyságát. Időtartama néhány hónaptól egy évig terjedhet. Távelőrejelzést a talajlakó kártevők kivételével csak tájegységi vagy országos mértékben lehet megadni. Azokra a kártevőkre lehet megbízható távelőrejelzést adni, amelyek helyhez kötöten élnek, és több évig fejlődnek (pl. pajorok, drótférgek).

AZ ELŐREJELZÉS ESZKÖZEI, MÓDSZEREI

A károsítók fejlődésének és tömegszaporodási viszonyainak, valamint a fertőzést elősegítő ökológiai tényezők vizsgálatához különböző eszközöket és módszereket lehet használni.

A felvételezés (adatgyűjtés) módszerei

A növényvédelmi előrejelzés csak akkor megbízható, ha szubjektív adatok helyett megbízható, egyszerű, gyors és objektív vizsgálati módszerek adataira épül. Ezek lehetnek közvetlenek, amikor a vizsgálatok közvetlenül a károsítóra irányulnak, és közvetettek, amikor a vizsgálatok nem közvetlen a károsítóra, hanem annak kártételére, parazitoidjaira, predátoraira, illetve az ökológiai tényezők megismerésére irányulnak. Mindig a legjobb módszert kell figyelembe venni. A módszerek kiválasztásánál figyelembe kell venni a károsító fajt, a kártétel típusát, a kártétel helyét, a károsító életmódját, etológiáját (viselkedését), a tápnövény jellegét (lágyszárú és fás szárú növény) és a felvételezések idejét.

A felvételezési módszerek lehetnek mennyiségi (kvantitatív) és minőségi (kvalitatív) eljárások.

Mennyiségi módszerek

A talaj (közeg, aljzat) vizsgálata

Kvadrátmódszerek

A kártevő egyedsűrűségét több helyen, egységnyi területen állapítja meg. A négyzeteket a táblákon sakktáblaszerűen kell kijelölni. A mintahelyek számát a tábla nagysága határozza meg.

Térfogati kvadrátmódszer

Légye, hogy egy 0,25–1,0 m² területen, 2–3 ásonyom mélyen ki kell ásni a talajt, és gondosan átmozsolni, a benne található kártevőket megszámolni és meghatározni. A kártevők egyedszámát 1 m²-re kell átlagolni. A talajlakó kártevők felmérésére alkalmas időpont ősszel és kora tavasszal van.

Területi kvadrátmódszer

A talajfelszínt 0–5 cm mélységig kell átvizsgálni, és megállapítani a benne lévő kártevők fajtát, számát és fejlődési alakját. Ez a módszer alkalmas az őszi-téli és kora tavaszi időszakban az avarban és a talajfelszín közelében élő kártevők (poloskák, barkók, bagolyféle lárvák) vizsgálatára.

Sávmódszer

A sávmódszer lényege és elve hasonló a kvadrátmódszerekhez, de az átvizsgált terület nem négyzet alakú. Ezek közé tartozik a gyeptéglamódszer, amely az alacsony gyeptelelő rovarok (földibolhák) vizsgálatára alkalmas. Általában 4–10 helyről, 20x25x10 cm-es gyeptéglákat kell kiásni az optimális telelőhelyről. Ezeket futtatókba kell helyezni. A futtatók végére papírszakot kell kötni, amely végén kis üveg található. Az üveget a fény felé kell fordítani, és a pozitív fototaxis révén a bolhák összegyűlnek benne.

Talajszondázás (gépi talajmintavétel)

Kézi talajfúróval vagy gépi talajmintavevővel kell végezni. Kézi talajfúróval az apró testű állatok (fonálférgek, atkák) populációsűrűsége állapítható meg. A szondázás táblaként

20–25 helyről, 5–50 cm mélységben történik. A nagyobb testű talajlakókat (pajorok) a Tóth-Berkó-féle talajmintavevővel (20 cm átmérőjű henger) lehet felmérni. A kártevők egyedszámát 1 m²-re vonatkoztatják.

Pocokfertőzés felmérése a lakott lyukak számolásával

A vizsgált terület nagysága 100 m². Ezen a területen az összes pocoklyukat be kell taposni. A következő napon megszámlandó az új nyílt járatok száma, és ebből következtetni lehet a pocok egyedsűrűségére.

Kiegészítő talajvizsgálati módszerek

Talajkimosás

A cisztaképző fonálférgek cisztáinak a számolására alkalmas. A talajt vízzel feloldva Petri-csészébe kell tenni, és a Petri-csésze szélén lévő szűrőpapír csíkon megszámlolni a cisztákat.

Talajcsapdázás

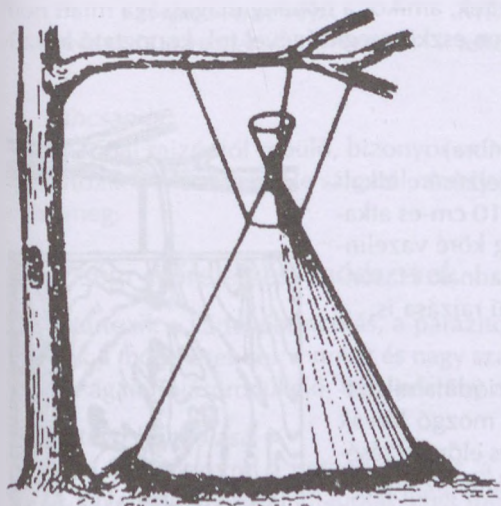
A talajcsapdázás árkolással, pohárcsapdákkal, sátorcsapdákkal stb. történhet.

Árkolás

A vizsgált területet (pl. cukorrépatáblát) körülárkolják, és megszámlolják az árokba került barkók számát. A barkók ugyanis nem tudnak repülni alacsony hőmérsékleten, ezért mászva keresik fel telelőhelyükről a cukorrépatáblákat. A módszert néhai MANNINGER GUSZTÁV ADOLF (1910–1982), a Növényvédelmi Állattani Tanszék professzora fejlesztette ki.

Poharas talajcsapdázás

A talaj felszínén mozgó lárvák és imágók összegyűjtésére alkalmas. A poharakat a talajba kell süllyeszteni, úgy, hogy 0,5 cm-rel a talaj felszíne alá kerüljenek. A poharak tetejére fedőlapként üveglapot kell helyezni. A poharakba hetente cserélendő ölt-, illetve tartósítószerrel kell önteni.



Sátorcsapda

A talaj felszíne közelében bábozódó vagy telelő kártevők (pl. cseresznyelég) előrejelzésére alkalmas. A sátorizolátor fekete tüllből készül, alsó része 90 cm-es kör, teteje kúposan végződik. A kúp csúcsába tölcserő vagy üveget kell rögzíteni. A talajból pozitív fototaxis hatására előjönnek a rajzó imágók (68. ábra).

68. ÁBRA. SÁTORIZOLÁTOR
(BENEDEK ÉS MUNKATÁRSAI 1974 UTÁN).

Csalogató módszerek

E módszerek közül legismertebb a búzacsomós csalogató módszer, amely a talajlakó kártevők megfigyelésére, összegyűjtésére alkalmas. Nyár végén használható. A vizsgált

területen legalább 30 helyen, 30–100 m-enként háromszög alakban, egymástól 60 cm távolságra búzát kell vetni. A csírázó mag gyökere széndioxidot bocsát ki, ami vonzza a talajlakó kártevőket.

Növényállomány vizsgálata

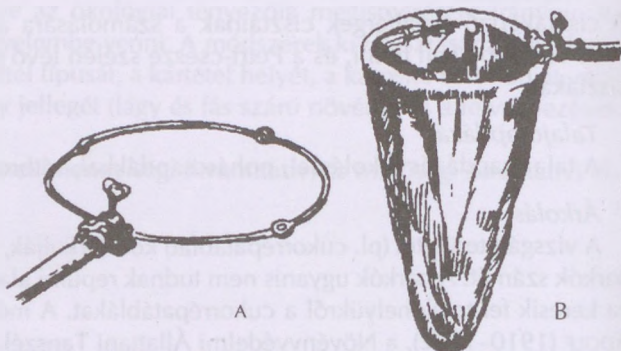
Vegetációs időszakban alkalmazható. Gyors, de kedvezőtlen időjárási körülmények esetén (szél, eső) nem mindig végezhető el.

Területi kvadrátmódszer és sávmódszer

A talajvizsgálatoknál már ismertetett módszer növényeken elvégzett változata. Lényegét a növényen tartózkodó kártevők (pl. sáskák, szipolyok) megszámlálása jelenti.

Hálózásos módszer

Fűhálóval kell végezni (69. ábra). A hálózás táblánként 20x10 hálócsapással történik. A hálót minden 10. hálócsapás után üríteni kell, és tartalmát nejlonzacskóba, felcímkézve kell átrakni.



Növény és növényi részek vizsgálata

Olyan növényeknél lehet alkalmazni, amelyekre az állományvizsgálati módszerek nem alkalmazhatók. Munkaigényes,

de megbízható eljárás. A növényt egészében (teljes töv vizsgálat), vagy növényi részenként (gyökér, törzs, ág stb.) lehet vizsgálni. A módszerek lehetnek közvetlenek, amikor a növényen számolják le a kártevőket, és közvetettek, amikor a növény magassága miatt nem lehet közel kerülni a kártevőhöz, és valamilyen eszköz segítségével (pl. kopogtató készülék) kell felmérni a kártevő egyedszámát.

Fontosabb módszerek a következők:

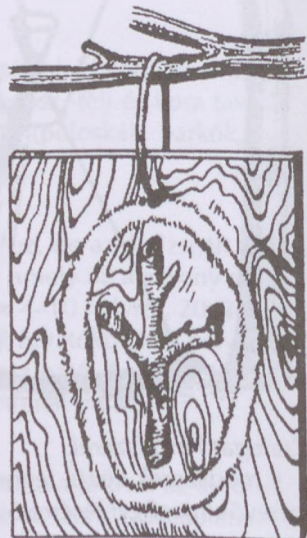
Müller-féle takácsatka megfigyelőlap (70. ábra)

A tojás alakban áttelelő takácsatkák előrejelzésére alkalmas. A 15x6 cm nagyságú farostlemezre egy 10 cm-es atkatojással fertőzött ágat kell ragasztani, és az ág köré vazelincsíkot húzni, amelybe a kikelő lárvák beleszállnak. Hasonló elven figyelhető meg a kaliforniai pajzstetű rajzása is.

Törzs- és ágizolátorok

A fa törzsén és ágain élő kártevők populációdinamikájának vizsgálatára alkalmas. A gyümölcsfákon mozgó lárvák (almamoly, araszólepkék) összegyűjtésére és előrejelzésére hernyóenyves fogóöv, hullámpapíröv is alkalmazható.

70. ÁBRA. TAKÁCSATKA MEGFIGYELŐLAP.
(BENEDEK ÉS MUNKATÁRSAI 1974 UTÁN).

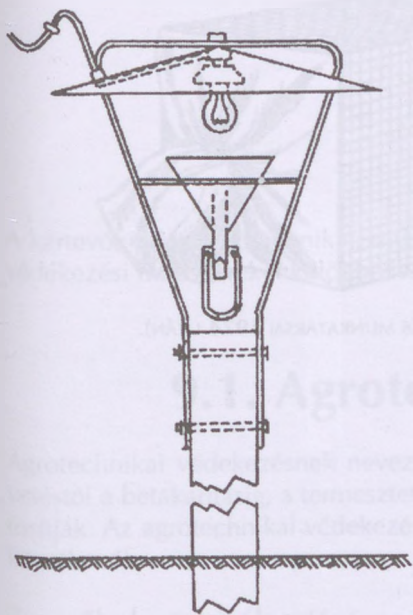


Kopogtató készülék

A fák és bokrok azon kártevőinek a vizsgálatát teszi lehetővé, amelyek megzavarásra (pl. kopogtatásra) ledobják magukat (eszelenyek).

A levegő vizsgálata

Az idetartozó módszerek a levegőben mozgó rovarok összegyűjtésére alkalmasak. A rajzásdinamikai vizsgálatokat segítik elő.



71. ÁBRA. FÉNYCSAPDA
(BENEDEK ÉS MUNKATÁRSAI 1974 UTÁN).

Fénycsapda

Ismert, hogy az éjjel aktív rovarok jelentős részét vonzza a mesterséges fény. Egy adott helyen, a fénycsapda által fogott egyedek és a természetben rajzó egyedek száma között összefüggés van, ezért a fénycsapdában összefogott egyedek számából következtethetünk a populáció egyedsűrűségére. Hazánkban a Jermy-féle fénycsapda terjedt el (71. ábra).

Illatcsapda

A fényforrást valamilyen illatanyag (pl. mélsz) helyettesíti, amely a rovarok összegyűjtésére (bagolylepkék) alkalmas.

Szexferomoncsapdák

A nőtények által kibocsátott szexferomonok vonzzák a hímeket. Régebben szűz nőtényeket használtak, ma már mesterségesen állítják elő a szexferomonokat. Hazánkban a Csalomon csapdák terjedtek el a gyakorlatban, amelyeket az MTA Növényvédelmi Kutatóintézetében fejlesztettek ki.

Színcsapda

A nappal rajzó, jól repülő, bizonyos színekre reagáló rovarok előrejelzésére alkalmas. Idetartozik a Moericke-féle sárgatál, amely segítségével a levéltetvek rajzásmenete figyelhető meg.

Minőségi előrejelzési módszerek

Idetartozik a kártevőboncolás, a parazitológiai vizsgálat a kártevők kinevelése.

Ezek a módszerek sok munkát és nagy szakértelmet igényelnek. A kártevők minőségi tulajdonságait (tojásprodukción, hím–nőtény arány, parazitáltság) lehet velük megállapítani.

Kártevő boncolása

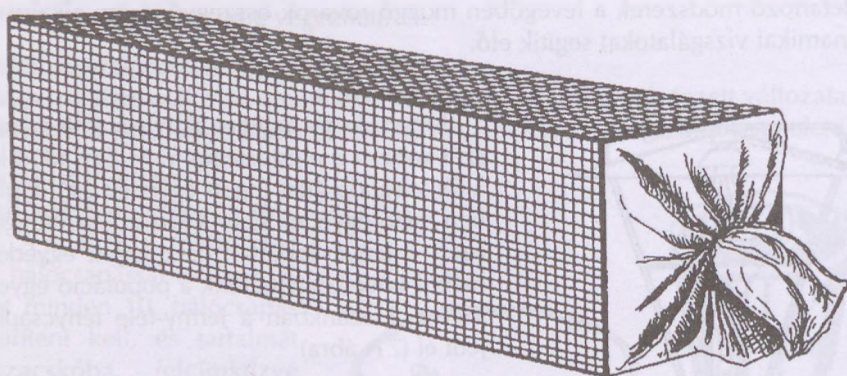
Ezzel a módszerrel a nemek arányát, a nőtények tojásprodukciónját, a tojások érését és az egyedek egészségi állapotát lehet megállapítani.

Parazitológiai vizsgálat

A parazitológiai vizsgálattal a kártevők egészségi állapotát lehet megállapítani. Boncolással, illetve a parazitoidok kinevelésével történik a vizsgálat.

Kártevők kinevelése

Minél természetesebb körülmények között történik, annál jobban szolgálja az előrejelzés céljait. Erre a célra különböző izolátorok (ágizolátor, hajtásizolátor, talajizolátor), vagy pl. a Jermy-féle ketrec (72. ábra) alkalmasak.



72. ÁBRA. JERMY-FÉLE ALMAMOLY KETREC (BENEDEK ÉS MUNKATÁRSAI 1974 UTÁN).

9. VÉDEKEZÉS

A kártevők ellen agrotechnikai, mechanikai, fizikai, biológiai, kémiai, valamint integrált védekezési módszereket különböztetünk meg.

9.1. Agrotechnikai védekezés

Agrotechnikai védekezésnek nevezzük azokat az eljárásokat, módszereket, amelyek a vetéstől a betakarításig, a termesztett növények számára a legkedvezőbb feltételeket biztosítják. Az agrotechnikai védekezés során több szempontra kell tekintettel lenni. Ezek a következők:

Termőhely megválasztása

Olyan termőhelyet kell kiválasztani, ahol a kultúrnövények számára a környezeti feltételek optimálisak, és nem kedveznek a kártevők elszaporodásának (pl. homoktalajon a szőlő kártevője, a filoxéra nem él meg).

Talajmunkák

Megfelelő időben és módon végzett talajműveléssel sok talajban élő kártevőt el lehet pusztítani. Jó agrotechnikával megakadályozható pl. a búza-fonálféreg újabb fertőzése, vagy csökkenthető a talajban élő polifág kártevők (pajorok) egyedszáma.

Talajjavítás, trágyázás

Savanyú talajokon a meszezés csökkenti a drótféreg egyedsűrűségét, a szerves trágyázás viszont kedvez a lőtücsök elszaporodásának.

Helyes növényi sorrend

Növényvédelmi szempontból rendkívül nagy jelentősége van. Arra kell törekedni, hogy azok a növények, amelyeknek ugyanazok a kártevői, ne kerüljenek egymás mellé és egymás után (pl. a burgonya gyökér-fonálféreg megjelenésekor 15–20 évig nem szabad burgonyát termeszteni ugyanazon a területen).

Vetésidő megválasztása

A termesztett növény biológiájának, valamint a kártevő életmódjának figyelembevételével kell a vetési időt meghatározni (pl. a korai répavetés csökkenti a répabolhák és a barkók kártételét). A vetőburgonya korai (március) ültetése esetén korrezisztencia alakul ki a levéltetvekkel szemben, amely csökkenti a vírusfertőzést.

Megfelelő tenyészterület

A megfelelő tő- és sortávolság a növények egészséges fejlődését biztosítja. A sűrű álmányú vetésekben párasabb klíma alakul ki, ami növeli a levéltetvek számát, és fokozza a vírusfertőzést.

Fertőzésmentes szaporítóanyag

Az egészséges vetőmag és a fertőzésmentes szaporítóanyag a legbiztonságosabb és leghatásosabb védekezés a károsítókkal szemben. A gyökérgubacs-fonálféreg szabadföldi károsítása megakadályozható az egészséges palánták kiültetésével.

Gyomok irtása

A gyomok sok kártevő részére nemcsak a fejlődésükhöz szükséges optimális mikroklimát biztosítják, hanem mint tápnövények és téli gazdák is fontos szerepet játszanak.

Betakarítás

Korai betakarítással (pl. kaszálással) megakadályozható a lucerna lombkártevőinek további károsítása.

9.2. Mechanikai és fizikai védekezés

Azok a védekezési eljárások tartoznak ide, amelyek során különböző mechanikai és fizikai eszközök segítségével lehetséges az egyes kártevők összegyűjtése, elpusztítása vagy távoltartása a növényektől.

A kártevők gyűjtése

A módszer lényege a kártevő valamilyen fejlődési alakjában kézzel történő összegyűjtése, majd elpusztítása. Idetartozik pl. az amerikai fehér szövőlepké hernyófészkeinek, a gyapjaslepke tojáscsomóinak, vagy a burgonyabogár lárváinak és imágóinak az összegyűjtése.

A kártevők csalogatása

Ennek a módszernek az a lényege, hogy a kártevőket valamilyen eszköz segítségével összegyűjtjük. Idetartozik a mesterséges búvóhelyek létesítése. Ilyen eljárás például az, amikor hernyófogóövek segítségével a gyümölcsfa kérgén vándorló hernyókat (pl. araszólepké) összegyűjtik. A kártevők csalogatása történhet továbbá táplálék segítségével.

Ezek közé tartozik a búzacsomós csalogató eljárás, amely segítségével a talajlakó kártevők (pajorok, drótférgek) összegyűjthetők. Ez az eljárás az egyéb módszerekkel együtt (fénycsapdák, szexferomoncsapdák) felhasználható a kártevők előrejelzésére is.

A kártevők gyűjtése és csalogatása ingerfiziológiai alapon is történhet. Ezek közé tartozik a különböző csapdák alkalmazása, amely már a korszerű eljárások közé tartozik. Hazánkban a JERMY TIBOR akadémikus által kifejlesztett fénycsapdák, illatcsapdák, szín-csapdák és a szexferomoncsapdák tartoznak ide.

Fénycsapdák

Segítségükkel a fényre repülő rovarok (pl. lepkék) gyűjthetők össze. Alkalmasak a rovarok rajzásdinamikájának megfigyelésére és előrejelzésére is.

Illatcsapdák

Olyan kártevő lepkefajok gyűjtésére alkalmazhatók, amelyek a fénycsapdára nem repülnek. Csalogatóanyagként melaszt használnak; ez a bagolylepkék gyűjtésére alkalmas. Újabban egyéb rovarok ellen is kifejlesztették az illatcsapdákat. Ezek közé tartozik a Cucurbita illatcsapda, amely az amerikai kukoricabogár elterjedésének vizsgálatára alkalmas.

Színcsapdák

A rovaroknak azt a tulajdonságát, hogy bizonyos színekre különösen vonzódnak, fel lehet használni begyűjtésre. Ilyen a Moericke-féle sárgatál, amely segítségével a levéltetvek összegyűjthetők.

Szexferomoncsapdák

Főleg a lepkék összegyűjtésére alkalmasak, de az utóbbi időben már a bogarak ellen (amerikai kukoricabogár, cserebogarak) ellen is kifejlesztették. Hazánkban az MTA Növényvédelmi Kutató Intézete, TÓTH MIKLÓS osztályvezető vezetésével kiemelkedő munkát végez, a Csalomon típusú csapdák kifejlesztésével. A csapda hatásmechanizmusa arra épül, hogy a nőtények illatanyagokat, szexferomonokat választanak ki, amely segíti a hímeiket a nőtények felkeresésében. A szexferomonok mesterségesen előállíthatók. Legjobban a gyümölcsmolyok (szilvamoly, barackmoly) összegyűjtésére alkalmazható.

Az egyes kártevők elleni védekezés lehetőségei közé tartozik az is, hogy távol tartjuk őket a megvédendő növényektől. Kerítések alkalmazása, fiatal fák törzsének betakarása, dróthálók használata, raktárak ablakainak befedése, műanyaghálók és tükrök kihelyezése a madarak ellen, alumíniumcsíkok kirakása vadak kártétele ellen, mind hatásos módszer. A madarak ellen hanghatású készülékek alkalmazása is ismert (pl. karbidágyú, kereplő).

Kézi növényápoló eszközök

Elsősorban a gyümölcsökben alkalmazzák őket. A kéregmoly ellen a törzsek kaparásával, az amerikai fehér szövőlepké ellen a hernyófészkek eltávolításával védekezhetünk.

A fizikai eljárások közé sorolhatók még azok a módszerek, amelyek az alacsony, vagy magas hőmérséklettel és a talajgőzöléssel kapcsolatosak.

Alacsony hőmérséklet – Mínusz 10–12 °C-on a babzsizsik elpusztul. Szellőztetés hatására csökkenthető az üvegházban súlyos károkat okozó üvegházi molytetvek száma.

Magas hőmérséklet – A raktári kártevők és a gyökérgubacs-fonálférgek 30 °C felett elpusztulnak.

Talajgőzölés – Üvegházakban használják a gyökérgubacs-fonálférgek ellen.

9.3. Kémiai (vegyszeres) védekezés

Az eddig ismertetett növényvédelmi módszerek nem válthatják ki a kémiai védekezést. Növényvédő szer minden olyan ásványi, növényi, állati eredetű vagy mesterségesen előállított anyag, valamint több anyag keveréke, amely a kultúrnövényeknek vagy raktározott terményeknek károsítóktól való megvédésére, illetve mentesítésére alkalmas. Ezeket az anyagokat összefoglaló néven peszticideknek hívjuk. A növényvédő szerek alkalmazásánál lényeges szempontok a biológiai hatékonyság, a gyors lebomlás, minél kisebb munka- és egészségügyi veszélyesség, megfelelő fizikai és kémiai tulajdonság, valamint az elfogadható költségtényezők. A peszticidek a növényekre nem lehetnek toxikusak. A kémiai, vegyszeres védekezés lényege az, hogy a kémiai anyagokat céltudatosan alkalmazzák a kártevők ellen. A méreganyaggal érintkezett állat normális életműködése zavart szenved, ennek következtében vagy elpusztul vagy degenerálódik úgy, hogy nem képes táplálkozni, szaporodni vagy utódairól gondoskodni. Ma már minden kártevő ellen rendelkezünk megfelelő növényvédő szerrel.

Növényvédő szerek csoportosítása

Az egyes növényvédő szerek nem alkalmasak egyformán valamennyi kártevő elpusztítására. A növényvédő szereket általában az általuk elpusztított kártevők, vagy kórokozók alapján csoportosíthatjuk. Így megkülönböztetünk baktériumölő (baktericid), gombaölő (fungicid), gyomirtó (herbicid), fonálféregölő (nematicid), csigaölő (limacid), rovarirtó (inszekticid), atkaölő (akaricid), rágcsálóirtó (rodenticid) készítményeket.

A növényvédő szerek kijuttatására számos módszer áll rendelkezésre. Ilyenek a porozás, permetezés, talajfertőtlenítés, csávázás, csalétek kihelyezése, gázosítás. A növényvédő szerek hatásmechanizmusok szerint lehetnek kontaktméreg, gyomorméreg, légzésméreg, bőrméreg és idegméreg.

9.4. Új környezetkímélő eljárások

A rovarok viselkedésével foglalkozó tudomány a rovarételológia legújabb eredményei lehetővé tették új környezetkímélő szempontokat is szem előtt tartó védekezések kidolgozását. Ezeknél a módszereknél figyelembe vették a rovaroknak a különböző külső és belső ingerekre adott reagálását, valamint a zoocidok alkalmazásának hátrányait, amelyek a következők: perzisztencia (természetben való megmaradó képesség), bioakkumuláció (melegvérűek szervezetében történő felhalmozódás), terratogén hatás, szelektivitás, ökoszisztémára gyakorolt káros hatás (hasznos élő szervezetek elpusztítása), zoocid-rezisztencia.

Az új környezetkímélő inszekticideket két csoportra oszthatjuk:

- a) rovarfejlődést és reprodukciót zavaró anyagok,
- b) magatartást befolyásoló anyagok.

Rovarfejlődést és reprodukciót zavaró anyagok

Az idetartozó anyagok a fejlődés valamelyik stádiumában elpusztítják a kártevőt. Ezek az anyagok legtöbb esetben a vedlés során a lárvákat ölik meg. Ezek a következők lehetnek:

A külső váz képződését gátló anyagok

Idetartoznak a kitinszintézist gátló anyagok. Ezek az anyagok vedléskor gátolják a kutikula egyik legfontosabb anyagának, a kitinnek a kialakulását, tehát megakadályozzák a kitinszintézist előidéző enzim működését. A lárvá szilárd kutikulája nem alakul ki, az állat elfolyósodik. Ilyen anyag a diflubenzuron hatóanyagú Dimilin 25 WP, amely már kereskedelmi forgalomban van.

A fejlődés hormonszabályozását gátló anyagok

Az idetartozó anyagok a vedlést előidéző hormonok (vedlési, juvenil hormon) működését gátolják. Ekdiszteroid és juvenil hormon gátló anyagok ismertek. Ezek vedléskor hatnak. Több készítmény van forgalomban, többek között a fenoxikarb hatóanyagú Insegar, amelyet gyümölcsösben alkalmaznak a molykártevők ellen.

Magatartást befolyásoló anyagok

Ezek a készítmények közvetlenül nem pusztítják el a rovarokat, de viselkedésüket (pl. táplálkozás, párosodás) befolyásolják és ezzel csökkentik a szaporodásuk mértékét. Idetartoznak a táplálkozást gátló (antifeeding) anyagok és a szexferomonok.

Táplálkozásgátló anyagok

Ezek a készítmények a rovarok táplálkozását gátolják. Lehetnek szervesetlen vegyületek (pl. rézkészítmények) és növényi anyagok (pl. Ajuga növények présnedve). Az imágók és a lárvák ellen egyaránt hatásosak, de a kivitelezésük a gyakorlatban nehezen megoldható.

Szexferomonok

A nőtények által kibocsátott biológiai hatóanyagoknak, a szexferomonoknak mesterségesen előállított termékei. Mivel fajspecifikusak, minden fajra külön anyagot kell kifejleszteni. A készítmények alkalmasak a rovarkártevők (lepkék, cserebogarak) csapdázására, valamint előrejelzésükre.

Az új növényvédő szerek előnyei és hátrányai

Előnyök: szelektívek, környezetkímélők, melegvérűekre nem mérgezők (szabadforgalmú kemikáliák), beilleszthetők az integrált védekezési technológiába („Zöld szerek”).

Hátrányok: hatásuk nem azonnal következik be, csak egy adott fejlődési stádiumban hatásosak, az időjárási tényezők jobban befolyásolják hatékonyságukat, hatékonyságuk értékelése nehéz, alkalmazásuk korszerű előrejelzési módszereket követel, igényel és a védekezés költségei magasak.

A kereskedelmi forgalomban lévő készítményeket a 10. táblázat tartalmazza.

10. TÁBLÁZAT

SZELEKTÍV, KÖRNYEZETKÍMÉLŐ ROVARÖLŐ SZEREK

SZERTÍPUS	KÉSZÍTMÉNY	HATÓANYAG	HATÁSMÓD	ÉRZÉKENY FEJLŐDÉSI ALAK	KÁROSÍTÓ
Juvénil hormonanalóg (juvenoid)	Insegar 25 WP	fenoxikarb	tojásölő hatás	frissen lerakott tojás	gyümölcsmolyok, almailonca, aknázó molyok, szőlőmolyok, szőlőilonca
	Admiral 10 EC (Sumitomo, Japán)	piriproxiifen	átalakulás gátlás átalakulás gátlás	idős hernyó stádiumok fiatal és idős lárvák	sodrómolyok, almailonca üvegházi molytetű
Vedlési hormonanalóg (ekdiszteroid-agonista) Kítinszintézisgátló	Mimic 2 F (Rohm and Haas, USA)	tebufenozid	vedlésserkentés	fiatal lárvastádiumok	gyümölcsmolyok, almailonca, szőlőmolyok, szőlőilonca, káposzta-bagolylepke, gyapjaslepke
	Dimilin 25 WP (Uniroyal, USA)	diiflubenzuron	tojásölő hatás	frissen lerakott tojás	gyümölcsmolyok, sodrómolyok, aknázó molyok, almafaszitkár
			vedlésgátlás	fiatal lárvafokozatok	kis téli araszó, körtelevelbolha, gabonafutrinka lárvák, erdei lombrágó hernyók
	Nomolt 15 SC (Cyanamid, USA)	teflubenzuron	tojásölő hatás	frissen lerakott tojás	gyümölcsmolyok, aknázó molyok, szőlőmolyok
			vedlésgátlás	fiatal lárvafokozatok	üvegházi molytetű, körtelevelbolha, gabonafutrinka lárvák, kukoricamoly, burgonyabogár lárvák
	Match 50 EC (Ciba-Geigy, Svájc)	lufenuron	tojásölő hatás	frissen lerakott tojás	gyümölcsmolyok, sodrómolyok, almailonca, aknázó molyok, almafaszitkár, szőlőmolyok
	Alsystin 25 WP (Bayer, Németo.)	triflumuron	vedlésgátlás	fiatal lárvafokozatok	sodrómolyok, burgonyabogár lárvák
	Applaud 25 WP (Nihon Nohyaku, Japán)	buprofezin	tojásölő hatás vedlésgátlás	frissen lerakott tojás tojás és fiatal lárvák	gyümölcsmolyok, aknázó molyok üvegházi molytetű, vándor pajzstetvek

9.5. Biológiai védekezés

A biológiai védekezés klasszikus értelmezése szerint a károsító egy másik élő szervezet segítségével elpusztítható. A biológiai védekezésnél tehát növényi [vírusok, rickettsiák, baktériumok (*Bacillus thuringiensis*), gombák] és állati eredetű (spórások, ostorosok, gyökérlábúak csillósok és ízeltlábúak) természetes ellenségek lehetnek. A kártevők elleni biológiai védekezés lehetőségei az alábbiak:

Mikroorganizmusok felhasználása

Idetartoznak a vírusok, a rickettsiák, a baktériumok, a rovarokon élősködő gombák és a véglények. Ezek a kórokozók behatolnak a gazdaállat szervezetébe, és elpusztítják. Hátasmechanizmusuk változó. A vírusokat többek között a lepkék, a rickettsiákat a cserebogarak, a baktériumokat a gyapjaslepke, valamint a szúnyogok, az élősködő gombákat (*Arthrobotrys oligospora*) a fonálférgek (gyökérgubacs-fonálférgek) ellen alkalmazzák.

A fonálférgek szerepe a biológiai védekezésben

A rovarok elleni biológiai védekezésben – baktériumokkal szimbiózisban élő – ragadozó (*Rhabditida* spp.) és entomopatogén nematodákat (*Steinernema*, *Heterorhabditis*) különböztetünk meg. A ragadozó fonálférgek alkalmi élősködők és obligát paraziták lehetnek. Az alkalmi élősködők a rovarokat nem pusztítják el. Az obligát paraziták olyanok, amelyek a rovarokat nem pusztítják el, de élettevékenységüket (pl. szaporodóképesség), csökkentik vagy lehetnek pusztulást okozók, amelyek a gazdaszervezetbe jutva, azokat megölik. A gyakorlatban a baktériumokkal (*Xenorhabdus* sp., *Potorhabdus* sp.) szimbiózisban élő entomopatogén nematodák terjedtek el. Ezek a nematodák a talajban élnek, és a talajlakó rovarok szervezetébe jutnak. Itt bélcsatornájukból kiszabadulnak a baktériumok, amelyek megölik a rovarokat (lárvák, imágók). Több entomopatogén nematodát tartalmazó bioinszekticid (pl. Biobest) már kereskedelmi forgalomban van.

Atkák szerepe a biológiai védekezésben

A fitofág atkák, tripszek természetes ellenségei közül a rovarok mellett, a ragadozó atkáknak, a Phytoseiidae család fajainak van a legnagyobb gyakorlati jelentősége. Ezek a kisméretű, fehér színű, gyors mozgású atkák szabadföldön és üvegházakban testnedvük kiszívásával elpusztítják a tripszeket (dohánytripsz) és a fitofág (takácsatkák) atkákat.

Természetes ellenségek felhasználása

Az inszekticidek széles körű felhasználásával hazánkban erősen csökkent a természetes ellenségek száma. E kedvezőtlen jelenség a természetes ellenségek számának növelésével csökkenthető. Ezt el lehet érni az őshonos entomofágok életfeltételeinek a javításával (rovarölő szerek okszerű használata, parazitamentő eljárások, természetes ellenségek serkentése), őshonos entomofágok áttelepítésével, idegen entomofágok utántelepítésével, illetve a természetes ellenségeket tartalmazó biopeszticidek alkalmazásával.

A rovarok ellenségei lehetnek a (a) ragadozók vagy predátorok és (b) parazitoidok.

A ragadozók vagy predátorok

Az idetartozó rovarok közvetlenül ölik meg és fogyasztják el a kártevőket. Legjelentősebbek a katicabogarak, a fátyolkák, a ragadozó poloskák, a hangyák.

Parazitoidok

Ezek az állatok bejutnak a gazdaállat szervezetébe, és a belső szerveiket felélve megölik azokat. Lehetnek tojás, lárvá, báb vagy imágó parazitoidok. Idetartoznak a fürkészdarazsak és a fürkészlegyek. A gyakorlatban a legelterjedtebb az *Encarsia formosa* nevű fürkészdarázs, amelyet az üvegházak egyik veszélyes kártevője, az üvegházi molytetű ellen alkalmaznak.

Biopeszticidok

Azokat a készítményeket nevezzük biopeszticideknek, amelyek élő állatokat tartalmaznak. Kijuttatásuk nagy körültekintést és szakértelmet kíván. Ilyen biopeszticid a fürkészdarázs (*Encarsia formosa*), a ragadozó atkafajokat (*Amblyseius* spp.) és a ragadozó poloskafajokat (*Orius* spp.) tartalmazó készítmény.

Önpusztító (autocid) módszer

Az önpusztító módszer lényege az, hogy magát a károsító fajt használja fel a károsítás leküzdésére. Az eljárás a károsító genetikai megváltoztatásán alapul. Megvalósítása során olyan géneket visznek be a természetes populációba, amely a hordozó egyedet elpusztítja. Ezek a kísérletek még kifejlesztés alatt állnak, az USA-ban a húslegyek ellen érték el ezzel a technológiával jó eredményeket.

Sterizálás, hímsteril módszer

A módszer lényege, hogy a hímeket mesterségesen sterilizálják, ezzel megakadályozzák a nőtények egészséges tojásrakását. A kísérletek folyamatban vannak.

Rezisztenciára nemesítés

Egyik legbiztonságosabb agrotechnikai eljárás. Rovarkártevők vonatkozásában viszonylag kevés eredmény van. Néhány paprika- és paradicsomfajtát a gyökérgubacs-fonálféreg nem fertőzi, a cseresznyelég a korai fajtákat nem károsítja. A legismertebb eljárás a szőlőoltványok előállítás, ugyanis az amerikai szőlő gyökerei ellenállóak a filoxéra kártételével szemben, bár az utóbbi időben nemesített fajtáinknál az ellenállóság mértéke csökkent. Az utóbbi években jelentős eredményeket közöltek a vírusvektor levéltetvekkel szembeni rezisztens vad *Solanum* fajokkal (*Solanum berthaultii*, *S. tarijense* stb.) kapcsolatban.

9.6. Integrált védekezés

Az utóbbi évtizedekben egyre jobban előtérbe került az integrált védekezési technológia, amely több szempontot is figyelembe vesz a védekezésnél. Elsősorban a környezetvédelmi szempontok a meghatározó tényezők a védekezés kidolgozásánál. Az integrált védekezésnek a lényege a következőképpen fogalmazható meg. Egy növény valamennyi károsítója ellen alkalmazott, legalább két növényvédelmi eljárást magába foglaló technológiai kategória, amely célját – a kártevő szabályozását – környezetvédelmi szemléletmód felől közelítve úgy éri el, hogy megkülönböztetett szerephez juttatja az agrobiocönózis természetes szabályozóit, és azt harmonikusan egészíti ki más típusú szelektív védekezési eljárásokkal.

- ALFORD, D.V. (1999): A TEXTBOOK OF AGRICULTURAL ENTOMOLOGY. BLACKWELL WISSENSCHAFTS-VERLAG GMBH, BERLIN 1999. 314 PP.
- ANDRÁSSY I. ÉS FARKAS K. (1988): KERTÉSZETI NÖVÉNYEK FONÁLFÉREG KÁRTEVŐI. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1988. 419 PP.
- BALÁZS G. ÉS SÁRINGER GY. (1982): KERTÉSZETI KÁRTEVŐK. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1982. 1069 PP.
- BÄHRMANN, R. (2000): GERINCTELEN ÁLLATOK HATÁROZÓJA. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 2000. 383 PP.
- BENEDEK P., SURJÁN J. ÉS FÉSÜS I. (1974): NÖVÉNYVÉDELMI ELŐREJELZÉS. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1974. 314 PP.
- BOGNÁR S. (1994): A MAGYAR NÖVÉNYVÉDELEM TÖRTÉNETE A LEGREGIBB IDŐKTŐL NAPJAINKIG (1030-1980). MOSONMAGYARÓVÁR 1994. 783 PP.
- BOGNÁR S. ÉS HUZIÁN L. (1979): NÖVÉNYVÉDELMI ÁLLATTAN. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1979. 557 PP.
- BOZAI J., HORVÁTH L., NÁDASY M. ÉS SZABOLCS J. (1997): NÖVÉNYVÉDELMI ÁLLATTAN. MORFOLÓGIA ÉS RENDSZERTAN. KARI JEGYZET, KESZTHELY 1997. 292 PP.
- BUDAI CS. (2002): NÖVÉNYVÉDELEM A ZÖLDSÉGHAJTATÁSBAN. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 2002. 150 PP.
- BÜRGÉS GY., JERMY T., SÁRINGER GY. ÉS SZELÉNYI G. (1977): ÖKOLÓGIA. EGYETEMI JEGYZET, KESZTHELY 1977. 198 PP.
- FISCHL G. (2000): A BIOLÓGIAI NÖVÉNYVÉDELEM ALAPJAI. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 2002. 139 PP.
- GLITS M., HORVÁTH J., KUROLI G. ÉS PETRÓCZI I. (1997): NÖVÉNYVÉDELEM. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1997. 661 PP.
- GUBICZA A. (1975): A ROVAROK ÉLETTANA. KARI JEGYZET, KESZTHELY 1975. 134 PP.
- HORVÁTH J. (1972): NÖVÉNYVÍRUSOK, VEKTOROK, VÍRUSÁTVITEL. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1972. 515 PP.
- JENSER G., MÉSZÁROS Z. ÉS SÁRINGER GY. (1998): A SZÁNTÓFÖLDI ÉS KERTÉSZETI NÖVÉNYEK KÁRTEVŐI. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1998. 630 PP.
- JERMY T. ÉS BALÁZS K. (1988-1996): NÖVÉNYVÉDELMI ÁLLATTAN KÉZIKÖNYVE. 1-6. KÖTET. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST, 1988-1996.
- SEPRŐS I. (2001): KÁRTEVŐK ELLENI VÉDEKEZÉS I-II. MEZŐGAZDASÁGI SZAKTUDÁS KIADÓ, BUDAPEST 2001. 389 PP.
- SZALAY-MARZSÓ L. (1969): LEVÉLTETVEK A KERTÉSZETBEN. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1969. 187 PP.
- TÓTH J. (1999): ERDÉSZETI ROVARTAN. AGROINFORM KIADÓ, BUDAPEST 1999. 480 PP.

10. A GYOMIRTÁS TÖRTÉNETE

HERBOLÓGIA

10. A GYOMIRTÁS TÖRTÉNETE

Gyomnövények azóta léteznek, mióta az ember növénytermesztéssel foglalkozik, bár a gyomnövény fogalma nem korlátozódik csupán a mezőgazdaságra. A gyomnövények elleni védekezés egyidős a növénytermesztés kialakulásával, és – ellentétben az állati kártevők és kórokozók elleni védekezéssel – már évezredek óta folyik. Először kizárólag mechanikai gyomirtást alkalmaztak, majd később – ekkor az integrált gyomszabályozás elvét még nem tudatosan alkalmazva – rájöttek arra, hogy egyes termesztéstechnológiai elemek, mint a vetésforgó és a vetőmagtisztítás is gyomszabályozó hatásúak. A gyomnövények elleni küzdelem alapját jelenleg is a növénytermesztés technológiai elemei képezik, melyeket kiegészít a vegyszeres gyomirtás.

A gyomnövények elleni kémiai védekezés (vegyszeres gyomirtás) a 19. században kezdődött el. Ekkor nem szelektíven ható, ún. totális gyomirtó szereket alkalmaztak, melyek kezdetben szervesetlen anyagok (rézszulfát, vasszulfát, kénsav) voltak. 1895-ben BONNET Franciaországban, BOLLEY Amerikában és SCHULTZ Németországban egymástól teljesen függetlenül felfedezte, hogy a gabonafélékben gombabetegségek ellen alkalmazott rézszulfát 3–5%-os oldata alkalmas a vadrepce elpusztítására, a gabona károsodása nélkül. A rézszulfátot 45 éven át sikeresen alkalmazták gyomirtási célokra. A későbbiekben jelentős felfedezést jelentett 1932-ben TRAFFAUT és PASTAC azon felismerése, hogy egyes nitrált sárga festékanyagok (pl. dinitro- orto-krezol, DNOC) alkalmasak a fitopatogén gombák és a rovarkártevők elleni védekezésre, továbbá morfológiai szelektivitás alapján gabonafélékben az egyéves gyomnövények irtására is.

A modern szerveskémi kutatások az 1940-es években olyan korszerű hatóanyagok, ún. fitohormonok felfedezéséhez vezettek, melyek a növények szervezetébe kerülve a növényi anyagcsere-folyamatokon keresztül fejtették ki hatásukat. Legjelentősebb volt ebben a tekintetben TEMPLEMAN angol kutató munkássága, aki 1941-ben felfedezte a 2,4-D és az MCPA hatóanyagokat. E két hatóanyaggal számos kétszikű gyomnövényt lehet szelektíven kiirtani a vékony, szálas levelű, egyszikű kultúrákból. Több mint 50 év elteltével egyes kultúrákban ezek a hatóanyagok jelenleg is a gyomnövények elleni vegyszeres védekezés gerincét jelentik. A gyomirtás történetével foglalkozó szakemberek e két hatóanyag felfedezésétől számítják a gyomirtás modern szakaszának kezdetét.

A korszerű vegyszeres gyomirtás, a gyombiológiai és ökológiai kutatások történetének további főbb állomásai a következők:

1952: A triazinok felfedezése

1954: A fenoxivajsav származékok mint „előherbicidek” felfedezése, melyekből β -oxidáció révén aktív ecetsav származékok képződnek

1956: Az első angol gyomirtási konferencia megszervezése, és az amerikai gyomirtási társaság (Weed Science Society of America) megszervezése

1958: Az első angol gyomirtási kézikönyv (Weed Control Handbook) megjelenése. Nemzetközi Gyomkutatási Csoport létrehozása Gentben (Belgium)

1960: Gyomkutatási Központ (Weed Research Organization, WRO) létrejötte Oxfordban. Ezzel egyidőben történt Európa különböző országaiban dolgozó gyomkutatással foglalkozó szakemberek munkájának koordinálása az Európai Gyomkutatási Tanács (European Weed Research Council) megalakulásával.

1963: Difenil-éter típusú herbicidek (pl. nitrofen) felfedezése

1969: Az első asszimetrikus triazin (metribuzin) felfedezése

1971: Az első nemzetközi gyomirtási tanfolyam (First International Course on Weed Control) megszervezése (Wageningen)

1973: Az első „Parazita Gyomnövény Szimpózium” megszervezése Máltán. E nemzetközi szimpózium elsősorban a szádor (*Orobanche*), az aranka (*Cuscuta*) és a *Striga* fajok biológiájával és leküzdési lehetőségeivel foglalkozott

1974: Az első antidotált herbicid [Eradicane 6-E (75% EPTC + 25% R-25788 antidotum)] kereskedelmi forgalomba hozatala az USA-ban (Stauffer Chemicals, USA)

1980: Az első szulfonilurea hatóanyag (klórszulfuron) felfedezése

1990: Az első antidotált posztemergens egyszikűeket irtó herbicid engedélyezése gabonafélékben

1995: Az első glifozát rezisztens transzgénikus fajta (Roundup Ready szója) köztermesztésbe kerülése az USA-ban, Kanadában és Nagy-Britanniában

1996: Az első glufozinát rezisztens fajta (Libertylink repce) köztermesztésbe kerülése az USA-ban, Kanadában és Nagy-Britanniában. Hazánkban ebben az évben kapott állami elismerést a nem transzgénikus úton létrehozott Marista SC kukorica fajta imidazolin rezisztens változata, melyet azóta számos un. IMI kukorica hibrid köztermesztésbe kerülése követett

A vegyszeres gyomirtás fejlődésében további mérföldköveket jelentenek az egyes herbicidek felfedezései és a különböző kultúrák gyomszabályozási technológiájának tökéletesítése. A nagy növényvédőszer-gyártó cégek között jelenleg is élénk versengés folyik az újabb és újabb, hatékonyabb és szelektívebb (a kultúrnövényekre kevésbé toxikus) gyomirtószer-hatóanyagok kifejlesztéséért.

Hazánkban a vegyszeres gyomirtási kutatások 1949-ben a budapesti Növényvédelmi Kutató Intézetben kezdődtek el, ahol Szerves Kémiai Osztály, majd később önálló Gyomnövénykutatási és Vegyszeres Gyomirtási Osztály alakult. Technológiai ajánlásaik alapján került sor 1953-ban a 2,4-D és a DNOC, 1962-ben pedig az első triazin típusú herbicidek hazai gyártására. Új gyomirtó szerek kifejlesztésében igen jelentős tevékenységet folytatott MATOLCSY GYÖRGY (1920–1992).

A korszerű gyomcönológiai kutatások 1957-ben UBRIZSY GÁBOR (1919–1973) irányításával kezdődtek el. Ennek során feltérképezték a hazai rét, legelő, a szőlő, valamint a gabonafélék gyomnövényzetét, melyek jelentős hatást gyakoroltak a mai gyomirtási szemléletünk kialakítására. A hazai korai gyomirtási kísérletekben – Ubrizsy Gábor mellett – jelentős szerepet játszott RAINISS LAJOS (1916–1974).

1969-ben oktatták először a Vegyszeres gyomirtás című önálló tantárgyat a Keszthelyi Agrártudományi Egyetemen. A hazai gyombiológiai iskola és a korszerű herbológiai tudomány megteremtése, továbbá 1986-ban az első, és jelenleg is az egyetlen Herbológiai Tanszék megszervezése HUNYADI KÁROLY (1945–1998) nevéhez fűződik.

A hazai herbológiai kutatások úttörőjeként tartjuk számon GYÖRFFY BÉLA (1928–2002) akadémikust is, aki nemcsak az első hazai növénytermesztési tartamkísérletek beállításával, hanem az 1950-es évektől kezdődően a kukorica vegyszeres gyomirtási technológiájának folyamatos korszerűsítésével is elévülhetetlen érdemeket szerzett.

UJVÁROSI MIKLÓS (1913–1981) irányításával kezdődött meg hazánkban 1967-ben a gyomspecialisták ki- és továbbképzése Vácrátóton, amely jelenleg is tart. Ujvárosi Miklós mint botanikus, gyomnövénybiológus nemcsak a tudományos utánpótlás nevelésében, hanem több botanikus kert fejlesztésével is elévülhetetlen érdemeket szerzett. 1973-ban jelentek meg életének fő művei a Gyomnövények és a Gyomirtás c. könyvek, melyek addigi kutatásainak szintézisét tartalmazzák. Munkásságához fűződik az első (1947–1953) és a második (1969–1971) Országos Gyomfelvételezések megszervezése, melyeket azóta már a 3. (1987–1988) és a 4. (1996–1997) Országos Gyomfelvételezések követtek. Az általa létrehozott tudományos iskola továbbvitele céljából halála után 1983-ban megalakult a Dr. Ujvárosi Miklós Gyomismereti Társaság.

11. A GYOMNÖVÉNYEK JELLEMZÉSE ÉS KÁRTÉTELI FORMÁK

Gyomnövénynek nevezünk bármilyen fejlődési stádiumban lévő növényt, vagy növényi részt (tarack, rizóma, hagymagumó), amely ott fordul elő, ahol jelenléte nem kívánatos. A fenti meghatározásból következik, hogy a gyomnövények a növények változó csoportját képviselik. Adott körülmények között minden növény lehet gyom, pl. a napraforgó jelentős mértékű árvelése miatt ma a búzatáblák jelentős, ún. kultúrgyomnövényeként ismert.

A gazdaságilag jelentős gyomfajok evolúciójuk során sikeresen alkalmazkodtak a gyors növekedéshez és versengéshez, a reprodukív fázis biztosításához, valamint az agrotechnikai és kémiai védekezési eljárásokhoz.

A gyomnövényeket a csíranövénykorban és a regenerálódás fázisában erőteljes növekedés jellemzi. Jelentős a fotoszintézisük produktivitása, ami különösen a C₄-es típusú fotoszintézist folytató fajokra jellemző. Az egyéves fajok vegetatív fázisuk jelentős lerövidítésével stresszhelyzetekben is képesek magképzésre (neoténia jelenség).

A gyomfajok többsége életciklusában, morfológiai és számos élettani tulajdonságaiban alkalmazkodott a kultúrnövényekhez. Ezt a jelenséget „kultúrnövény mimikrinek” nevezzük.

Az utóbbi években a monokultúrás termesztési mód következtében kialakult egyoldalú herbicidhasználat miatt egyes gyomfajoknak [pl. szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), betyárkóró (*Conyza canadensis*)] herbicidrezisztens biotípusai alakultak ki, melyek megnehezítik az ellenük történő védekezést. A gyomnövényekkel ellentétben a herbicidrezisztencia a kultúrnövények hasznos tulajdonsága.

A gyomnövényzet mennyiségétől és összetételétől függően az általuk okozott kártétel mértéke és megnyilvánulási formája igen változatos lehet. A kártételi formákat közvetlen és közvetett hatásokra oszthatjuk fel.

A gyomnövények közvetlen kártételi formái közé tartozik az, amikor a kultúrnövényektől jelentős mértékű tápanyag elvonására képesek. A gyomnövények ugyanis hamarabb és nagyobb mennyiségben akumulálják a tápanyagokat, és ez számukra kezdeti kompetíciós előnyt jelent a kultúrnövényekkel szemben. Különösen a nitrogénért történő versengés az erős, ami a kultúrnövény számára jelentős termésvesztéssel járhat, különösen alacsony tápanyagszintű talajokon történő termesztés esetén.

A gyomnövények nemcsak a tápanyag elvonásával, hanem a talaj vízkészletének csökkentésével is káros hatást gyakorolnak a kultúrnövények fejlődésére, aminek különösen nagy jelentősége van a hazai száraz, csapadéhiányos nyári időszakban, amikor a víz a

termesztés egyik fő limitáló tényezője. A gyomnövények „vízpazarlók”, ugyanis egységni szárazanyagképzéshez jóval nagyobb mennyiségű vizet használnak fel, mint a kultúrnövények. Például 1 g szárazanyag-képzéshez a kukorica 349, a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*) 714 g vizet „fogyaszt”.

A gyomnövényekkel teljesen borított területen átlagosan 1–4 °C-kal alacsonyabb a talajhőmérséklet, mint a gyommentes területen, ami elsősorban a gyomnövények transzpirációjából és árnyékolásából adódik. Közismert, hogy 1 °C csökkenés a talaj hőmérsékletében annyit jelent, mintha a növénytermesztés körzete 100 km-rel északabbra tolódna. Ez – különösen tavasszal – több szempontból is hátrányos. A hideg talaj fiziológiailag száraz, ugyanis a növények nem tudják felvenni belőle a tápanyagokat. Az alacsonyabb talajhőmérsékleten vontatottabb a kelés és gyengébb a növekedés, ami fokozza a növények betegségekkel szembeni fogékonyságát.

A gyomnövények jelentős mértékben csökkentik a termés mennyiségét. Hazai viszonylatban több év átlagában azt tapasztalták, hogy 30–40%-os gyomborításnak 10–15%-kal kevesebb termés a következménye. A mennyiségi csökkenés mellett a gyomnövények a termés minőségét is kedvezőtlenül befolyásolják. Gabonafélék esetében jelentősen csökken pl. a szemtermés fehérje-, cukorrépánál pedig a répatest cukortartalma.

A gyomnövények a térparazitizmus miatt beárnyékolják és túlnövik a lassabban fejlődő kultúrnövényeket, ezáltal azok a fény felé törve etiolált hajtásokat fejlesztenek, száruk gyengébb lesz, és könnyen megdőlnek. Az évelő gyomfajok föld alatti szaporítóképletei (tarack, rizóma) behálózzák a talajt, és más fajok kiszorításával homogén állományokat alkothatnak.

A gyomfajok egy része mérgező hatást fejt ki a bennük lévő vegyi anyagok, vagy azok bomlástermékei révén, melyek nemcsak a legelő állatokra [kecskeruta (*Galega officinalis*)], hanem az emberre is [csattanó maszlag (*Datura stramonium*)] veszélyesek lehetnek. Némely gyomnövény rontja a tej minőségét, pl. az egynyári szélfű (*Mercurialis annua*) kékre színezi a tejet.

Sok gyomnövény pollenje allergén tulajdonságokkal rendelkezik. Az *A. artemisiifolia* nagyarányú előretörése miatt az utóbbi években jelentősen megnövekedett a légúti allergiás megbetegedések aránya. Meg kell azonban említeni azt is, hogy más gyomfajok [pl. *M. annua*, ürömfélék (*Artemisia* spp.)] pollenje is allergizáló hatású.

Az adventív, rendszerint más kontinensről származó és mértéktelenül elszaporodó, ún. invazív gyomfajok („özöngyomok”) tömeges megjelenésükkel homogenizálják, transzformálják, sőt leradírozzák egyes tájak eredeti növénytakaróját. Ezáltal jelentős tájromboló hatást fejtenek ki, és létalapjukban veszélyeztetik a biológiai sokszínűséget.

Az élősködő *Cuscuta* és a félélősködő *Orobanch*e fajok tápanyagaikat nem a talajból, hanem egy másik, fotoszintézist folytató növényből szerzik.

A gyomnövények közvetett kártétele elsősorban abban nyilvánul meg, hogy egyes kórokozók és kártevők alternatív gazdáiként mint fertőzési források szerepelhetnek, és így elősegítik a betegségek és a kártevők elterjedését. Egyes gyomfajok [pl. fehér libatop (*Chenopodium album*)] vírusvektor levéltetvek tápnövényeiként is ismertek, és az évelő gyomfajok áttelelő vegetatív szaporítóképletei és bizonyos fajok [pl. tyúkhúr (*Stellaria media*)] magjai az egyes növényi vírusok téli rezervoárjai is lehetnek.

A gyomnövények jelentősen megnehezítik a gépi betakarítást, ezenkívül a gyommagvakkal fertőzött szemes termés értéke is alacsonyabb, tisztítása pedig jelentős többletköltséggel jár.

11.1. Elterjedés és jelentőség

Világviszonylatban és hazai körülmények között is a növényi kórokozók, az állati kártevők és a gyomnövények átlagosan 35 %-os termésveszteséget okoznak. Ezen belül a gyomnövények kártétele következtében kialakult termésveszteséget 9 %-ra becsülik.

Megközelítőleg 200 ezer növényfaj él a Földön, melyek mindössze 0,1 %-a (200 faj) tekinthető világviszonylatban fontos gyomnövénynek. A 200 legfontosabb faj 65 %-a tíz növénycsaládba sorolható, és a fajoknak csaknem 40%-át két növénycsalád, az Asteraceae és a Gramineae család foglalja magába.

Hazánk gyomflórájának változását a négy országos gyomfelvételezés eredményei alapján követhetjük nyomon. Megállapíthatjuk, hogy a hazai gyomflóra az elmúlt 50 évben jelentős változáson ment át, amely szoros összefüggésben van a termesztés szerkezetében és a tulajdonviszonyokban bekövetkezett változásokkal. Egyes fajok háttérbe szorultak, vagy teljesen eltűntek [pl. a korábbi években gabonafélékben jelentősen gyomosító konkoly (*Agrostemma githago*) ma már védett gyomnövényünk], mások dominánssá váltak. A gyomállomány faji spektruma leszűkült, egyes fajok veszélyessége azonban fokozódott. A fenyércirok (*Sorghum halepense*) pl. az első országos gyomfelvételezés során még nem szerepelt a listán, a legutóbbi gyomfelvételezés adatai pedig azt mutatják, hogy a borítási % alapján a 10. legfontosabb gyomnövényünk. Más fajok, pl. a *C. album* a gyomok fontossági sorrendjében hosszú évek átlagában is viszonylag stabil helyet foglalnak el (11. táblázat).

11. TÁBLÁZAT

AZ I-IV. ORSZÁGOS GYOMFELVÉTELEZÉSEK EREDMÉNYEI HAZÁNKBAN

A GYOMFAJ NEVE	I. ORSZÁGOS GYOMFELVÉTELEZÉS (1947–1953)		II. ORSZÁGOS GYOMFELVÉTELEZÉS (1969–1971)		III. ORSZÁGOS GYOMFELVÉTELEZÉS (1987–1988)		IV. ORSZÁGOS GYOMFELVÉTELEZÉS (1996–1997)	
	FONTOS- SÁGI SORREND	BORÍTÁSI %	FONTOS- SÁGI SORREND	BORÍTÁSI %	FONTOS- SÁGI SORREND	BORÍTÁSI %	FONTOS- SÁGI SORREND	BORÍTÁSI %
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> (parlagfű)	21.	0,39	8.	0,87	4.	2,57	1.	5,37
<i>Echinochloa crus-galli</i> (kakaslábű)	9.	0,86	1.	3,73	1.	4,42	2.	3,9
<i>Amaranthus retroflexus</i> (szőrös disznóparéj)	17.	0,51	5.	1,47	3.	3,06	3.	3,63
<i>Chenopodium album</i> (fehér libatop)	3.	1,53	3.	2,06	2.	3,08	4.	2,80
<i>Cirsium arvense</i> (mezei aszat)	2.	2,00	7.	1,12	8.	0,71	5.	1,81
<i>Convolvulus arvensis</i> (apró szulák)	1.	7,93	2.	2,51	5.	1,94	6.	1,66
<i>Matricaria inodora</i> (ebszikfű)	66.	0,07	26.	0,23	6.	1,30	7.	1,49
<i>Datura stramonium</i> (csatánó maszlag)	179.	0,01	59.	0,06	19.	0,38	8.	1,10
<i>Amaranthus chlorostachys</i> (karsú disznóparéj)	105.	0,02	18.	0,39	13.	0,57	9.	0,94
<i>Sorghum halepense</i> (fenyércirok)	-	-	94.	0,03	18.	0,40	10.	0,78

1988-ig az egyes gyomfelvételezési helyeken jelentősen csökkent a felvételezett fajok száma és az évelők borítása. A legutóbbi felvételezések eredményei viszont ismét a fajszám, és az évelők borításának növekedését mutatják. Az összgyomborítás jelentősen megnövekedett, ami azt jelzi, hogy a szántóterületek gyommagkészlete emelkedik. Számos olyan gyomfaj is károsít szántóföldjeinken, melyeknek rendkívül gyors a szaporodási ütemük, az ellenük történő védekezés nehéz, és igen jelentősen megnöveli a természés költségeit. Ezen fajokat a hazai szakemberek „piszkos tizenkettő” („dirty dozen”) néven ismerik, melyek köre ma már 48-ra növekedett. Az idetartozó fajok a következők: évelő egyszikűek: nád (*Phragmites australis*), siskanád tippan (*Calamagrostis epigeos*), tarackbúza (*Elymus repens*), *S. halepense*; évelő kétszikűek: mezei aszat (*Cirsium arvense*), selyemkóró (*Asclepias syriaca*), hamvas szeder (*Rubus caesius*), apró szulák (*Convolvulus arvensis*); egyéves egyszikűek: kakaslábű (*Echinochloa crus-galli*), parlagi ecsetpázsit (*Alopecurus myosuroides*), nagy széltippan (*Apera spica-venti*), vadzab (*Avena fatua*), kölesfajok (*Panicum* spp.); egyéves kétszikűek: selyemmályva (*Abutilon theophrasti*), *A. artemisiifolia*, *D. stramonium*, ragadós galaj (*Galium aparine*), szerbtövis fajok (*Xanthium* spp.), fekete csucor (*Solanum nigrum*), *C. album*, *A. retroflexus*, ebszikfű (*Matricaria inodora*), *C. canadensis*, *M. annua*.

12. A GYOMNÖVÉNYEK BIOLÓGIÁJA ÉS ÖKOLÓGIÁJA

A gyomnövénybiológiai és -ökológiai ismeretek a gyomnövények elleni hatékony védekezések elméleti alapját teremtik meg. E diszciplínáknak csak a legfontosabb, a védekezés szempontjából kiemelkedő jelentőségű részterületeiről (szaporodásbiológia, magasabb rendű növények közötti kölcsönhatások) adunk rövid, összefoglaló áttekintést.

12.1. Szaporodási stratégiák

Az egyéves gyomfajok csak ivaros úton, maggal tudnak szaporodni. Többségük a PIANKA által leírt ún. „r” szelekciós formához tartozik, mivel túlélésüket jelentős magmennyiséggel és hatékony terjedéssel biztosítják.

Ezzel szemben az évelő fajoknak – az ivaros szaporodás mellett – igen hatékony vegetatív (ivartalan) szaporodásmódjaik is vannak. Ennek az ivaros szaporodásmóddal szemben számos előnye ismert (kedvezőtlen környezeti feltételekkel szembeni biztonságosabb túlélés, a kezdeti több tápanyag révén gyorsabb a kezdeti fejlődés és ezért erősebb a kompetíciós képesség). Hátránya viszont az utódok kis száma és a nagy távolságra való terjesztés hiánya. További hátrány, hogy az utód(ok) genetikai állománya az anyanövényével teljesen azonos. Általánosságban elmondható, hogy az évelők megtelepedésének fázisában a magról történő szaporodásnak van jelentősége, míg az ivartalan úton történő szaporodás hosszú távon a faj fennmaradását biztosítja.

A szaporodási stratégiák meghatározzák a gyomnövények elleni védekezési eljárásokat. A magról szaporodó fajok esetében olyan gyomirtó szerekkel is tudunk védekezni, amelyek a talajon keresztül a csíranövénybe kerülnek (talajherbicidek). Tekintettel azonban arra, hogy a talajherbicidek aktív bemosódása csak néhány cm-re terjed, a mélyebb rétegekből (10–25 cm-es talajmélységből) kelő fajok ellen ezek a kezelések hatástalanok. Ugyancsak eredménytelen a talajherbicidekkel történő védekezés az évelő gyomfajok mélyebb talajrétegekben elhelyezkedő szaporodást és áttelelést szolgáló szervképletei ellen is. Csak szisztémikus (a levélzeten keresztül felszívódó és az asszimilátákkal együtt a vegetatív szaporítószervekbe transzlokálódó) herbicidekkel lehet ellenük eredményesen védekezni.

A gyomnövények szaporodási stratégiáiban megnyilvánuló különbségeket jól tükrözi a gyomnövények életformarendszere, melynek alapjait RAUNKIAER dán botanikus az 1900-as évek elején rakta le. Eszerint a növények csoportosításának fő szempontját az képezi, hogy azok milyen formában alkalmazkodtak a kedvezőtlen környezeti feltételekhez (a mérsékelt övben elsősorban a kedvezőtlen hőmérséklethez). A csoportosításnál további fontos szempont az áttelelő szervek elhelyezkedése. Raunkiaer munkásságát követően a növények életforma rendszerét több kutató módosította, kiegészítette. A többféle életforma rendszer közül a herbológusok Ujvárosi életformarendszerét tartják a gyakorlat számára jól használhatónak, ezért mi is ezt ismertetjük.

Eszerint a gyomnövényfajok öt fő csoportba sorolhatók: egyévesek (Therophyta, T₁), kétévesek (Hemitherophyta, HT), talajban telelő évelők (Geophyta, G), talajszintben telelő évelők (Hemikryptophyta, H), fásszárú évelők (Phanerophyta, Ph). Különálló speciális csoportot képviselnek a félélősködő szádor (*Orobanche* spp.) és az élősködő aranka (*Cuscuta* spp.) fajok.

Az egyévesek csoportjába tartozó fajokra az jellemző, hogy életciklusuk nem haladja meg a 13 hónapot. A növények a számukra kedvezőtlen időjárási körülményeket csíranövény vagy mag állapotban vészelik át. Csírázásuk optimális hőmérsékleti értéke és szántóföldi csírázási csúcsuk ideje alapján négy alcsoportba sorolhatók. A T₁-es életformájú fajok az ősszel csírázó, kora tavaszi áttelelő egyévesek. Az idetartozó fajok csírázásának optimális hőmérséklete igen alacsony, 10 °C körül van. Szabadföldi csírázási csúcsuk az őszi hónapokra tehető. Az idetartozó fajok életciklusa rövid, tavasz végén véget ér. Kettős alkalmazkodású fajoknak is nevezzük őket, tekintettel arra, hogy a növények a téli hideget tölévélrózsás illetve csíranövény állapotban, a nyári meleget pedig mag formájában élik túl. Fontosabb fajok: tyúkhúr (*Stellaria media*), veronika-félék (*Veronica* spp.), árvacsalán fajok (*Lamium* spp.).

A T₂-esek csoportját az ősszel és tavasszal egyaránt csírázó nyár eleji egyévesek képviselik. E csoport tagjainak életciklusa hosszabb, mint a T₁-es életformába tartozó fajoké. Attól függően, hogy ősszel vagy tavasszal csíráznak, a telet csíranövény vagy mag alakjában vészelik át. Nyáron azonban mindig mag alakban vannak. Optimális csírázási hőmérsékletük igen alacsony, 4 és 8 °C között van. E gyomfajok életciklusa teljes mértékben a gabonafélék életciklusához alkalmazkodott. Fontosabb képviselőik: pipacs (*Papaver rhoeas*), ragadós galaj (*Galium aparine*), kék búzavirág (*Centaurea cyanus*), nagy széltippan (*Apera spica-venti*), mezei szarkaláb (*Consolida regalis*).

Az egyévesek harmadik csoportját (T₃) a tavasszal csírázó nyár eleji egyéves fajok képviselik. Optimális csírázási hőmérsékletük 8–14 °C. A csoport tagjai tavasszal csíráznak, és már nyár elején magot hoznak. Télen és nyáron tehát egyaránt mag alakjában vannak. A T₂-es életformájú fajokhoz hasonlóan elsősorban gabonafélékben gyomosítanak, de egyéb, kora tavaszi vetésű kultúrákban is előfordulhatnak. Fontosabb fajaik: vadzab (*Avena fatua*), vadrepce (*Sinapis arvensis*), repcsényretek (*Raphanus raphanistrum*), parlagi füstike (*Fumaria schleicheri*).

A T₄-esek (tavasszal csírázó nyárutói egyévesek) az egyéves gyomnövények legnépesebb csoportját alkotják. Ide a T₁-esekkel pontosan ellentétes ökológiai igényű fajok tartoznak. Melegigényesek (optimális csírázási hőmérsékletük 18–30 °C között van), ezért csak tavasz végén, nyár elején csíráznak. Életciklusuk hosszú, őszi végéig – gyakorlatilag az első fagyokig – tart. Erőteljes, mélyreható gyökérzetük van, melyek jelentősen hozzájárulnak szárazságtűrő képességükhöz. A kapáskultúrák (kukorica, burgonya, cukorrépa, napraforgó stb.) tipikus gyomnövényei. Fagyérzékenyek, ezért a 0 °C alatti hőmérsékletet csak mag alakjában képesek elviselni. Idetartozó néhány fontosabb faj: fehér libatop

(*Chenopodium album*), szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*), kakaslábű (Echinochloa crus-galli), köles (*Panicum mileaceum*), csattanó maszlag (*Datura stramonium*), selyemmályva (*Abutilon theophrasti*).

A nemzetközi szakirodalom a T₁-es és a T₂-es életformájú fajokat téli egyéveseknek („winter annuals”), a T₃-as és a T₄-es fajokat nyári egyéveseknek („summer annuals”) nevezi.

A kétéves (Hemitherophyta, HT) fajok közé csak néhány jelentősebb gyomfaj tartozik, pl. vadmurok (*Daucus carota*), bürök (*Conium maculatum*), nagy bojtorján (*Arctium lappa*). Ezek a fajok nyár elején csíráznak. A csírázás évében vegetatív állapotban maradnak, és sok tartalék tápanyagot halmoznak fel, elsősorban raktározó karógyökerükben. A következő évben kora tavasszal virágoznak és még a nyári szárazság bekövetkezte előtt magot hoznak. Egyes fajoknak szántóföldön egyéves változatuk is megjelenhet.

A talajszintben telelő évelő gyomfajok (Hemikryptophyta, H) közös sajátossága, hogy áttelelő szerveik a talajfelszín közelében helyezkednek el. A rendszeres talajművelést nem viselik el, ezért elsősorban bolygatatlan területek (gyepek, rétek, legelők), illetve évelő kultúrák gyomnövényei. Fontosabb alcsoportjaik az alábbiak: bojtos gyökerűek (H₁), pl. mocsári gólyahír (*Caltha palustris*), gyepes sédbúza (*Deschampsia caespitosa*); indás évelők (H₂), pl. sovány perje (*Poa trivialis*), kerek repkény (*Glechoma hederacea*); szaporodásra képes gyökerűek (H₃), pl. pongyola pitypang (*Taraxacum officinale*), réti lórom (*Rumex obtusifolius*); szaporodásra nem képes karógyökerűek (H₄), pl. tövises iglice (*Ononis spinosa*), mezei iringó (*Eryngium campestre*); ferde gyökértörzsűek (H₅), pl. nagy utifű (*Plantago major*), fekete üröm (*Artemisia vulgaris*).

A talajban telelő évelők (Geophyta, G) szaporodást és áttelelést szolgáló szervképletei (rizóma, tarack, hagyma, gumó, szaporítógyökér) a talajban helyezkednek el. Közülük a G₁ és G₃ életformájú fajok szántóföldjeink legveszélyesebb gyomnövényei közé tartoznak. A G₂-es és G₄-es életformájú fajok jelentősége jóval kisebb. A G₁-es csoport (tarackos, rizómás fajok) fontosabb képviselői: tarackbúza (*Elymus repens*), nád (*Phragmites australis*), csillagpázsit (*Cynodon dactylon*), fenyércirok (*Sorghum halepense*).

A gumósok (G₂-es fajok, pl. mentafélék, *Mentha* spp.) föld alatti szára egyes helyeken megvastagodva raktározásra és áttelelésre módosult gumóvá fejlődött.

A G₃-asok (szaporítógyökeres fajok) szaporodását és áttelelését módosult gyökerek, ún. szaporítógyökerek szolgálják. Idetartozó fontosabb fajok: mezei aszat (*Cirsium arvense*), apró szulák (*Convolvulus arvensis*), selyemkóró (*Asclepias syriaca*).

A hagymás és hagymagumós növények (G₄) sarjgagymák vagy fiókhagymák segítségével szaporodnak. Fontosabb fajok: őszi kikerics (*Colchicum autumnale*), ernyős sárma (*Ornithogalum umbellatum*).

A fásszárú (Phanerophyta) évelő fajok elsősorban az erdészetben és rendszeres talajművelésben nem részesített területeken, ruderalis társulásokban okozhatnak problémát. Néhány képviselőjük: erdei iszalag (*Clematis vitalba*), közönséges ördögcérna (*Lycium barbarum*), keserű csucsor (*Solanum dulcamara*).

A továbbiakban külön tárgyaljuk az egyéves és évelő növények szaporodásbiológiai sajátosságait.

12.1.1. EGYÉVES NÖVÉNYEK

Az egyéves gyomnövények túlélési stratégiájában a magvak kulcsszerepet játszanak. Az egyévesek életciklusában alapvető jelentőségű a magprodukció, valamint a talajban lévő életképes magvak mennyisége, melyek együttesen határozzák meg a potenciális fertőzöttség mértékét. A gyommagvak endospermiumának tápanyagkészlete a fejlődő embrió számára kezdetben átmeneti tápanyagforrást biztosít. Ezen kívül a magvaknak a fajok terjesztésében is fontos szerepük van. Legfontosabb feladatuk azonban a magnyugalmi állapot (dormancia) révén a túlélés biztosítása arra az időszakra, amikor a növény csírázására és növekedésére kedvezőtlen az időszak. Jelentőségénél fogva ez utóbbit tárgyaljuk részletesen.

12.1.1.1. A magnyugalmi állapot (dormancia)

A gyomnövények túlnyomó többségénél megfigyelhető, hogy magjaik beérésüket követően nem kezdenek azonnal csírázni, hanem életképességüket megőrizve hosszabb-rövidebb ideig „elfeksznek” a talajban. Ezt a jelenséget magnyugalomnak vagy más néven dormanciának nevezzük. A magnyugalom a magvak olyan élettani állapotát jelenti, amikor azok a számukra optimális feltételek közé helyezve sem csíráznak ki. A magnyugalmi állapot csak a gyomfajok tulajdonsága, hiszen a kultúrnövények esetében a magnyugalmi állapotnak, mint túlélési stratégiának nincsen szerepe. A szántóföldi talajokban lévő, nyugalmi állapotú magvak az ellenük történő védekezés gátló tényezői, hiszen ezek a magtétélek „ellenállnak a támadásnak”, és ezzel az „időbeni terjedési stratégiával” biztosítják a mezőgazdasági területek hosszú távú fertőződését. Amennyiben a környezeti tényezők módosítása révén a magnyugalmi állapot megszüntethető, a csíranövények akár kémiai, akár fizikai úton már könnyen elpusztíthatók.

A magnyugalmi állapot típusai

A magnyugalmi állapotnak számos típusa ismeretes, és az egyes szerzők többféle szempontot követtek a csoportosítás során. A csoportosítás egyik szempontja, hogy a dormancia azon környezeti tényezőről kapja a nevét, amelynek a jelenléte indukálja vagy megszünteti ezt az állapotot. Így ismeretes a fényhiány (ritkábban fény által) által indukált „fotodormancia” és az alacsony vagy magas hőmérséklet által indukált „termodormancia” elnevezés.

A csoportosítás másik szempontja a magnyugalmi állapot kialakulásának ideje. Ennek alapján a primer, vagy endogén magnyugalmi állapot (primary v. innate dormancy) kialakulása a mag fejlődésének idején még az anyanövényen bekövetkezik, és az anyanövénytől való leválás után is még hosszabb-rövidebb ideig fennmarad. Ekkor az életképes és érett mag a csírázáshoz kedvező feltételek közé helyezve sem csírázik ki.

A magvak másodlagos vagy indukált nyugalmi állapota (secondary dormancy) az anyanövénytől való leválásuk után alakul ki. Az indukált magnyugalmi állapotot a kedvezőtlen környezeti feltételek hozhatják létre. Megfigyelhető azon fajok magjain, melyekben a csírázást gátló tényezők megszűnése után a nyugalmi állapot még hosszú ideig fennmarad. Az indukció leggyakrabban fényigényhez kapcsolódik. A pipacs (*Papaver rhoeas*) magjai pl. a talajba dolgozásukat követően nem igényelnek fényt a csírázáshoz, de a talajban töltött egy év után már csak fényben képesek csírázni.

Ismereteink szerint a gymnospermek többségében az érett magvaknak hosszabb-rövidebb időtartamú endogén nyugalmuk van. A magvak talajba történő bedolgozásával indukált dormanciát idézünk elő, ami nagyban megnöveli a magvak túlélőképességét.

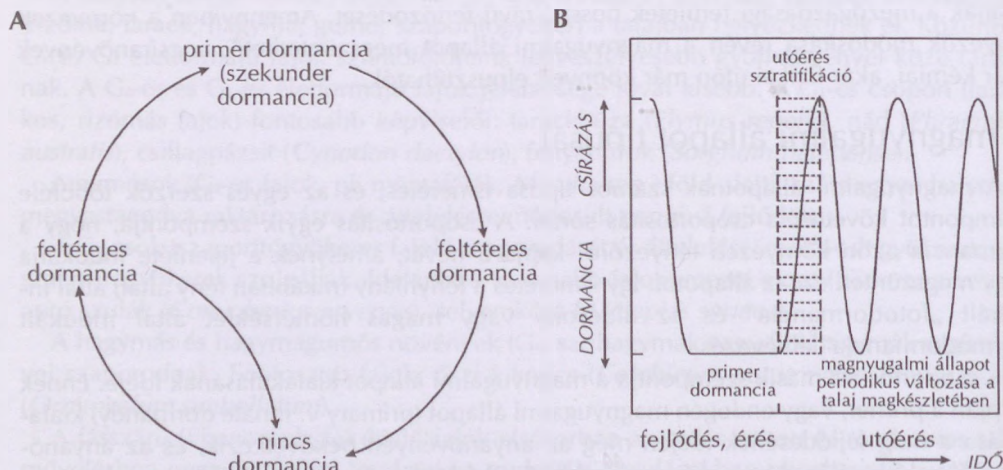
Kényszernyugalmi állapot akkor lép fel, ha az életképes és nem nyugalmi állapotban lévő magvak csírázását a kedvezőtlen környezeti feltételek akadályozzák. Más szóval, a kényszernyugalmi állapot a csírázás környezeti feltételek által történő gátlása.

A kényszer- és indukált nyugalom együttes megnevezésére az újabb szakirodalom a szekunder dormancia elnevezést használja. Ezenkívül használják még a feltételes vagy relatív nyugalmi állapot elnevezést (conditional dormancy), amely a nyugvó (dormans) és a nem dormans közötti átmeneti állapotot jelenti.

A dormancia ciklikussága

Régóta ismert, hogyha a talajból rendszeres időközönként magmintákat veszünk, akkor a magvak csak az év meghatározott időszakában csíráznak magas százalékban, míg a többi részében a csírázás rendkívül alacsony mértékű, vagy egyáltalán nem következik be.

A frissen érett magvak abban az esetben, ha egyáltalán nem csíráznak a számukra kedvező környezeti feltételek között sem, primer nyugalmi állapotban vannak. A frissen érett magvak primer nyugalmi állapota a környezeti tényezőktől függően fokozatosan megszűnik, majd ismét nyugalmi állapotba kerülhetnek, mielőtt csíráznának. Ez a ciklus a mag élete során többször is megismétlődik, míg a mag el nem pusztul, vagy ki nem csírázik (73. ábra).

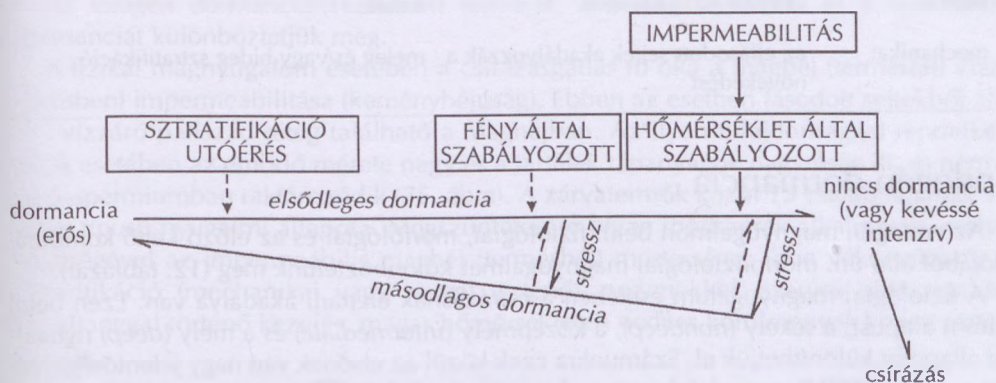


73. ÁBRA. A: A MAGVAK NYUGALMI ÁLLAPOTÁNAK VÁLTOZÁSA (BASKIN ÉS BASKIN 1989 UTÁN MÓDOSÍTVA);
B: HILHORST ÉS TOOROP (1997) UTÁN.

Annak ellenére, hogy a legtöbb gymnosperm frissen beérett magja nyugalmi állapotban van, vannak olyan esetek is, hogy a friss magvak azonnal jelentős mértékben csíráznak. A nyugalmi állapot fokozatos megszűnésével a magvak ún. feltételes (vagy relatív) nyugalmi állapotba kerülnek, amely során szűk környezeti feltételek között már képesek csírázni, pl. csak egy meghatározott hőmérsékleti érték esetén. Ahogy a nyugalmi állapot fokozatos megszűnésének folyamata tovább folytatódik, egyre alacsonyabb lesz az igény a

környezeti feltételekkel szemben, pl. már szélesebb hőmérsékleti intervallumban következik be a csírázás, nem csak egy meghatározott hőmérsékleti értéken. A folyamat befejeztével teljesen feloldódik a nyugalmi állapot. Amennyiben a környezeti feltételek nem megfelelőek a nem nyugalmi állapotban lévő magvak csírázásához, akkor a magvakban – a feltételes nyugalmi állapoton keresztül – másodlagos nyugalmi állapot (szekunder dormancia) alakul ki. A másodlagos nyugalmi állapot egy formája az ún. szkotodormancia, amely a sötétben is csírázó fajok magjaiban léphet fel akkor, ha azok hosszabb ideig a csírázásukra kedvezőtlen hőmérsékleten, sötétben vannak tárolva. Ebben az esetben a magvak az ilyen körülmények között történő tárolás után nem csíráznak fényben.

A nyugalmi és nem nyugalmi állapot között történő átalakulás tehát fokozatos és folyamatos. Minél igényesebb a faj a csírázás környezeti feltételeivel szemben, minél szűkebb ökológiai feltételek között képes csírázni, annál erősebb a nyugalmi állapota és fordítva: minél kevésbé igényes a környezeti feltételekkel szemben, vagyis széles ökológiai tartományban magas százalékban csírázik, annál kevésbé intenzív a nyugalmi állapot. A Taylorson-féle modell is a fentihez hasonló, melyben a magnyugalmi állapot fokozatai, mint „egymást szorosan követő események láncolata” szerepelnek, a dormancia „legintenzívebb” állapotától a „legkevésbé intenzív” állapotig (74. ábra).



74. ÁBRA. A MAGNYUGALMI ÁLLAPOT TAYLORSON-FÉLE (1987) MODELJE.

A magnyugalmi állapot okai

Jelenleg a magnyugalom felosztására a Nikolaeva által történő csoportosítás a legelfogadottabb (12. táblázat). Eszerint a magnyugalmi állapotnak két fő formája ismeretes. Az endogén magnyugalomért az embrió a felelős, míg az exogén magnyugalom fenntartásában az embriót körülvevő szövetek [endospermium, a maghéj (terméshéj)] tulajdonságai akadályozzák a csírázást.

12. TÁBLÁZAT
A MAGNYUGALMI ÁLLAPOT TÍPUSAI ÉS FELOLDÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI
 (NIKOLAEVA 1977 UTÁN)

E N D O G É N D O R M A N C I A		
TÍPUS	OK	MEGSZÜNTETÉS MÓDJA
fiziológiai	a csírázás élettani okok miatt gátolt	meleg és/vagy hideg sztratifikáció
morfológiai	fejletlen embrió	az embrió növekedéséhez és a csírázáshoz kedvező feltételek biztosítása
morfofiziológiai	a csírázás élettani okok miatt gátolt és fejletlen az embrió	meleg és/vagy hideg sztratifikáció
E X O G É N D O R M A N C I A		
TÍPUS	OK	MEGSZÜNTETÉS MÓDJA
fizikai	a maghéj (termésfal) vízzel szemben impermeábilis	a vízzáró speciális struktúra megszüntetése
kémiai	csírázásgátló anyagok	áztatás
mechanikai	az elfásodott sejtek akadályozzák a növekedést	meleg és/vagy hideg sztratifikáció

Endogén dormancia

Az endogén magnyugalmon belül fiziológiai, morfológiai és az előző kettő kombinációjából álló ún. morfofiziológiai magnyugalmat különböztetünk meg (12. táblázat).

A fiziológiai magnyugalom esetében a csírázásnak élettani akadálya van. Ezen belül három altípus; a sekély (*nondeep*), a közép mély (*intermediate*) és a mély (*deep*) nyugalmi állapotot különíthetjük el. Számunkra ezek közül az elsőnek van nagy jelentősége, hiszen a szántóföldi gyomfajok nagy része ún. „sekély” fiziológiai nyugalomban van („*nondeep physiological dormancy*”). Ez azt jelenti, hogy a fajok nagy részénél a frissen beérett magvak egyáltalán nem, vagy csak egy nagyon szűk hőmérsékleti tartományban képesek kicsírázni. Ez az állapot általában rövid időtartamú (néhány hétig tartó), alacsony hőmérsékleten történő rétegzéssel (sztratifikációval), vagy ettől jóval hosszabb ideig tartó szobahőmérsékleten száraz körülmények között történő tárolással megszüntethető. A lecsepült ujjasmuhar (*Digitaria ischaemum*) faj esetében a magvak nyugalmi állapotának feloldásához 3 °C-on történő sztratifikáció esetében 8 hétre, míg a szobahőmérsékleten száraz körülmények között történő tárolás esetén egy évre volt szükség. Ez utóbbi tárolási módot utóérésnek (*afterripening*) is nevezzük. Gyomfajaink nagy része éréskor nyugalmi állapotban van, majd az utóérési folyamatok során a magvak nyugalmi állapota fokozatosan megszűnik, és a csírázás mértéke megnövekszik. A gyommagvak sekély fiziológiai nyugalmi állapota kémiai anyagokkal és megvilágítással is feloldható.

Az ún. „sekély” (*nondeep*) fiziológiai nyugalmi állapotnak számos oka lehetséges; pl. az embrió nem jut elegendő oxigénhez, az embrió takaró szövetek csírázásgátló anyagokat tartalmaznak, az embrió növekedésének fizikai akadálya van. A fiziológiai magnyugalom másik két formája a közép mély (*intermediate*) és a mély (*deep*) nyugalmi állapot hazai gyomfajainkra nem jellemző.

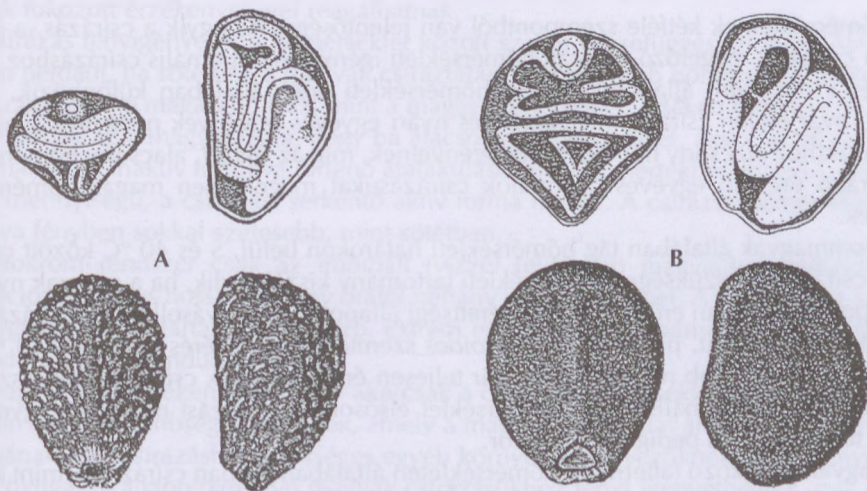
Az endogén nyugalmi állapoton belül az ún. morfológiai magnyugalom azoknál a fajoknál fordul elő, amelyek magjai lineáris vagy fejletlen (rudimentáris) embriót tartalmaznak. Az ilyen típusú magokban a mag belsejét túlnyomórészt az endospermium tölti ki. Az embrió részaránya mindössze 1%, vagy ettől is kevesebb. A morfológiai magnyugalom egyik változatában az embrió már differenciálódott (rügycskére és gyököcskére), csupán további növekedése szükséges. A mérsékelt övben az Apiaceae és a Ranunculaceae család tagjai tartoznak ide. A másik esetben az embrió még csak egy differenciálatlan sejthalmaz, ezért a növekedésen kívül még differenciálódnia is kell. Ez utóbbi csak azokra a fajokra jellemző, ahol az embrió rendkívül kicsi, mindössze néhány sejtből áll. Az ilyen típusú dormanciával rendelkező gyomfajok nyugalmi állapotának időtartama meglehetősen rövid, magvaik általában már 30–45 napon belül csíráznak.

A morfofiziológiai magnyugalom az előző kettő típus kombinációjából tevődik össze. Előfordulhat pl., hogy a már differenciálódott embrió esetében a csírázásnak élettani okai vannak. Ez a kombinált forma az Apiaceae, Ranunculaceae és a Papaveraceae családok egyes fajaira jellemző.

Exogén dormancia

Az exogén dormanciának három formáját: a fizikai, a kémiai és a mechanikai dormanciát különböztetjük meg.

A fizikai magnyugalom esetében a csírázásgátlás fő oka a maghéj (termésfal) vízzel szembeni impermeabilitása (keményhájúság). Ebben az esetben fásodott sejtekből álló, ún. vízzáró paliszád réteg található a maghéjban. Az ilyen tulajdonsággal rendelkező fajok esetében az embrió mérete nagy és a tartalék tápanyagok nagyrésze itt, és nem az endospermiumban raktározódik (75. ábra). A zárvatermők közül 15 család fajainak van ilyen típusú nyugalmi állapota. Megszüntetésére olyan módszerek alkalmasak, melyek segítségével az impermeabilis maghéj (terméshéj) mesterséges úton vékonyítható, pl. szkarifikáció (mechanikai vagy savval történő), enzimekkel, szerves oldószerekkel, ultrahanggal történő kezelés, magas hőmérsékleten nedves körülmények között történő tárolás.



75. ÁBRA. A: Az APRÓ SZULÁK (*CONVOLVULUS ARVENSIS*) ÉS B: A SÖVÉNYSZULÁK (*CALYSTEGIA SEPIUM*) MAGJAINAK BELSŐ MORFOLÓGIÁJA (VILÁGOS SZÍNNEL JEJELÖLVE AZ EMBRIÓT)
(BÍRÓ KRISZTINA SZÍVESSÉGE FOLYTÁN).

A kémiai nyugalmi állapotot az embrióban, az endospermiumban és a maghéjban egyaránt megtalálható kémiai anyagok indukálhatják, melyek az embrió növekedésére gátló hatásúak. A szeneszcencia hormonok közül e helyen emeljük ki az abszcisszinsav (ABS) csírázásgátló szerepét, amelynek szerepe közvetett úton is megnyilvánulhat; pl. a *C. album* és a vadrepce (*Sinapis arvensis*) esetében a gyököcske növekedése azért áll meg, mert az ABS gátolja a vízfelvételt.

A mechanikai magnyugalom esetében a termésfal, főleg az endokarpium kemény, megfásodott réteggé alakult.

Arra is számtalan példa van a természetben, hogy a magnyugalom egyes típusai egymással kombináltan fordulnak elő. Ebben az esetben a kombinált magnyugalom elnevezést használjuk. Ennek tipikus esete a fizikai és a fiziológiai magnyugalom egymással kombinált változata, amikor a maghéj impermeabilis és a csírázásnak élettani akadályja is van.

Már említettük, hogy a szántóföldi gyomfajok nagyrésze a sekély fiziológiai nyugalom állapotában van („*nondeep physiological dormancy*”), ezért a gyomnövények csírázásbiológiájával foglalkozó szakemberek számára ezen típusú nyugalmi állapot és feloldásának kutatása a legszélesebb körű, és ezért mi is ezt részletezzük.

A környezeti tényezők hatása a dormanciára

Annak ellenére, hogy a dormancia karaktere az adott fajra vonatkozóan alapvetően genetikailag determinált, a környezeti feltételek nagymértékben befolyásolják annak erősségét és időtartamát. A csírázásra ható környezeti tényezők egymással szoros kölcsönhatásban vannak. Egymás csírázásban betöltött szerepét helyettesíthetik, illetve szinergista vagy antagonista hatást fejthetnek ki. A sztratifikáció és a káliumnitrát (KNO_3) pl. a magvak csírázásának fényigényét megszüntetheti. A magnyugalmi állapot megszüntetésére ható környezeti tényezők (hőmérséklet, fény, gázok, víz, szerves anyagok, szerves anyagok) közül a hőmérséklet szerepe a legjelentősebb.

Hőmérséklet

A hőmérsékletnek kétféle szempontból van jelentősége. Az egyik a csírázás, a másik pedig a csírázást megelőző időszak hőmérsékleti igénye. Az optimális csírázáshoz szükséges és a nyugalmi állapotot feloldó hőmérsékleti érték általában különbözik. A tavasszal, nyár elején csírázó, melegigényes nyári egyéves növények nyugalmi állapotuk feloldódásához alacsony hőmérsékletet igényelnek, míg az ősszel, alacsony hőmérsékleten csírázó ún. téli egyéves gyomfajok csírázásukat megelőzően magas hőmérsékletet igényelnek.

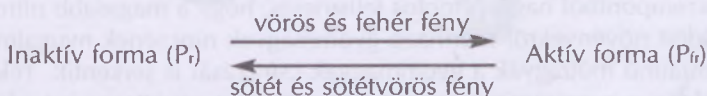
A gyommagvak általában tág hőmérsékleti határokon belül, 5 és 40 °C között csíráznak. A csírázáshoz szükséges hőmérsékleti tartomány kiszélesedik, ha a magvak nyugalmi állapota nem olyan erős. A magvak érettségi állapota is befolyásolhatja a csírázás hőmérsékleti optimumát, pl. az *A. myosuroides* szemtermései az érés kezdetén 20 °C-on csíráztak a legnagyobb mértékben, a már teljesen érett termések csírázásának viszont a 10 °C bizonyult optimálisnak. A hőmérséklet elsősorban csírázást módosító, (gyorsító, lassító) tényező, nem pedig indító faktor.

A magvak váltakozó (alternáló) hőmérsékleten általában jobban csíráznak, mint állandó hőmérsékleten. Ez valószínűleg a felső 0–5 cm-es talajrétegre jellemző nagy hőmérséklet-ingadozással hozható összefüggésbe. A váltakozó hőmérséklet alsó értéke a csírázásnak egyébként is kedvez, a felső érték pedig hosszú távon a csírázásra gátló hatású.

A magvak alacsony hőmérsékleten történő utóérése (sztratifikáció) – szemben a magas hőmérsékleten történő utóéréssel – csak a vízzel telített (imbibált) magvakban működik. Ennek optimális hőmérsékleti tartománya általában 5 °C közelében található. A magvak száraz körülmények között, alacsony hőmérsékleten (-15 – -20 °C) történő tárolása minálisra csökkenti a nyugalmi állapotban bekövetkező változásokat, és a magvak élettartamát is jelentősen meghosszabbítja. Csak az utóbbi néhány év megfigyelései irányították rá a figyelmet arra a tényre, hogy a mélyhűtött tárolás során is változások következhetnek be a magvak életképességében és nyugalmi állapotában, de ezen megfigyelések élettani háttere jelenleg még nem tisztázott.

Fény

A gyomfajok egy része (pl. *M. inodora*, *A. myosuroides*, *G. aparine*, *A. artemisiifolia*, *Amaranthus* fajok stb.) pozitív fotoblasztikus, azaz csírázásásukra a fény serkentő hatású. Ebbe a csoportba tartozik a gyomfajok döntő többsége. A nem fotoblasztikus fajok csírázása a fénytől független [pl. búzavirág (*Centaurea cyanus*)]. Viszonylag kevés a negatív fotoblasztikus fajok száma (pl. *M. annua*), melyek csírázását a fény gátolja. A fényigényes magvak esetében a fényre adott választ egy fotoreverzibilis pigmentrendszer, a fitokróm szabályozza, mely kétféle, egymásba folyamatosan átalakuló formában van jelen. Vörös fény (660 nm) és természetes fény hatására a fitokróm aktív állapotba kerül, ami a csírázást serkenti. Sötétvörös (730 nm) megvilágításban és sötétben a fitokróm inaktív formába kerül, ami a csírázásra gátló hatású.



Fontos tudni, hogy a két formának egymásba történő átalakulása nem 100 %-os, így sötétvörös megvilágításban és sötétben is kb. 4 %-nyi aktív állapotú fitokróm megmarad. Ez élettani szempontból azért jelentős, mert az aktív forma ilyen alacsony hányadára a magvak fokozott érzékenységgel reagálhatnak.

A csírázás fényigénye és a hőmérséklet között szoros összefüggés áll fenn. Abban az esetben például, ha sötétben a magvak csíráztatása alacsonyabb hőmérsékleten történik, a csírázás mértéke magasabb lesz, mint a magas hőmérsékleti értéken történő csíráztatás esetén. Ennek az a magyarázata, hogy ha alacsony a hőmérséklet, akkor sötétben az aktív formának az inaktív formává történő átalakulása jelentős mértékben lelassul, ezért nagyobb mennyiségű, a csírázást serkentő aktív forma marad. A csírázás hőmérsékleti tartománya fényben sokkal szélesebb, mint sötétben.

A fitokróm rendszer csak az imbibált (vízzel telítődött) magvakban működik. Az imbibációs periódus hossza néhány órától néhány napig terjedhet. A csírázáshoz szükséges megvilágítás időtartama is változó. Extrém esetben akár néhány tized másodperc is elegendő a csírázás indukálásához.

A magvak fényérzékenységében – akárcsak a csírázás hőmérséklet igényében – jelentős fajon belüli különbségek lehetnek, amely a magvak fiziológiai állapotának, a magvak életkorának és a csírázáshoz szükséges egyéb környezeti tényezőknek a függvénye. Például a nyugalmi állapotban lévő magvak csírázásukhoz fényt igényelhetnek, míg a nem nyugalmi állapotú magvak sötétben is jól csírázhatnak.

Szabadföldi körülmények között számos, a fitokrómok által szabályozott jelenség ismeretes. Legfontosabb a talajművelést követő robbanásszerű csírázás. A vegetáció a fény minőségét is befolyásolja azáltal, hogy a levelek a fehér fény vörös spektrumát kiszűrik, és ezért a talajfelszínre elsősorban a hosszúhullámú vörös (FR) fény kerül, ami a magvakban a fitokrómot inaktív állapotba tolja és ezen keresztül gátlódik a csírázás. Levélárnyék alatt ezért mindig kisebb mértékű a csírázás, mint vegetáció nélküli területen. Erős sugárzásnak kitett területeken működik az ún. „nagy energiájú fényreakció” (*High Energy Reaction*, HER), amikor a nagy fényerősség megakadályozza a magvak csírázását. A növény számára ez védekezést jelent, hiszen a tűző napon a csíranövények hamar kiszáradnának. Egyszikűek esetében a mezokotil, kétszikűeknél a hipokotil, illetve az epikotil növekedésének gátlódása is fitokróm szabályozás alatt álló jelenség.

A hőmérsékleten és a fényen kívül a különböző gázok (oxigén, széndioxid, etilén) gyommagjaitól és koncentrációtól függően serkenthetik vagy gátolhatják a gyommagvak csírázását.

A szerves anyagok közül legjobban a nitrátok csírázásra gyakorolt serkentő hatása ismert. A serkentő hatás sokszor egyéb környezeti tényezőknek a függvénye. A pásztortáska (*Capsella bursa-pastoris*) esetében például a kálium-, nátrium- és ammóniumnitrát csak váltakozó hőmérsékleten serkentette a magvak csírázást, konstans hőmérsékleten nem. A sztratifikáció (a magvak alacsony hőmérsékleten, nedves körülmények között történő rétegzése) nyugalmi állapotot feloldó hatása néha csak a talaj megfelelően magas nitráttartalma mellett érvényesül. A nitrát és egyéb környezeti tényezők (pl. fény, váltakozó hőmérséklet, etilén) egymásra additív hatást fejthetnek ki, vagyis együttesen a csírázás mértékét fokozhatják.

Gyakorlati szempontból nagyon fontos felismerés, hogy a magasabb nitrogéntartalmú talajokon fejlődött növényekről származó gyommagvak nincsenek nyugalmi állapotban és a nitrogéntartalmú műtrágyák a gyommagvak csírázását is serkentik. Tekintettel arra, hogy szabadföldön a gyommagvak a fényt és a nitrogént együttesen igénylik a csírázáshoz, hatékonyabb lenne a nitrogéntartalmú trágyákat a talajművelést követően kijuttatni, miután a gyommagvakat már fény érte.

A szerves anyagok közül a különböző anesztetikumok (kloroform, etanol), szénhidrogének (propilén), a növények másodlagos anyagcseretermékei, egyes növényvédőszer (gyomirtó szerek is) és juvenil hormonok (auxin, citokinin, gibberellin) feloldhatják a gyommagvak nyugalmi állapotát. Kísérleti körülmények között az ultrahang és az elektromágneses tér hasonló hatása ismert.

A talajok gyommagkészlete („seedbank”)

A mezőgazdaságilag művelt talajok felső 15 cm-es rétegében hektáronként kb. 4–60 millió az életképes gyommagvak száma. Ennek csupán 10%-a kel ki egy évben, bár a földbe került friss magvak a legnagyobb mértékben az első évben csíráznak ki. Anglia szántóföldi talajainak fertőzöttségét 3200 mag/m²-re becsülték. Hazánkban a felső művelt 20 cm-es rétegben négyzetméterenként a magvak száma 16 000 és 240 000 között ingadozott az 1950-es években.

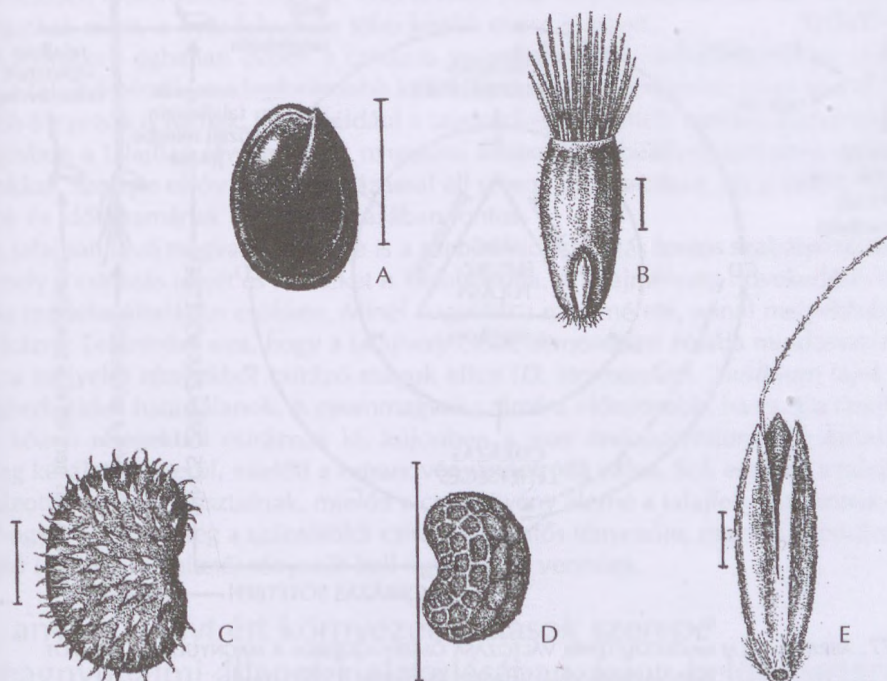
Szántóföldi talajainkban egy adott időpontban különböző mennyiségű és élettani állapotú gyommag található. A gyomirtás során a magkészletnek csak az aktiválódott, csírázóképes hányadára tudunk hatni.

Angol kutatók javasolták a talaj magkészletének „tranzit” és „perzisztens” megkülönböztetését. A tranzit magkészletbe azon fajok magjai tartoznak, melyeknek rövid a nyugalmi periódusuk és életképességüket rövid ideig őrzik meg. A talajba kerülésüket követően ezek

rövid időn belül csíráznak vagy elpusztulnak. Néhány faj magja hónapokig a tranzit magbank alkotója, melynek során a magvak nyugalmi állapota megszűnik. Más fajok esetében a frissen beérett magvak nincsenek nyugalmi állapotban, ezért csak néhány napig vagy esetleg néhány hétig tartoznak a tranzit magbankba, míg a környezeti feltételek meg nem felelnek a csírázás számára.

A perzisztens magbankba tartozó fajok magjai több évig „elfekszenek” a talajban, anélkül, hogy életképességüket elveszítenék.

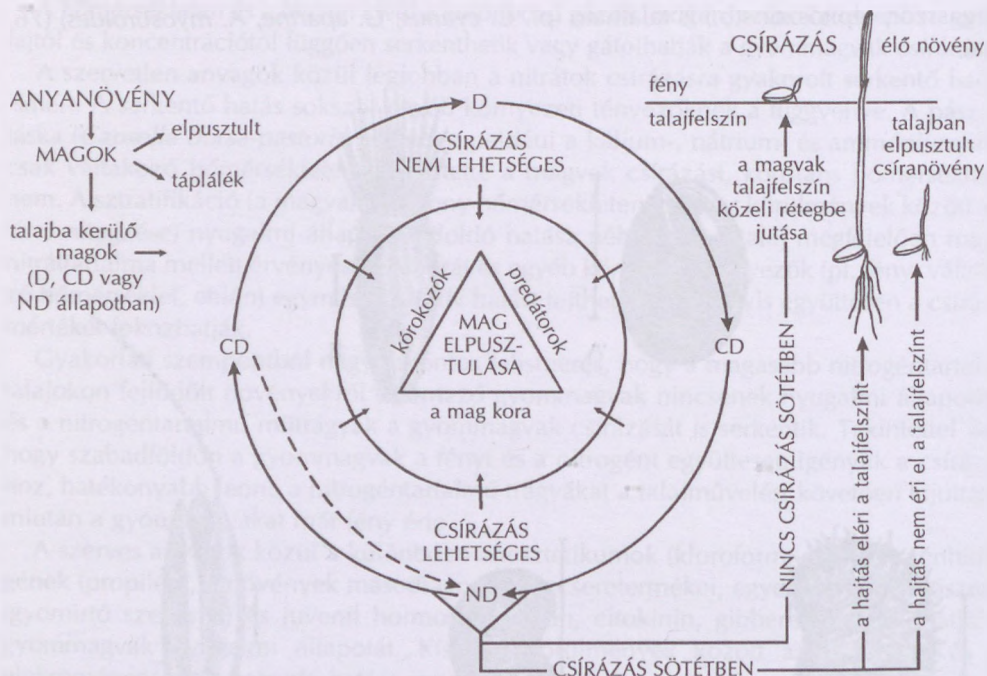
A gyommagvak mérete és morfológiai sajátosságai összefüggésben vannak csírázásbiológiai sajátosságaikkal. A perzisztens magkészletet alkotó fajok (pl. *A. retroflexus*, *P. rhoeas*) kismagvúak és sima maghéjjal rendelkeznek. Ezzel szemben a tranzit magkészletbe a nagymagvú fajok tartoznak, amelyeken legtöbbször valamilyen függelék (horgasszőr, repítőszőr stb.) is található (pl. *C. cyanus*, *G. aparine*, *A. myosuroides*) (76. ábra).



76. ÁBRA. A: A SZŐRÖS DISZNÓPARÉJ (*AMARANTHUS RETROFLEXUS*), B: KÉK BÚZAVIRÁG (*CENTAUREA CYANUS*), C: RAGADÓS GALAJ (*GALIAM APARINÉ*), D: PIPACS (*PAPAVER RHOEAS*) ÉS E: PARLAGI ECSETPÁZSIT (*ALOPECURUS MYOSUROIDES*) GENERATÍV SZAPORÍTÓKÉPLETE (BÍRÓ KRISZTINA SZÍVÉSSÉGE FOLYTÁN).
MÉRETJELZŐ = 1 MM.

Elméleti és gyakorlati szempontból is rendkívül fontos tudni, hogy a talajban lévő gyommagvak mennyi ideig őrzik meg az életképességüket. A világon számos, a talajban lévő gyommagvak életképességével foglalkozó tartamkísérlet került beállításra. Általános szabályként elmondható, hogy minél mélyebb talajrétegekben helyezkednek el a magvak, annál tovább megőrzik az életképességüket. A magvak életképességének meghatározására leggyakrabban a nemzetközi szabványban elfogadott trifenil tetrazolium klorid (TTC) tesztet alkalmazzák.

A talajok életképes gyommagkészletére számos biotikus tényező is hatással van. Ilyenek lehetnek a talajban élő állatok (rágcsálók, bogarak, hangyák stb.), amelyek táplálékként hasznosíthatják a talajban lévő magokat, de a különféle mikroorganizmusok (baktériumok, gombák) is képesek elpusztítani azokat. A gombák a sejtfal alkotórészeit lebontó enzimeik (celluláz, proteáz, pektináz stb.) segítségével, vagy pedig toxintermelésükkel (pl. tentoxin) pusztítják el a gyommagokat, melyek a csírázást gátolják és a membrán szerkezeti felépítését is ronszolja. A mikroorganizmusok antagonista hatása is ismert ebben a tekintetben, pl. az *A. theophrasti* maghéján élő gombák (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum* spp. stb.) megakadályozták a talajban élő gombák növekedését. Sok esetben a maghéj gombaölő hatással rendelkező kémiai anyagot is tartalmazhat. Az 77. ábrán a talajban lévő magpopulációkban végbemenő változások láthatók.



77. ÁBRA. A TALAJ MAGKÉSZLETÉNEK VÁLTOZÁSA ÖSSZEFÜGGÉSBEN A MAGNYUGALMI ÁLLAPOT ÉVES VÁLTOZÁSÁVAL (BASKIN ÉS BASKIN 1998 UTÁN).

(D: NYUGALMI ÁLLAPOT; CD: FELTÉTELES NYUGALMI ÁLLAPOT; ND: NINCS NYUGALMI ÁLLAPOT).

A talajok magkészletének csökkentésére irányuló törekvésekben az indirekt megközelítés a megoldás járható útja. Ez azt jelenti, hogy a nyugalmi állapotban lévő magvak csírázását serkentjük, és a csíranövényeket pusztítjuk el. A mezőgazdasági gyakorlatban a talajművelés fokozza a legnagyobb mértékben a talajok magbankjának kiürülését.

Tekintettel arra, hogy a táblák talajának magkészletét elsősorban az ott termő fajok töltik fel, nem pedig a külső forrásból származók, a gyomfajok maghozásának megakadályozásával gátolhatjuk a talaj magkészletének feltöltődését. Ez rendszeres talajműveléssel is elérhető, ami egyben a talajban lévő magvak csírázását is serkenti. A gyakorlati tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy a betakarítás után sokszor hagyják elgyomosodni a területet, és nem fordítanak kellő gondot a tarlóápolásra sem, aminek a következtében talajok gyommagvakkal újra feltöltődnek.

A szántóföldi csírázás törvényszerűségei

Szabadföldi körülmények között a gyommagvak csírázásának általában fajra jellemző szezonális menete van. A gyommagvak csírázásának szabadföldi körülmények között történő szezonális menetét periodicitásnak nevezzük.

A gyommagvak szántóföldi csírázásdinamikáját nagymértékben befolyásolják a különböző évjáratok hőmérséklet és csapadékviszonyai, továbbá az agrotechnikai és a talajművelési eljárások. Annak ellenére, hogy a csírázás optimális feltételei a vegetációs periódus során hosszabb ideig adottak, a magvak csírázása általában az év meghatározott időszakához kötött. A nyári egyévesek esetében ez az időszak tavasszal csupán egy vagy két hónapra korlátozódik és viszonylag kevés azon fajok száma, amelyek folyamatosan csíráznak. Annak ellenére, hogy az áttelelő egyéves fajok tömeges csírázási időszaka ősszel és/vagy télen van, néha tavaszi csúcsok is megfigyelhetők. Néhány nyári egyéves faj esetében előfordulhat, hogy az első tavaszi-nyár eleji csírázási csúcsot, a gyakori talajmunkák miatt, a nyár folyamán több kisebb csúcs is követi.

A mérsékelt éghajlati övben a csírázás periodicitásának szabályozásában szabadföldön a talajhőmérséklet a legfontosabb külső faktor. A hőmérsékleten kívül természetesen egyéb tényezők is hatnak. Ilyen például a talajnedvesség, amely nincsen közvetlen összefüggésben a talajban lévő magvak nyugalmi állapotában bekövetkező szezonális változásokkal. Szerepe elsősorban a csírázással áll szoros kapcsolatban, így a kelési csúcs idejének és időtartamának meghatározásában fontos.

A talajban lévő magvak mélysége is a szabadföldi csírázás fontos szabályozó tényezője, mely a csírázás idejét és mértékét is befolyásolja. A talajmélység növekedésével a csírázás mértéke általában csökken. Minél nagyobb a mag mérete, annál mélyebbről képes kicsírázni. Tekintettel arra, hogy a talajherbicidek bemosódási zónája mindössze néhány cm, a mélyebb rétegekből csírázó magok ellen (*D. stramonium*, *Xanthium* fajok stb.) a talajherbicidek hatástalanok. A gyommagvak számára előnyösebb, ha csak a talajfelszínhez közeli rétegekből csíráznak ki, különben a mag endospermiumának tartalék tápanyag készlete kimerül, mielőtt a csíranövény autotróffá válna. Sok esetben a talajban kicsírázott magvak elpusztulnak, mielőtt a csíranövény elérné a talajfelszínt. Annak ellenére, hogy a talajmélység a szántóföldi csírázás jelentős tényezője, csak mint csírázást módosító (esetleg késleltető) tényezőt kell figyelembe vennünk.

Az anyanövényt ért környezeti hatások szerepe a magnyugalmi állapot kialakulásában: fajon belüli variációk

Számos esetben, ha ugyanazon faj magjait különböző termőhelyekről gyűjtjük be, vagy ugyanarról a termőhelyről különböző időpontokban, azt tapasztaljuk, hogy csírázásbiológiai sajátosságaik fajon belül is eltérnek. Ebben az esetben az anyanövény genetikája és a magérés időszakában az anyanövényt ért környezeti hatások a döntőek.

A csírázásbiológiai sajátosságok a földrajzi szélességtől, a tengerszint feletti magasságtól, a talaj tápelem- és nedvességtartalmától, a hőmérséklettől, a növénytakarótól, a termőhely bolygatottságától függően egy adott fajon belül a különböző populációk esetében jelentősen módosulhatnak.

Számos olyan környezeti tényező ismeretes, amely befolyásolja az anyanövények fejlődését és rajta keresztül a növényeken fejlődött magvak nyugalmi állapotát. Például a *C. album* hosszú nappalos körülmények között nyugalmi állapotban lévő magvakat, míg rövid nappalos körülmények között nevelkedve olyan magvakat képez, melyek nincsenek

nyugalmi állapotban. Közismert a fűféléknél az is, hogy a szárazságstressz alatt fejlődött növényeken lévő magvak (szemtermések) nincsenek nyugalmi állapotban. Az utóbbi években e jelenség ellentétes hatásáról is beszámoltak, mely szerint a *M. annua* szárazságstressz alatt fejlődő egyedeiről származó magvak nyugalmi állapota erősebb volt, mint a csapadékosabb körülmények között nőtt egyedekről származó magvak nyugalmi állapota. A bíboros hajnalka (*Ipomoea purpurea*) alacsony széndioxid tartalmú légtérben fejlődött egyedeiről származó magvak nagyobb mértékben csíráztak, mint a magasabb széndioxid tartalmú légtérben nevelkedett növényekről származó magvak.

A gyűjtés helye is jelentős tényező ebben a tekintetben. A kukorica ökoszisztémából származó *Polygonum pennsylvanicum* egyedeiről származó magvak 2 °C-on nyugalmi állapotukat hamarabb elvesztették, mint a kompetíció nélkül nőtt egyedekről származó magvak. A parlagi rézgyom (*Iva xanthiifolia*) parlagterületről származó magjai azonban magasabb mértékben csíráztak, mint a kukorica állományban fejlődött egyedekről származó magvak.

Az anyanövény fejlődésére ható és a rajta fejlődött magvak csírázásbiológiai sajátosságait meghatározó további tényezők egy adott fajon belül a következők: az anyanövénye egészségi állapota, herbicidek, hormonok, vegetációs periódus hossza, a fény minősége, a talajok ásványi elem tartalma, az anyanövény kora, a mag anyanövényen belüli pozíciója, a mag termésen belül elfoglalt pozíciója, a magérés előtti defoliálás, a talaj nedvességtartalma, a napsugárzás erőssége, a hőmérséklet, a maggyűjtés ideje és az utraibolya fény.

Az eltérő környezeti feltételek között fejlődő növények esetében a növényen fejlődött magvak tulajdonságai megváltoznak (méret, szerkezet, raktározott tápanyagok összetétele). A magvak tulajdonságaiban létrejött változások összefüggésben vannak a csírázásbiológiai sajátosságokkal.

A fent részletezett környezeti hatások okozta intraspecifikus különbségek megnehezítik a csírázásbiológiai vizsgálatok ökológiai értelmezését, illetve csírázásdinamikai modell kísérletek beállítását, különösen az egy adott populáción belül elvégzett kísérleteknél.

A dormancia fajon belüli eltéréseinek okait tanulmányozva meg kell említeni a polimorfizmus fogalmát. Ez a jelenség a gyommagvak esetében azt jelenti, hogy ugyanazon faj két, vagy több különböző, eltérő élettani sajátosságú magokat képez. Szomatikus polimorfizmusról akkor beszélünk, ha ugyanazon a növényen nőtt magvak különböznek egymástól méretben, formában, színben, és ezek a változatok a csírázásbiológiai változatosságot is magukkal vonják. A genetikai polimorfizmus esetében nemcsak egy egyeden belül, hanem ugyanazon populáció különböző egyedein, vagy egy másik populáció egyedein képződnek különböző élettani állapotú magvak.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a gyommagvak nyugalmi állapotának kialakulása, a nyugalmi állapot megszűnése, és a szabadföldi csírázás megindulása a genetikai öröklöttségen túl számos egyéb, az anyanövényre és az anyanövénytől levált magvakra ható környezeti tényező összetett, bonyolult kölcsönhatásainak eredményeként jön létre.

12.1.2. ÉVELŐ NÖVÉNYEK

Az évelő gyomfajokat vegetatív és generatív szaporodásuk jelentősége alapján három csoportba sorolhatjuk. Az első csoportba azok az évelő fajok tartoznak, melyeknél a magról való szaporodás jelentősebb, mint a vegetatív szaporodás. Ezeket a fajokat a nagy

maghozam és a magvak hatékony terjesztési módja jellemzi. Az ivartalan szaporodás ebben az esetben alárendelt jelentőségű. Az idetartozó fontosabb fajok a következők: kúszó boglárka (*Ranunculus repens*), mezei menta (*Mentha arvensis*), közönséges cickafark (*Achillea millefolium*), fodros lórom (*Rumex crispus*), réti lórom (*R. obtusifolius*).

Szántóföldjeink veszélyes, nehezen irtható gyomnövényei tartoznak abba a csoportba, ahol az ivaros és a vegetatív szaporodásmódnak egyforma jelentősége van. Írtásukat megnehezíti, hogy egyidőben kell védekeznünk a magról kelő és a vegetatív szaporítóképletekből kihajtó egyedek ellen. A *S. halepense* a csoport kiemelkedő jelentőségű képviselője. Ide sorolhatjuk az utóbbi években rohamosan terjedő *A. syriaca* és a *C. arvensis* fajokat is.

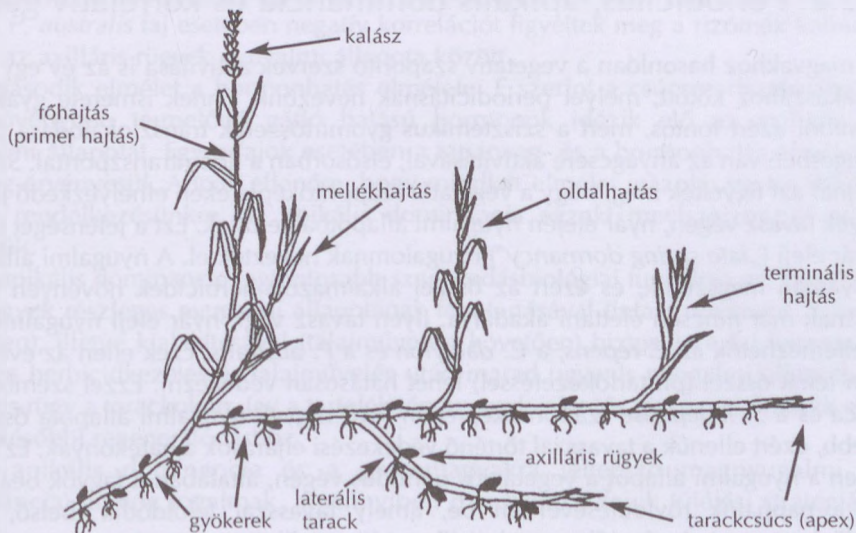
A rendszeres talajművelés hiánya vagy a rossz agrotechnika segíti elő azoknak a fajoknak a felszaporodását (mezei aszat, tarackbúza, csillagpázsit), ahol a vegetatív szaporodás a jelentősebb, és a magról történő szaporodás alárendelt jelentőségű.

Az évelő fajokat vegetatív szaporítóképleteik őszi feltöltődése és tavaszi kiürülése jellemzi. A fotoszintézis során szintetizálódott szerves anyagok a floemtranszporton keresztül ősszel a föld alatti szaporítóképletekbe transzlokálódnak, és vízben oldhatatlan állapotban, makromolekulák (pl. keményítő) formájában raktározódnak. Tavasszal ezekből az anyagokból kisebb, vízdoldható molekulák (pl. cukrok) képződnek, melyek könnyen mobilizálódnak, és kezdeti tápanyagforrást jelentenek a fejlődő hajtások számára.

12.1.2.1. Fontosabb ivartalan szaporodási formák

Tarackos, rizómás fajok

Módosult, földalatti hajtásuk dúsan elágazik, és többé-kevésbé a talajban vízszintesen kúszik. A szaporodást és áttelelést szolgáló módosult hajtások nóduszokkal tagoltak, és minden nóduszon (csomón) egy darab, ún. axilláris rügy található, melyet allevelek borítanak (78. ábra).



78. ÁBRA. A TARACKBÚZA (*ELYMUS REPENS*) SEMATIKUS RAJZA.

A tarackok/rizómák tenyészőkúpban (*apex*) végződnek, amely negatív geotrópos növekedésű, azaz mindig a talajfelszín felé tör. A tarack és a rizóma eredetét tekintve azonos, csupán méretbeli különbségek alapján különböztethetők meg. A rizóma a tarackhoz képest jóval vastagabb és rövidebb szártagú. Az axilláris rügyek távolsága a tarackokon átlagosan 2,5 cm, a rizómákon pedig 1–1,5 cm. A tarackos évelők képviselői az *E. repens*, a csillagpázsit (*Cynodon dactylon*), a mezei zsurló (*Equisetum arvense*) és a mogorós lednek (*Lathyrus tuberosus*). A *S. halepense* és a *P. australis* a rizomás évelőkhöz tartozik.

A tarackos/rizomás fajok regenerálódása igen hatékony, ugyanis a talajművelést követő feldarabolódást követően minden olyan tarack-, illetve rizómaszegmentum képes kihajtani, és új növényt képezni, amin legalább egy ép axilláris rügy van.

Szaporítógyökeres fajok

Az áttelelést és szaporodást módosult gyökerek, ún. szaporítógyökerek biztosítják, melyek – hasonlóan a tarackos/rizomás fajokhoz – többé-kevésbé vízszintesen futnak. Az ebből eredő, ún. vízkereső gyökerek viszont függőleges elhelyezkedésűek, és mélyen hatolnak a talajba. A szaporítógyökér különbözik a módosult földalatti hajtásoktól (tarack, rizóma) abban, hogy vegetatív rügyeit soha nem borítják allevelek, hanem azok szabadon állnak, vagy rejtettek. Másrészt a szaporítógyökér pozitív geotrópos növekedésű, tehát soha nem tör a talajfelszínre. Ebbe a csoportba tartozó fontosabb fajok következnek: *A. syriaca*, *Rubus* fajok, *C. arvensis*, *C. arvense*, mezei csorbóka (*Sonchus arvensis*). A gyökérzet feldarabolódása esetén a járulékos (vegetatív) rügyekből új hajtás és új növény képződik. Általában 5 cm hosszúságú gyökérszegmentum már képes új hajtást fejleszteni.

Fentiekhez képest kisebb jelentőségűek az indás, gumós, gyökértörzsos, hagymás, karógyökeres és tőszáras fajok. Ezek ugyanis a rendszeres talajművelést nem tudják elviselni, ezért elsősorban bolygatatlan, rendszeres talajművelésben nem részesített területeken (rét, legelő, évelő pillangósok, pl. lucerna), szaporodhatnak fel.

12.1.2.2. Periodicitás, apikális dominancia és korrelatív gátlás

A gyommagvakhoz hasonlóan a vegetatív szaporító szervek aktivitása is az év egy bizonyos szakaszához kötött, melyet periodicitásnak nevezünk. Ennek ismerete gyakorlati szempontból azért fontos, mert a szisztémikus gyomirtószerek transzlokálódása szoros összefüggésben van az anyagcsere aktivitásával, elsősorban a floemtranszporttal. Számos évelő fajnál azt figyelték meg, hogy a vegetatív szaporítóképleteken elhelyezkedő járulékos rügyek tavasz végén, nyár elején nyugalmi állapotba kerültek. Ezt a jelenséget tavasz végi, nyár eleji („*late spring dormancy*”) nyugalomnak nevezték el. A nyugalmi állapot a nyár folyamán megszűnik, és ezért az ősszel alkalmazott herbicidek növényen belüli mozgásának már nincsen élettani akadálya. Ilyen tavasz végi, nyár eleji nyugalmi állapottal jellemezhetők az *E. repens*, a *C. dactylon* és a *P. australis*. Ezek ellen az évelő fajok ellen tehát ősszel (pl. tarlókezeléssel) lehet hatásosan védekezni. Ezzel szemben az *A. syriaca* és a *S. halepense* szaporítóképletein lévő rügyek nyugalmi állapota ősszel a legerősebb, ezért ellenük a tavasszal történő védekezési eljárások a hatékonyak. Ez utóbbi esetben a nyugalmi állapot a vegetációs periódus végén, általában a fagyok beálltával és/vagy a nappalok rövidülésével áll be, amely tavasszal feloldódik (belső, vagy „*internal*” *dormancy*). Az évelők nyugalmi állapot harmadik típusát (nyári vagy „*summer*” *dormancy*) a nyári meleg, száraz, hosszúnappalos körülmények indukálják.

Az élő gyomnövények vegetatív szaporítóképletein lévő rügyek egymásra gyakorolt gátló hatását korrelatív gátlásnak nevezzük.

A tarackokon/rizómákon lévő axilláris rügyek kihajtását a tarack/rizóma végén lévő tarackcsúcs (apex) gátolja. Innen származik a jelenség elnevezése: apikális (csúcsi) hatás, vagy apikális dominancia. Az apikális dominancia tehát a korrelatív gátlásnak az a formája, amikor az axilláris rügyek kihajtását az apex gátolja. A jelenség különböző erősséggel ugyan, de minden tarackos és rizomás fajon megfigyelhető. Talajművelésben nem részesített területeken, ahol a gyomnövények zavartalanul fejlődhetnek, az axilláris rügyek 90 %-a nyugalmi állapotban van, és csak 10%-uk hajt ki. Érdekes, hogy ez az érték hasonló a szántóföldi területek talajának egy év alatt aktiválódott gyommagkészletével. Ha a talajművelés során a csúcsmerisztémát eltávolítjuk, illetve a tarackokat feldaraboljuk, akkor az axilláris rügyek 3–5 szöröse hajt ki. Egy 10–15 cm-es tarackszegmentum esetében, melyen átlagosan 5–7 axilláris rügy található, a csúcsmerisztéma eltávolítását követően az apikális dominancia 2–3 hét elteltével újra kialakul. Ez azt jelenti, hogy a tarackcsúcs (apex) szerepét az intakt növényen eredetileg hozzá legközelebb álló axilláris rügy veszi át, és a továbbiakban ez gátolja a többi rügy kihajtását.

A tarack/rizóma hosszúsága és az aktiválódott rügyek száma között negatív összefüggés mutatható ki. Minél hosszabb a tarack/rizóma, annál kevesebb a kihajtott rügyek száma. A regenerálódásban az apikális dominancia csak akkor nem érvényesül, ha a tarackszegmentumokon mindössze egy axilláris rügy található. Fontos e helyen kitérni a ko-dominancia fogalmára és jelentőségére. Ko-dominanciának nevezzük azt a fejlődési állapotot, amikor a föld alatti szaporítóképletek kettő, vagy annál több növekedésben lévő hajtással rendelkeznek. A fejlődő hajtásokat ko-domináns hajtásoknak nevezzük. A tarack, illetve rizómaszegmentumok a hajtásnövekedés tekintetében később polarizáltak, ami azt jelenti, hogy minden esetben a csúcsmerisztémához (apex) közelebb eső rügyek fejlesztenek hosszabb hajtást.

Az axilláris rügyek gátlásának értelmezésére jelenleg két általánosan elfogadott elmélet szolgál. Az első, az ún. tápanyagelmélet, ami szerint a csúcsmerisztéma (apex) elvonja a tápanyagot az axilláris rügyektől, így azok kihajtása a tápanyagszegénység miatt gátolt. A *P. australis* faj esetében negatív korrelációt figyeltek meg a rizómák káliumtartalma és az axilláris rügyek nyugalmi állapota között.

A második elmélet a hormonhatás elmélete. E szerint a csúcsmerisztémában és az anyanövényben termelődő gátló hatású hormonok idézik elő az axilláris rügyek nyugalmi állapotát. Egyes fajok esetében a tápanyag- és a hormonhatás elmélete egyidejűleg érvényesül. Annak ellenére, hogy mindkét elmélet igazolására további adatok állnak rendelkezésünkre, az apikális dominancia egzakt mechanizmusát még nem ismerjük.

Az apikális dominancia legfontosabb szaporodásbiológiai funkciója az, hogy a járulékos rügyek részleges nyugalmi állapotának fenntartásával (intakt növények háborítatlan területen), illetve kialakításával (talajművelést követően) biztosítja a faj fennmaradását. Minden herbicidkezelés és talajművelés után marad ugyanis nyugalmi állapotban lévő axilláris rügy a tarackokon, így a tartalék tápanyagok jelentős része megőrződik egy esetleges későbbi regenerálódáshoz.

Az apikális dominancia és a gyommagvakra jellemző magnyugalmi állapot (dormancia) analóg fogalmak, amennyiben mindkettő a fajok túlélési stratégiáját biztosítja.

12.1.2.3. A regenerálódást befolyásoló környezeti tényezők

A magnyugalmi állapothoz hasonlóan az évelők genetikailag kódolt regenerálódás-biológiai sajátosságait is jelentősen módosíthatják a környezeti tényezők, bár szerepükről kevesebbet tudunk, mint az egyéves növények esetében.

Az ilyen irányú vizsgálatok célja elsősorban az, hogy megállapítsák azt a kritikus talajmélységet, ahonnan az áttelelő vegetatív szaporítóképletek már nem tudnak regenerálódni, és elpusztulnak. Több évelő faj esetében azt tapasztalták, hogy a regenerálódás optimális mélysége 2,5–5 cm. A talajmélység növekedésével párhuzamosan nő a regenerálódás időtartama, és csökken a hajtások száma és hosszúsága. Sok fajnál kritikusnak a 15 cm-es talajmélység tekinthető, ahonnan a szaporítóképletek már csak nagyon nehezen tudnak regenerálódni.

A hőmérséklet regenerálódásra gyakorolt hatása kevésbé ismert. A kísérletek arra utalnak, hogy a tarackok – hasonlóan az egyévesek csírázásához – széles hőmérsékleti tartományon (5–40 °C) belül képesek a regenerálódásra, de az ehhez szükséges optimális hőmérsékleti intervallum szűk (20–25 °C).

Számos kísérlet utal arra, hogy az évelők regenerálódását – hasonlóan a gyommagvak csírázásához – a fitokróm rendszer is szabályozza. A fenyércirok rizómáiban meghatározták a fitokróm mennyiségét, és azt tapasztalták, hogy annak mennyisége a csúcsmerisztémától (*apex*) a bazális rész felé haladva fokozatosan csökken. Ez a megfigyelés is magyarázatot jelenthet az apikális dominancia kialakulásának mechanizmusára.

Ismert az is, hogy jó tápanyagellátottság, különösen magas nitrogénellátottság esetén jóval több a kihajtott rügyek száma, mint tápanyagban szegény talajokon.

12.2. Magasabbrendű növények közötti kölcsönhatások

A szomszédos magasabbrendű növények közötti kölcsönhatásoknak (interferenciának) két fontos formáját különböztetjük meg. A kompetíció (versengés) során a növény a környezet erőforrásaiból „elvesz”, míg az allelopátia érvényesülésekor a növény az általa kibocsátott kémiai anyagokkal gazdagítja a környezetét. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy szabadföldi körülmények között a kultúrnövények és a gyomfajok interferenciájában a kompetíció jelentősebb szerepet játszik.

12.2.1. KOMPETÍCIÓ

A kompetíció (versengés) fogalmának meghatározására a szakirodalomban legtöbbször Donalds definícióját idézik: „Kompetíció akkor lép fel, ha két vagy több szervezet mindegyike keresi a maga sajátos szükségleteinek kielégítését valamilyen adott tényezőtől akkor, amikor a közvetlen ellátás ebből a tényezőtől alatta marad a szervezetek együttes igényének”.

A kompetíció lehet fajon belüli, fajok közötti, genotípusok közötti, genotípuson belüli, és – élő fajok esetében – növényegyeden belüli. Mezőgazdasági és gyombiológiai szempontból a kultúrnövényfajok és gyomnövényfajok közötti interspecifikus kompetíciónak van jelentősége.

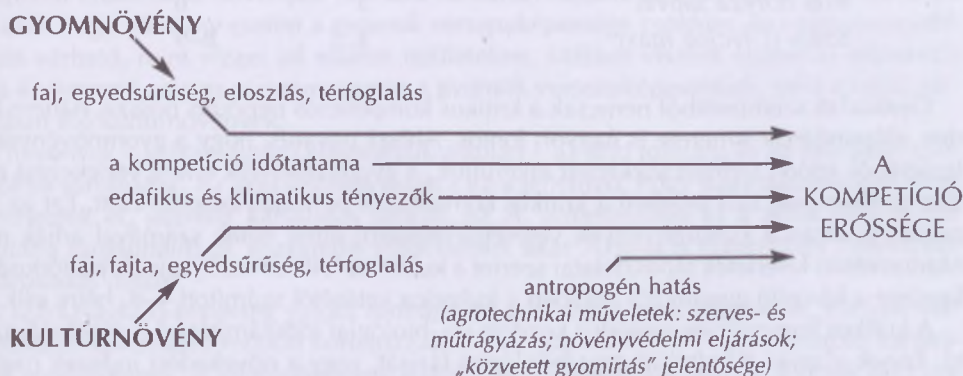
12.2.1.1. Kompetíciót befolyásoló tényezők

A versengés képessége egy adott faj esetében poligénikus úton meghatározott tulajdonság, amit a környezeti tényezők jelentősen módosíthatnak. Általában az erőteljes növekedésű fajok jó kompetíciós képességgel rendelkeznek. Kedvezőtlen környezeti feltételek estén azonban – pl. tápanyagban szegény talajokon –, a lassú növekedés előnyt jelenthet, mert így a növény nem meríti ki túl korán a talaj tápanyagkészletét, és ezért a faj a számára kedvezőtlen ökológiai tényezők közepette is fennmarad.

A kompetíciós képességet befolyásolja még a fajok csírázási ideje. Azok a gyomfajok, melyek a kultúrnövényekkel közel egyidőben csíráznak, vagy csírázási idejük megelőzi a kultúrnövényekét, jobb kompetíciós képességűek, mint a később csírázó fajok. Két faj között annál erősebb a versengés, minél közelebbi rokonsági kapcsolatban állnak egymással, hiszen hasonló igényeket támasztanak a környezeti feltételekkel szemben.

Fontos, kompetíciós képességet befolyásoló tényező még a növények hajtás:gyökér aránya. Ez a hányados minél alacsonyabb, annál kedvezőbb a faj számára, hiszen a nagy kiterjedésű és mélyre hatoló gyökérrendszer segítségével a növény mélyebb rétegekből is tápanyaghoz és vízhez tud jutni, a relatív kisebb levélfelület pedig csökkenti a transpirációból adódó vízvesztiséget.

A kultúrfajok kompetíciós képességének erőssége fordított arányban van kritikus kompetíciós periódusuk hosszával. A gyomnövények és a kultúrnövények közötti versengést meghatározó legfontosabb tényezők a 79. ábrán láthatók. A versengés kimenetelére az agrotechnikai műveletek, ezen belül is a szerves- és műtrágyázás, továbbá a növényvédelmi eljárások igen jelentős hatást gyakorolhatnak. Mindezen, az ember tudatos termesztő tevékenysége által szabályozott műveletek egyik legfontosabb célja az, hogy a kultúrnövények számára olyan kedvező feltételeket biztosítson, melyek a gyomnövényekkel szembeni hatékonyabb versenyképességüket biztosítják. Ebben a szemléletben nem a gyomnövények közvetlen elpusztítása a célunk, hanem az ún. közvetett gyomirtás.



79. ÁBRA. A KULTÚRNÖVÉNYEK ÉS GYOMNÖVÉNYEK KOMPETÍCIÓJÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK (BLEASDALE 1960 UTÁN MÓDOSÍTVA).

12.2.1.2. Kritikus kompetíciós periódus

A gyom- és kultúrnövények közötti versengésnek mindaddig nincsen jelentősége, amíg a környezet erőforrásai valamennyi jelenlévő egyed számára rendelkezésre állnak. Tehát bizonyos ideig valamennyi kultúrnövény képes tolerálni a gyomfajok jelenlétét. Azt az időtartamot, amely alatt a kultúrnövények gyommentességét biztosítani kell, hogy a kompetícióból adódó termésveszteséget elkerüljük, kritikus kompetíciós periódusnak nevezzük. Ezen időszak elteltével a kultúrnövények már képesek elnyomni a később fejlődő gyomnövényeket. A 13. táblázatban néhány kultúrnövény hetekben meghatározott kritikus kompetíciós periódusa látható. Nyilvánvaló, hogy a fajok között e tekintetben jelentős különbségek vannak. A kritikus kompetíciós periódus hossza fajon belül is változhat. A gyomállomány faji összetétele, a fajta tulajdonságai, az évjáráthatás, a gyomsűrűség, a termesztéstechnológiai és a termőhelyi sajátosságok jelentősen befolyásolhatják hosszúságát.

13. TÁBLÁZAT
NÉHÁNY NÖVÉNY KRITIKUS KOMPETÍCIÓS PERIÓDUSA
(ZIMDAHL 1980 UTÁN)

KULTÚRNÖVÉNY	KRITIKUS KOMPETÍCIÓS PERIÓDUS (HETEK)	TOLERÁLHATÓ GYOMVERSENGÉS HOSSZA (HETEK)
Bab (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	5	8
Burgonya (<i>Solanum tuberosum</i>)	6	9
Búza (<i>Triticum aestivum</i>)	5	3
Cukorrépa (<i>Beta vulgaris</i>)	8	4
Földimogyoró (<i>Arachis hypogea</i>)	3–4	4–6
Gyapot (<i>Gossypium hirsutum</i>)	6	8
Vöröshagyma (<i>Allium cepa</i>)	12	1
Kukorica (<i>Zea mays</i>)	3	6
Len (<i>Linum usitatissimum</i>)	12	8
Repce (<i>Brassica napus</i>)	10	6
Rizs (<i>Oryza sativa</i>)	3	6
Szója (<i>Glycine max</i>)	3	8–9

Gyakorlati szempontból nemcsak a kritikus kompetíciós periódus hossza, hanem kezdeti időpontjának ismerete is nagyon fontos. Ahhoz ugyanis, hogy a gyomnövények jelenlétéből adódó terméscsökkenést elkerüljük, a gyomnövények elleni védekezést minden esetben meg kell kezdeni a kritikus kompetíciós periódus kezdete előtt. Ezt az időpontot gyakran a kultúrnövények vetésétől/kelésétől eltelt hetek számával adják meg. Martonvásári kísérletek tapasztalatai szerint a kukorica kritikus kompetíciós periódusának kezdete a károsító gyomfajtól függően a kukorica vetésétől számított 4–8. hétre esik.

A kritikus kompetíciós periódus kezdete ún. biológiai időszámítással is meghatározható. Ennek alapján a kultúrnövény fenológiai fázisát, vagy a növekedési indexek nagyságát veszik figyelembe. Angliai kísérletekben pl. az *A. fatua* elleni védekezést akkor kell megkezdeni, ha a búza a négy leveles fejlettségi állapotot elérte. A cukorrépa kritikus

kompetíciós periódusának kezdete akkor van, ha a cukorrépa levélterület indexe a 0,5 értéket eléri.

12.2.1.3. A természeti erőforrásokért történő kompetíció

A természetben a növények leggyakrabban a tápanyagokért, a fényért és a vízért versengenek egymással. Kisebb jelentőségű a széndioxidért, a helyért, és – vízi növények esetében – a vízben oldott állapotban lévő oxigénért történő versengés. Ezek a tényezők (tápanyag, víz, fény) szoros kapcsolatban vannak egymással, és bármelyikben bekövetkező változás maga után vonja a növény reagálásának módosulását a többi tényezőre is.

A gyomnövények az ásványi anyagokat általában hamarabb és nagyobb mennyiségben veszik fel, mint a velük társulásban élő kultúrnövények, és ez számukra kezdeti kompetíciós előnyt jelent. A kukorica és az *A. retroflexus* kompetícióját tanulmányozva pl. azt tapasztalták, hogy az *A. retroflexus* nitrogén (N) és kálium (K) felvétele 102 ill. 124 %-os volt a kukorica N, és K felvételéhez képest, a kalcium (Ca) és magnézium (Mg) felvétel pedig több mint kétszerese volt a kukorica Ca és Mg felvételének. A szerves- és műtrágyázás nem minden esetben kedvez a gyomnövények és kultúrnövények közötti versengésben a kultúrnövények számára. Az elmúlt évek nagyadagú nitrogén műtrágyázása volt az oka többek között olyan nitrogénkedvelő (nitrofil) gyomfajok tömeges felszaporodásának (pl. *A. spica-venti*, *G. aparine*), melyek ma a veszélyes, nehezen irtható gyomfajaink közé tartoznak.

A szerves- és műtrágyázás következtében egyes gyomfajok kompetíciós képessége nő a kultúrnövényekkel szemben, míg más kísérletek ellenkező határról számolnak be. A tápanyagellátás hatására vonatkozó általános érvényű megállapítás a versengés kimenetele szempontjából nem vonható le. A gyomnövények és kultúrnövények versengését meghatározó tényezők hatása (vö.: 79. ábra) egyidejűleg komplexen érvényesül. A gyomnövényekre vonatkozó tápelemtartalom és a tápelemfelvétel dinamikájának ismerete jelentős mértékben járul hozzá a gyomnövények tápelemekért történő versengésben betöltött szerepének a megítéléséhez.

A másik két erőforrásért, a vízért és a fényért történő kompetíciót jóval kevesebben tanulmányozták, mint a tápanyagokért történő versengést, annak ellenére, hogy mindkét környezeti erőforrás a növények számára nélkülözhetetlen. Számos kísérlet eredménye arra utal, hogy vízhiány esetén a gyomok versenyképessége csökken, és ezért magasabb termés várható, mint vízzel jól ellátott területeken. Máskor viszont éppen az ellenkező hatás érvényesül, vagyis vízhiány esetén a gyomok versenyképesebbek, mint a velük társulásban élő kultúrnövények.

A növények – szárazságtűrő képességük alapján – az arid toleráns és az arid aktív csoportokba sorolhatók. Az arid toleráns fajokra az a jellemző, hogy nagy mennyiségű vizet veszíthetnek el, jelentős károsodás nélkül. Az *A. artemisiifolia* és a pirók ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis*) pl. maximális víztartalmuk akár 70%-át is elveszítheti irreverzibilis károsodás nélkül.

A szárazságtűrő-képesség valódi formáját az arid aktív fajok képviselik, melyek vízvesztésüket különböző módon korlátozzák. A pozsgás növények nagy víztároló kapacitással rendelkeznek. A gyomnövények közül ilyen tulajdonsága van pl. a kövér porcsin-nak (*Portulaca oleracea*). A C₄-es típusú fotoszintézist folytató növényeknél a hatékony sztómareguláció lehetővé teszi stresszhelyzetben (magas hőmérséklet, nagy fényintenzitás,

szárazság) a sztómák bezáródását, ami jelentősen csökkenti a transpirációból adódó víz-veszteséget. Ismert a C_4 -es növényeknél a CO_2 fixálás primer kulcsenzimének a PEP-karboxiláznak a CO_2 -dal szembeni magas affinitása. Ez megnyilvánul abban is, hogy a fénylégzés (fotorespiráció) során felszabaduló CO_2 -ot is képesek megkötni, és ezért zárt légzőnyílások esetén nem szorulnak a légkörből történő CO_2 utánpótlásra.

12.2.1.4. A kompetíció tanulmányozásának módszerei

A kompetíció mechanizmusának tanulmányozására kidolgozott első módszer a hajtás-, a gyökér- és a teljes kompetíció vizsgálata olyan kísérleti elrendezések segítségével, ahol a talaj és/vagy a légtér elkülönítésével külön-külön vizsgálhatjuk a gyökerek között folyó vízért és tápanyagokért, továbbá a hajtások között a fényért történő versengést.

A gyomnövények és kultúrnövények közötti versengés tanulmányozására a helyettesítési és az additív kísérletek terjedtek el.

A helyettesítési kísérletekben a vegyes növényállomány két vagy több komponensének a relatív aránya változik, de a denzitás, vagyis a kevert állomány sűrűsége állandó marad. Ezeknek a kísérleteknek az eredményeiből számos olyan mutatószámot lehet kiszámolni, melyek az adott faj kompetíciós képességének jellemzésére alkalmasak. Ilyenek a relatív sűrűségi koefficiens (*Relative Crowding Coefficient*, RCC), a relatív termés (*Relative Yield*, RY), a relatív össztermés (*Relative Yield Total*, RYT) és az agresszivitás index (AI).

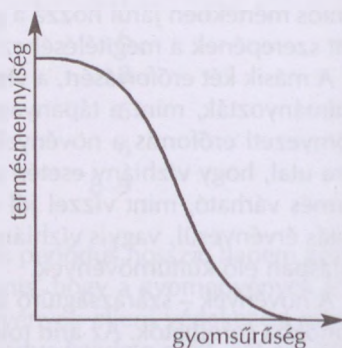
Az egyes kultúrfajok kompetíciós képességének összehasonlítására használható az allometrikus index.

A gyomnövények és kultúrnövények közötti versengés tanulmányozására szolgáló másik eljárásnál, az additív kísérletekben két növényfajt nevelnek együtt. A kultúrfajt az optimálisnak tartott tőszámmal vetik el, ezért sűrűsége állandó. A másik fajnak, a gyomfajnak a sűrűségét viszont változtatják. A különböző gyomfajok egymáshoz viszonyított kompetíciós képessége egy adott kultúrában az additív kísérletekkel jól mérhető. A gyomnövények egyedsűrűségének a termésveszteségre gyakorolt hatását szinte valamennyi kultúrnövénynél vizsgálták. A két változó közötti kapcsolatot különböző függvényekkel ábrázolták (80. ábra).

Ezek során lineáris, exponenciális, a gyomsűrűség négyzetgyök transzformációjával számított lineáris, hatvány, hiperbolikus és egyéb bonyolultabb függvénykapcsolatokat is leírtak.

A gyomnövények termésveszteségre gyakorolt hatásának azonban a gyomsűrűség csak egyik tényezője. Legalább ugyanilyen fontos a gyomnövényzet faji összetételének a hatása. Egy angliai kísérletben beszámoltak arról, hogy őszi búzában az *A. fatua* alacsony, mintegy 20 db/m² denzitása esetén is igen jelentős, 25 %-os termésveszteség következett be. Ezzel szemben ha a károsító gyomfaj a *S. media* volt, akkor 160 db/m² egyedsűrűségnél is mindössze 30%-os volt a termésveszteség.

A fentieken kívül fontos, termésveszteségre ható tényező még a gyom- és kultúrnövény kelése között időszak hosszúsága, valamint az ún. relatív levélterület (a gyomnövényzet levélterületének a teljes levélterülethez viszonyított aránya).



80. ÁBRA. A TERMÉSMENNYISÉG ÉS A GYOMSÚRÚSÉG KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS (ZIMDAHL 1980 UTÁN).

A kompetíció tanulmányozására szolgáló fontos módszer a növekedésanalízis. Ennek alapjait angol ökológusok már a múlt század elején lerakták, melyeket jelenleg is széles körben alkalmazunk. A növekedésanalízis a fotoszintetikus produkció dinamikájának nyomon követésére alkalmas módszer, amely során a növények levélterületben és száraztömegben kifejezett növekedését vizsgáljuk, meghatározott időszakokban történő mintavételezéssel. A biomasszaprodukció növekedése a legtöbb esetben logisztikus függvénnyel ábrázolható (81. ábra). A harang alakú, ún. Gauss-görbe az időegység alatti gyarapodást, az abszolút növekedési ütemet ábrázolja. A növekedés kezdetben lassú, majd üteme felgyorsul, és a maximum elérése után – ami a szigmoid görbe inflexió pontjának, illetve a Gauss görbe csúcspontjának felel meg – ismét csökken.

A levélterület és száraztömeg értékeinek időbeni változásából különböző növekedési indexek számolhatók. A növekedési indexek nagyságából és időbeni változásaiból fontos következtetések vonhatók le egy adott faj kompetíciós képességére vonatkozóan. A növekedési indexeket öt csoportba sorolhatjuk, melyek közül a legfontosabbak a következők:

a) Abszolút növekedési sebességek (abszolút növekedési ütem, *Absolute Growth Rate*, AGR)

$$AGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

b) Relatív növekedési sebességek (relatív növekedési arány, *Relative Growth Rate*, RGR; relatív levélterület növekedési arány, *Relative Leaf Growth Rate*, RLGR)

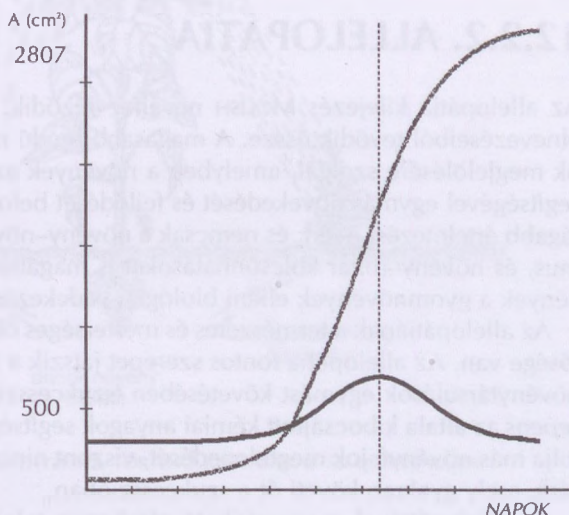
$$RGR = \frac{\ln(W_2/W_1)}{t_2 - t_1}; \quad RLGR = \frac{\ln(A_2/A_1)}{t_2 - t_1};$$

c) Egyszerű arányok (levélterület arány, *Leaf Area Ratio*, LAR; specifikus levélterület, *Specific Leaf Area*, SLA; levéltömeg arány, *Leaf Weight Ratio*, LWR; levélterület index, *Leaf Area Index*, LAI; *Harvest Index*, HI)

$$LAR = \frac{A_1 + A_2}{W_1 + W_2}; \quad SLA = \frac{A}{V}; \quad LWR = \frac{V}{W}; \quad LAI = \frac{A}{P}; \quad HI = \frac{\text{hasznos termés}}{\text{biológiai hozam}}$$

d) Összetett növekedési ráták (nettó aszimilációs arány, *Net Assimilation Rate*, NAR; termésgyarapodási arány, *Crop Growth Rate*, CGR)

$$NAR = \frac{\ln(A_2/A_1)}{W_2 - W_1} \times \frac{(W_2 - W_1)}{A_2 - A_1}; \quad CGR = \frac{(W_2 - W_1)}{P(t_2 - t_1)}$$



81. ÁBRA. AZ EBSZIKFŰ (*MATRICARIA INODORA*) LEVÉLTERÜLETÉNEK VÁLTOZÁSA A VEGETÁCIÓS PERIÓDUSBAN (KAZINCZI 1993 UTÁN).

(W, a hajtás száraztömege; A, levélterület; t, időpont; V, a levélzet száraztömege; P, tenyészterület)

e) Integrál mutatók (levélterület tartósság, LAD: a levélterület index idő szerinti görbéje alatti terület; biomassza tartósság, BMD: a száraztömegváltozás idő szerinti görbéje alatti terület)

12.2.2. ALLELOPÁTIA

Az allelopátia kifejezés MOLISH nevéhez fűződik, a „kölcsonös” és a „ráhatás” görög elnevezéseiből tevődik össze. A magasabb rendű növények közötti olyan kölcsönhatások megjelölésére szolgál, amelyben a növények az általuk kibocsájtott kémiai anyagok segítségével egymás növekedését és fejlődését befolyásolják. Az allelopátia jelenleg már tágabb értelmezést nyert, és nemcsak a növény–növény, hanem a növény–mikroorganizmus, és növény–rovar kölcsönhatásokat is magában foglalja. Az allelopátiás hatású növények a gyomnövények elleni biológiai védekezésben felhasználhatók.

Az allelopátiának a természetes és mesterséges ökoszisztémákban egyaránt nagy jelentősége van. Az allelopátia fontos szerepet játszik a növénytársulások kialakulásában és a növénytársulások egymást követésében (szukcesszió). Nem művelt területeken pl. az *E. repens* az általa kibocsájtott kémiai anyagok segítségével homogén állományt alkotva gátolja más növényfajok megtelepedését, viszont nincs hatása az *Aristida oligantha* csírázására, mely gyakran követi őt a szukcesszióban.

Az allelopátiával magyarázható részben a talajuntság problémája, mely különösen gyümölcsösök újratelepítésénél okoz gondot.

Ezen kívül több növény kivonatairól kiderült az is, hogy gátolják a nitrogénmegkötést és a nitrifikációt, melynek következtében a nitrogén a növényekre káros hatású ammónia formájában halmozódik fel.

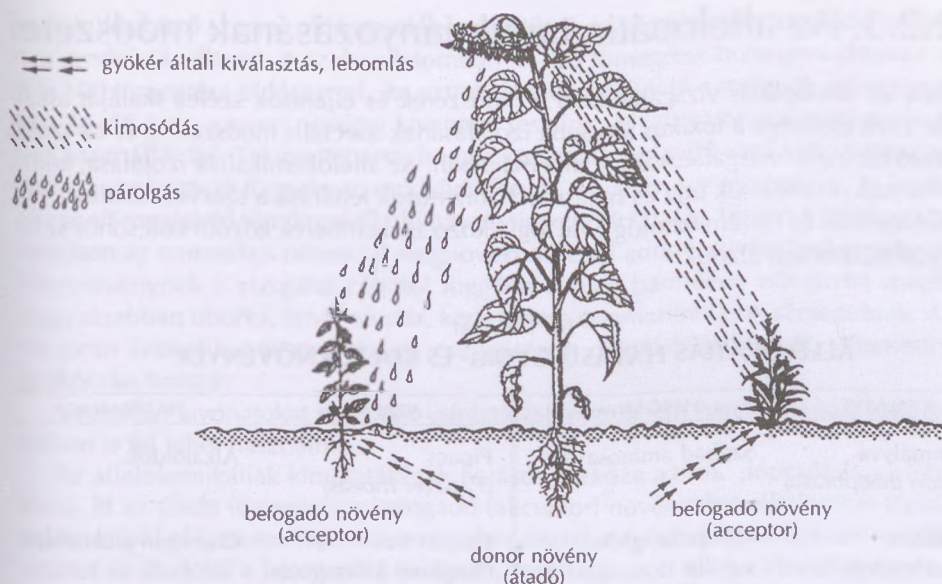
Jelenleg az allelopátiakutatások a világon három nagy témakör köré csoportosulnak, melyek a következők: (a) az allelopátia szerepe a természetes növénytársulásokban, (b) gyomnövény – kultúrnövény kölcsönhatások, (c) az allelokemikáliák azonosítása, kémiai jellemzése és hatásmechanizmus vizsgálatok.

12.2.2.1. Allelokemikáliák

Az allelokemikáliák a másodlagos anyagcsere termékei. Ezeknek az anyagcsere termékeknek azonban csak a szintézise, és nem a jelentősége másodlagos. Allelopátiás szempontból különösen a következő vegyületcsoportok a hatásosak, és a legelterjedtebbek a természetben: fenoloidok, terpenoidok, alkaloidok, glükozidok, laktonok, vízdoldékony szerves savak.

Az allelokemikáliák minden növényi részben jelen lehetnek, így a gyökérzetben, a szárbán, a levélben, a virágban és a termésben is. A leggyakoribb inhibitorforrások a levelek.

Az allelokemikáliák növényekből való kijutása többféle módon történhet (82. ábra). A párolgás során felszabaduló illékony anyagok jelentősége a Föld arid és szemi-arid éghajlatú területein a legnagyobb. Az így kiszabaduló anyagok legtöbbször terpenoidok és szeszkviterpén laktonok. Számos kultúr- és gyomfaj esetében bebizonyosodott, hogy gyökereiken keresztül nagy mennyiségű szerves vegyületet választanak ki, melyek más fajokra gyakorolt gátló hatását is igazolták. Az eső és a harmat a növények föld feletti



82. ÁBRA. AZ ALLELOKEMIKÁLIÁK NÖVÉNYEKBŐL TÖRTÉNŐ KIJUTÁSÁNAK SEMATIKUS RAJZA.

részeiből, elsősorban leveleiből toxikus anyagot moshat ki. Jelentős lehet még a mikroorganizmusok közreműködésével a talajban lévő elbomló növényi maradványokból kiszabaduló inhibitor hatású anyagok mennyisége.

Az allelokemikáliáknak a növények életfolyamatait indirekt és direkt módon befolyásolhatják. Az indirekt, vagy közvetett hatások kevésbé ismertek. Ilyenek lehetnek a talajtulajdonságok megváltozása következtében fellépő hatások, a talaj tápanyagkészletének megváltozása, a növényi populációk változásai, és az azt követő mikroorganizmus- és rovarpopulációk változása.

Direkt hatások alatt az allelokemikáliáknak a növények csírázására, növekedésére és anyagcserére gyakorolt hatását értjük. Az ilyen irányú kutatások az elmúlt években nagy figyelmet kaptak. Mai ismereteink szerint az allelokemikáliák befolyásolhatják a sejtosztódási folyamatokat, a sejtek ultrastruktúráját, a hormonális egyensúlyt, a sejtmembránok permeabilitását, a tápanyagfelvételt, a gázcsere nyílások működését, a fotoszintézist, a légzést, a pigment- és fehérjeszintézist, az enzimek aktivitását, a vízforgalmat, és a nitrogénfixálást, továbbá a növények genetikai programját is módosíthatják.

12.2.2.2. Allelopatikus hatású növények

Az elmúlt évtizedekben számos kultúr- és gyomfajból sikerült kimutatni olyan anyagokat, melyek más fajokra nézve toxikusak. A 14. táblázat néhány allelopátiás növényfajt és hatóanyagot sorol fel.

Érdekes megfigyelés, hogy a IV. Országos Gyomfelvételezés alkalmával legfontosabbnak tartott húsz gyomnövény faj közül csak négy faj (karcsú disznóparéj, köles, szulák keserűfű, vadrepce) allelopátiás hatása nem ismert.

12.2.2.3. Az allelopátia tanulmányozásának módszerei

A kutatók az allelopátiás vizsgálatoknál a módszerek és eljárások széles skáláját alkalmazzák. Ezek többsége a toxikus anyagok izolálásának speciális módszereit, és az izolálást követő biológiai vizsgálatokat foglalja magában. Az allelokemikáliák izolálása, kémiai jellemzésük, szintézisük útja és hatásmechanizmusuk feltárása a szerves kémikus, növényi biokémikus és növényfiziológiai foglalkozó szakemberek közötti kölcsönös szakmai együttműködésen alapul.

14. TÁBLÁZAT
ALLELOPÁTIÁS HATÁSÚ GYOM- ÉS KULTÚRNÖVÉNYEK

A FAJ NEVE	HATÓANYAG	A FAJ NEVE	HATÓANYAG
Selyemmályva (<i>Abutilon theophrasti</i>)	Szabad aminosavak	Pipacs (<i>Papaver rhoeas</i>)	Alkaloidok
Tarackbúza (<i>Elymus repens</i>)	Agropirin, glükovanilin	Fenyércirok (<i>Sorghum halepense</i>)	Cianogén glükozidok
Parlagfű (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	Szeszkviterpén laktonok	Búza (<i>Triticum aestivum</i>)	Fenoloidok, flavonoidok, kumarinok
Selyemkóró (<i>Asclepias syriaca</i>)	Asclepiadin, szitoszerin, kvercetin, nikotin	Lapulevelű keserűfű (<i>Polygonum lapathifolium</i>)	Polifenol, kalkon
Mezei aszat (<i>Cirsium arvense</i>)	Cianogén glükozidok	Magas aranyvessző (<i>Solidago gigantea</i>)	Izokvercitrin
Csillagpázsit (<i>Cynodon dactylon</i>)	Szaponinok	Fakó muhar (<i>Setaria glauca</i>)	Perlolin
Csattanó maszlag (<i>Datura stramonium</i>)	Szokolamin, hioszciamin	Fodros lórom (<i>Rumex crispus</i>)	Tannin, kvercitrin, antrakinon
Napraforgó (<i>Helianthus annuus</i>)	Szeszkviterpén laktonok, triterpén szaponinok, klorogénsav, szkopoletin, triterpén alkoholok	Ragadós galaj (<i>Galium aparine</i>)	Aszperulozid
Rosz (<i>Secale cereale</i>)	Fenoloidok, cianogén glükozidok	Pirók ujjasmuhar (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	Klorogénsav, izoklorogénsav, szulfoszalicilsav

Az allelopátia-kutatásoknak jelenleg elfogadott, egységes metodikája nincsen, ami rendkívül megnehezíti az eredmények összehasonlíthatóságát.

Az allelopátiával foglalkozó kutatásokban – melyekben a mezőgazdasági szempontból fontos kultúr- és gyomfajok közötti kölcsönhatásokat tanulmányozzák – az első lépés a növényi kivonat készítése a donor (átadó) fajból. Ehhez a vizsgált növényi részt felaprítják (homogenizálás), majd a homogenizátumokat megfelelő mennyiségű vízzel

vagy különböző szerves oldószerekkel vegyítik. A növényi rész és az oldószer tömegaránya rendkívül változó. A szakirodalomban 4–100 tömegrész homogenizátumot vegyítenek 100 tömegrész oldószerezrel. Az extrakciós idő leteltével – melynek időtartama általában 24–48 óra – a nyers növényi kivonatot leszűrlik, és laboratóriumi csíráztatási tesztekhez használják fel. Tekintettel arra, hogy a kivonatok serkentő vagy gátló hatása sok esetben a koncentráció függvénye, rendkívül fontos a hígítási sor elkészítése, és kontrollként a mannit megfelelő töménységű oldatával végzett csíráztatás, hiszen a tömény kivonatok esetében az ozmotikus potenciál megnövekedéséből adódó szívóerővel is számolni kell. Tesztnövénynek a vizsgálat céljától függően elvileg bármilyen növényfaj megfelel, de leggyakrabban uborka, fehér mustár, kerti zsázsa és amaránt fajok szerepelnek. A vizsgálat során értékelik a tesztnövények csírázásának mértékét és ütemét, valamint mérik a gyököcske hosszát.

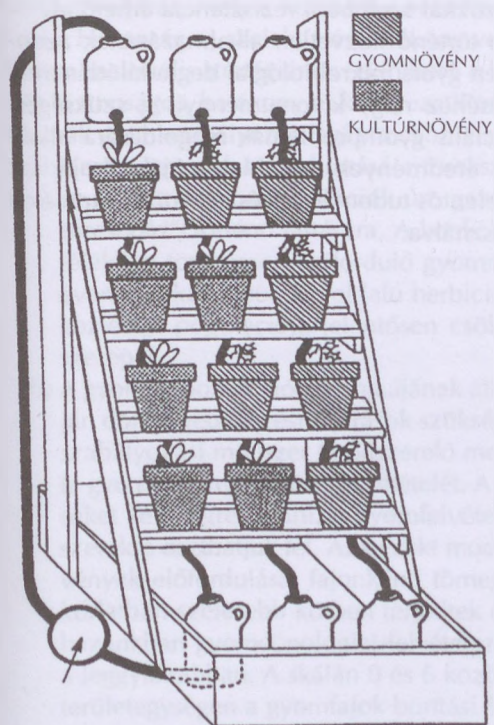
A növényi kivonatok nemcsak csíráztatási tesztekben, hanem hajtáscsúcs-tenyészetekben is fel lehet használni.

Az allelokemikáliák kimutatásának hatásos eszköze az ún. „lépcsőfokos eljárás” (83. ábra). Itt az átadó (donor) és a befogadó (akceptor) növényeket elkülönítve tápoldat áramoltatásával előzetesen lépcsőzetesen elrendezett tenyészedsorokban nevelik. A tápoldatot az átadótól a befogadóig és vissza, meghatározott ideig cirkuláltatják. Az eljárást továbbfejlesztették úgy, hogy a donor és a befogadó növények közé egy cserélőszlopot

iktattak be, így a donor fajból származó minden extraktum izolálható és fitotoxicitása mérhető.

Az üvegházi tenyészedsényes kísérletekben a növényi kivonatok vagy az öntözővízhez hasonlóan juttatják ki, vagy pedig a tenyészedsények tápközegébe előzetesen meghatározott arányban belekeverik a növényi maradványokat, és az értékelésnél mérik a tesztnövények magasságát, friss- és száraztömegét, tápelemtartalmát stb.

A szabadföldi kísérletekben a külső környezeti tényezők (hőmérséklet, csapadék stb.) és a talajban történő mikrobiológiai degradáció jelentős mértékben befolyásolja a kísérleti körülmények között bizonyított allelopatikus hatás érvényesülését. A kisparcellás kísérletekben a már előzetesen hatásosnak bizonyult növényi kivonatokat a gyomirtó szerekhez hasonlóan juttatják ki alapkezelések és posztemergens állománypermetezések formájában, vagy pedig a donor és az akceptor fajt együtt vetik el. Ez utóbbi esetben azonban a kompetíció és az allelopátia hatását rendkívül nehéz egymástól különválasztani.



83. ÁBRA. AZ ALLELOPÁTIÁS HATÁS VIZSGÁLATA LÉPCSŐFOKOS ELJÁRÁSSAL.
(RADOSEVICH ÉS HOLT 1984 UTÁN).

12.2.2.4. Az allelopátia alkalmazása a gyomszabályozásban

A kemizáció káros mellékhatásainak a felismerése világszerte felgyorsította azokat a kutatásokat, melyek élő szervezetek természetes eredetű anyagainak a növényvédelemben való felhasználását tűzték ki célul. A kutatómunka elsősorban olyan alternatív megoldások keresésére irányul, melyek alkalmazásával lehetőség nyílik a szintetikus herbicidek felhasználásának csökkentésére. Egyre több hazai és külföldi kutató keresi azokat a növényfajokat, melyek lehetséges herbicidforrásként számításba jöhetnek.

Az allelokemikáliák használatának előnye abban rejlik, hogy degradációjuk környezetvédelmi szempontból előnyösebb, mint a jelenleg használatos szintetikus peszticideké. A gyors lebomlás következtében viszont hatásuk rövid ideig tart.

Több termesztett növényünk (uborka, szója, napraforgó, zab) allelopatikus hatását használták fel, mint másodlagos gyomirtási stratégiát. A jövő szempontjából talán legbiztosabbnak azok a kísérletek ígérkeznek, melyekben az allelokemikáliák termeléséért felelős gén/géneket izolálják a növényekből, és ezeket a géneket a hagyományos keresztezéses eljárással vagy a modern génátviteli eljárások alkalmazásával beépítik a kultúrfajokba. Ezeknek a géneknek a kultúrfajokba történő bevitelével a gyomnövényekkel, az állati kártevőkkel és a növényi kórokozókkal szembeni rezisztencia érhető el.

A növényi kivonatok gyomszabályozásban történő közvetlen alkalmazásának azonban korlátai is vannak. A már korábban említett gyors mikrobiológiai degradálódás mellett hátrány az is, hogy a kívánt hatás eléréséhez nagy kivonatmennyiség szükséges. Gyomirtási spektrumuk szűk, ezért csak speciális gyomproblémák megoldására alkalmazhatók. Ennek ellenére az eddig elért eredmények azt bizonyítják, hogy az allelopátiára alapozott gyomszabályozásnak jelentős tudományos és gyakorlati tartalékai vannak, melyek jelenleg közel sincsenek kihasználva.

13. AZ INTEGRÁLT GYOMSZABÁLYOZÁS

Az integrált gyomszabályozás szabályozott agroökoszisztéma megközelítést jelent a gyompopulációk szabályozásában és a védekezésnél olyan küszöbérték szinteken, melyek megakadályozzák az ökonómiai kártételt a termesztés évében és a rákövetkező években egyaránt. Az integrált gyomszabályozás olyan hatékony, gazdaságosan megvalósítható eljárás, mely a korszerű növénytermesztés rendszerébe integrálható. Nem tartható a biztonságos, szelektív és hatékony vegyszeres gyomszabályozás helyettesítőjének, hanem racionális stratégiának tekinthető a herbicidhasználat okszerűségének fokozására más biztonságos, hatékony és környezetkímélő gyomszabályozási eljárásokkal együtt. Az integrált gyomszabályozás legfontosabb alapelvei az alábbiak:

- a) Nem a gyomok teljes kiirtására törekszik, hanem a biológiai sokszínűség megőrzése mellett a gyompopulációk ún. gazdasági kártételi küszöbszint alatt („*economic threshold*”) történő tartására. A konkoly (*Agrostemma githago*) korábban a gabonafélékben tömegesen előforduló gyomnövények között szerepelt. Elsősorban a több éven át alkalmazott egyoldalú herbicidhasználat (fenoxi-alkán karbonsavak) következtében populációja jelentősen csökkent és jelenleg a védett növények listáján szerepel.
- b) A gyomok populációdinamikájának állandó figyelemmel kísérése (monitoring) alapján dönt a védekezési eljárások szükségességéről, módszereiről és idejéről. A gyomszabályozási módszer (módszerek) megtervezéséhez szükséges tehát ismerni a tábla gyomnövényzetének összetételét. A gyomvegetáció felmérésére gyomfelvételezéseket kell végrehajtani. A gyomfelvételezési módszereket egzakt és becsléses módszerekre oszthatjuk fel. Az egzakt módszerek az adott területen előforduló gyomnövények előfordulását fajonkénti tömegméréssel vagy számlálással rögzítik. A gyakorlatban szélesebb körben terjedtek el az ún. becsléses módszerek, melyek közül hazánkban gyomcönológiai felvételezésekre a Balázs–Ujvárosi skálát alkalmazzák a leggyakrabban. A skálán 0 és 6 közötti értékszámokkal lehet jellemezni egy adott terület egységén a gyomfajok borítási %-át. A 0 érték 0,10%-os, a 6-os érték 100%-os gyomborításnak felel meg. Lényeges szempont a gyomfelvételezések időpontjának, a felvételezések helyének és számának meghatározása, továbbá a mintaterületek optimális nagyságának megállapítása.
- c) A rendelkezésre álló módszerek (agrotechnikai, mechanikai, kémiai, biológiai) közül mindig azokat helyezi előtérbe, melyekkel a gyompopuláció úgy szabályozható, hogy az agrobiocönózis hasznos tagjai ne károsodjanak.

- d) A gyompopuláció szabályozása mellett környezetvédelmi (peszticidterhelés csökkentése) és ökológiai szempontok is fontos szerepet kapnak.
- e) Az integrált gyomszabályozás alapja a prevenció, vagyis az arra történő törekvés, hogy a gyomnövények károsító hatásukat ne fejthessék ki a kultúr-ökoszisztémákban. Ennek érdekében különböző eljárásokkal (pl. talajművelési eljárások során a gyommagvak talajfelszín közelébe kerülése, gyorsan és jól záródó, jó árnyékoló hatással rendelkező fajták termesztése) lehet elérni a gyomnövények szaporítóképleteinek csökkentését a talajban. Lehetőség szerint (pl. melegigényes kultúráknál az utolsó talajművelés minél későbbre történő kitolása, gyomokra allelopátiás hatású növényfajták termesztése) meg kell akadályozni a gyomok és a kultúrnövények egy időben történő kelését. Jó kompetíciós képességű fajták termesztésbe vonásával és a megfelelő módon végzett trágyázással minimálisra kell csökkenteni a gyomnövények és a kultúrnövények közötti versengést. Kétszikű kapáskultúráknál fokozott figyelmet kell fordítani a termesztésre megfelelő terület kiválasztására, amely lehetőség szerint mentes legyen a veszélyes, nehezen irtható kétszikű gyomfajoktól. A vetőmag tisztasága is fontos preventív tényező.
- f) A mikroorganizmusok felhasználása a talajban lévő vegetatív és generatív szaporító szervek elpusztításában a jövőben várhatóan növekedni fog.

13.1. Agrotechnikai gyomszabályozás

Az agrotechnikai gyomszabályozás legfontosabb tényezőihez tartozik a vetésforgó, a szerves- és műtrágyázás, a jó versenyképességű kultúrfajok és genotípusok termesztése, a takarónövények alkalmazása, a vetés optimális időpontjának és az optimális növény-számnak a meghatározása.

A vetésforgó a gyomszabályozás szempontjából rendkívül hasznos, mert segít megakadályozni, hogy a jó alkalmazkodóképességű gyomnövények dominánssá váljanak. A jó vetésforgó magában foglalja az őszi és tavaszi kultúrnövények (és megfelelő gyomnövényeik) közötti váltást; az egyéves és évelő kultúrnövények közötti rotációt; a sűrűsoros, zárt állományt alkotó, a gyomnövényeket árnyékoló gabonafélék és a tág térállású, a gyomokat kevésbé elnyomó kapásnövények közötti váltást; a különböző mechanikai és agrotechnikai gyomszabályozási eljárásokat (kultivátorozás, kaszálás, takarónövények, zöldtrágya stb.).

A vetésforgók a növényváltás miatt a herbicidek rotációját is magukban foglalják, ami a gyomnövényekben a herbicidrezisztencia kialakulásának legfontosabb preventív eleme. A kétszikű kapáskultúrákban gondot okozó évelő kétszikűek populációja gabona előveteményben olcsó hormonhatású szelektív herbicidekkel egyszerűen szabályozható. Napraforgó-állományban viszont a gabonafélékben csak költséges eljárásokkal irtható *A. spica-venti* és *A. myosuroides* populációk könnyen szabályozhatók.

A szerves- és műtrágyázás gyomszabályozó hatása számos környezeti és termesztéstechnológiai tényező függvénye. Meg kell teremteni a trágyázás összhangját a kultúrnövények tápanyaghasznosító képességével, a gyomproblémákkal, a talajfeltételekkel és a gyomszabályozás egyéb eljárásaival. A gyomnövények és a kultúrnövények közötti táp-

anyagokért történő versengés komplex folyamat. Az alapelv az, hogy a gyomnövények kárára növeljük a kultúrnövények kompetíciós képességét, a természetes erőforrások maximális hasznosítása érdekében. A kultúrnövények akkor versengenek legeredményesebben a gyomnövényekkel szemben, ha az agrotechnika lehetővé teszi a korai kelést, a gyors állományzáródást és gyökérfejlődést, ill. a magas növekedési rátát. Közismert, hogy a fajokon belül a fajták és a genotípusok kompetíciós képessége is eltérő.

A takarónövények használatának legfőbb célja a gyomok elleni védekezésben az, hogy a gyompopulációt szabályozható takarónövényekkel helyettesítsük. A takarónövényeket a gyomokra gyakorolt fizikai (kompetíció) és kémiai (allelópátia) hatásuk miatt használjuk. Általánosságban megállapítható, hogy a takarónövények kezdetben a gyomnövények csírázására és fejlődésük elnyomására képesek, de a teljes tenyészidőszakban nem alkalmasak a gyomszabályozás megvalósítására.

A vetés előkészítésének idejével is jelentősen befolyásolható a gyomvegetáció. Amennyiben a vetőágyat néhány héttel a tervezett vetés időpontja előtt elkészítik, akkor a kelő gyomnövények kontakt herbicidekkel még a kultúrnövények vetését megelőzően könnyen elpusztíthatók.

A kisebb sor- és tőtávolság (sűrűsoros növények, pl. búza, borsó) növeli a kultúrnövények kompetíciós képességét, és gyakran minimalizálja, optimális esetben pedig meg is szüntetheti a kémiai gyomirtás szükségességét.

13.2. Mechanikai gyomszabályozás

A korszerű gyomszabályozási technológiák alapját a mechanikai módszerek jelentik. Ide sorolhatók a kapálás és gyomlálás, a különböző talajművelési eljárások, a kaszálás, a mulch (talajtakarás), az elárasztás, a tűz- és hőkezelés. Ezek közül a mezőgazdasági nagyüzemi termesztésben leggyakrabban a talajművelést, és a kaszálást, kiegészítő eljárásként pedig a kézi kapálást és a gyomlálást alkalmazzák.

A talajművelés egyik legfontosabb célja a növénytermesztés egész története során az volt, hogy minimalizálja a gyomok kártételét. A talajművelés során az évelő gyomfajok vegetatív szaporítóképleteinek feldarabolódásával megszüntetjük az axilláris rügyek apikális dominanciáját, így a vegetatív rügyek kihajtása hozzájárul a vegetatív szaporítószervek tartalék tápanyagkészletének kimerüléséhez, valamint a szisztémikus levélherbicidek sikeres alkalmazásához. A talajművelés során a talajfelszín közelébe került gyommagvak nyugalmi állapota feloldódik, és a csíranövények ismételt talajműveléssel, vagy kémiai úton könnyen elpusztíthatók. A tarlóhántás, az őszi mélyszántás és a sorközök kultivátorozása kiemelt jelentőségű. A redukált talajművelési vagy talajművelés nélküli rendszerekben („no tillage”) az egyéves egyszikűek és az évelő fajok felszaporodása várható. A szántás nélküli talajművelés következménye a növényi maradványok felszaporodása a talaj felszínén, ami akadályozhatja a talajherbicidek hatékonyságát.

A kaszálás általánosan elterjedt a takarmánynövény-termesztésben, a rét- és legelőgazdálkodásban. Ruderális területeken a gyomszabályozás szinte kizárólagos módjának tekinthető. A kellő időben és megfelelő rendszerességgel végzett kaszálások megakadályozzák a gyomnövények magképzését, és csökkentik az évelők tartalék tápanyagkészletét.

A kézi kapálás és gyomlálás a gyomszabályozás legősibb és legegyszerűbb módja. A fejlődő országokban jelenleg is a gyomszabályozás csaknem egyetlen eszköze. Időigé-

nyes és drága. Jelentős lehet azonban veszélyes gyomnövények szórványos megjelenésekor, valamint különösen értékes növénykultúrákban és kísérleti körülmények között.

Mechanikai gyomszabályozásra alkalmas gépi eszközök az ásógép, a különböző boronák (pl. rugós borona, ujjas forgóborona), gyomfésűk, gyomkefék (horizontális és vertikális), kerek kapa, csillag- vagy küllős kapa, saraboló kapával felszerelt kultivátor stb. Az utóbbi években számos új mechanikai eljárást is (pl. hidropneumatikus gyomirtás) kidolgoztak, elsősorban az ökológiai gazdaságok számára.

13.3. Biológiai gyomszabályozás

A biológiai gyomszabályozás során a gyomnövények természetes ellenségeit (kártévőit, kórokozóit) használjuk fel a gyompopuláció csökkentésére. Tágabb értelemben magában foglalja az allelopátiát, valamint a herbicidrezisztens és erős kompetíciós képességgel rendelkező fajták használatát is.

A potenciális biotikus tényezők közül a legnagyobb figyelem a rovarokra irányul. Ahhoz, hogy a rovarok a hatékony gyomszabályozás megfelelő eszközei legyenek, a következő sajátosságokkal kell rendelkezniük:

- a) Súlyosan károsítsák, vagy pusztítsák el a gyomnövényt
- b) Elégé mobilisak legyenek ahhoz, hogy megtelepedhessenek a gyomnövényeken
- c) Gyors szaporodóképességgel rendelkezzenek
- d) Képesek legyenek egy adott területhez és a gyomnövényhez is alkalmazkodni

A gyomok rovarokkal szembeni sebezhetősége fokozható a különböző agrotechnikai eljárások, pl. trágyázás segítségével. Új módszer a rovarkártétel fokozására a lárvák herbicidekkel történő bevonása, és a rovarok kórokozókkal történő együttes alkalmazása.

A rovarok felszaporításának és kibocsájtásának módszerét ott használják, ahol a gyomok rovarkártételét az alacsony rovarpopuláció akadályozza. A sikeres alkalmazások közé tartozik például az *Amaranthus* fajokat károsító *Disonycha glabrata* rovar kibocsájtása. A rovarok tenyésztésének és kibocsátásának költsége azonban igen magas.

A növényi kórokozók közül a fajspecifikus fitopatogén gombáknak van a legperspektivikusabb szerepe a gyomnövények elleni biológiai védekezésben. A klasszikus megoldás ökológiai megközelítésen alapul, melyben kevés számú kórokozó ágenst juttatnak ki egy alkalommal. A kórokozó szervezet és a gyomnövényzet között kialakul egy egyensúlyi állapot, ami a gyomvegetációt egy elfogadható, alacsony szinten tartja. A bioherbicid stratégia szerint az inokulum szuszpenzióját a herbicidekhez hasonlóan juttatják ki. Jelenleg már több, a gombaspórák szuszpenzióját tartalmazó, ún. mikroherbicid készítmény van kereskedelmi forgalomban.

13.4. Kémiai gyomszabályozás

A gyomirtó szerek (herbicidek) használatának három fő célja van a gyomok szabályozásában: (a) a gyomok kultúrnövényekkel azonos időben történő kelésének megakadályozása; (b) a gyomnövények és kultúrnövények közötti versengésnek a minimalizálása; (c) a talaj gyommagkészletének, és a vegetatív szaporítóképletek számának a csökkentése.

A herbicidek vezető szerepet foglalnak el az integrált gyomszabályozási rendszerekben. Hazánkban jelenleg közel 300 gyomirtó szer felhasználása engedélyezett, melyek több mint 100 aktív hatóanyagot foglalnak magukban. Az engedélyokiratok kibocsátása folyamatos, ugyanakkor néhány gyomirtó szert ki is vonhatnak a forgalomból. Így került sor – elsősorban humánegészségügyi okok miatt – 1990-ben a paraquat hatóanyagú Gramoxone készítmény engedélyének visszavonására.

A gyomirtó szerek használatának számos előnye van. Lehetővé teszik a gyomok szabályozását ott, ahol a kicsi sortávolság miatt a sorközművelés nem lehetséges, továbbá redukált talajművelés esetén és a talajművelés nélküli rendszerekben. Használatukkal csökkenthető a talajművelések száma, és csökken a felhasznált kézi munkaerő. Alkalmazásuk nagyüzemi körülmények között lehetővé teszi a növénytermesztés és betakarítás komplex gépesítését. Használatuk viszonylag olcsó, hatékonyságuk gyors és megfelelő. Többségük szelektív hatású, és kis mennyiségben szükséges („mikroherbicidek”).

Alkalmazásuk hátrányaként azonban ki kell emelni, hogy a szelektív herbicidek használata a gyompopulációkban káros változásokat idéz elő (herbicidrezisztens gyombiotípusok kialakulása). A gyomirtó szerek a talaj termékenységéért felelős mikroorganizmusok tevékenységére hátrányosan hatnak, továbbá környezetvédelmi és humánegészségügyi okok miatt hátrányosak lehetnek.

A herbicides kezeléseket csoportosíthatjuk a kijuttatás időpontja szerint.

A gyomirtó szereket alkalmazhatjuk a kultúrnövények vetése előtt (*presowing* eljárás). A fényérzékeny, vagy a nagy gőzteniőjú gyomirtó szereket (pl. dinitroanilinek, tiokarbamátok) a vetés vagy a palánták kiültetése előtt a talajba bedolgozva (*preplanting incorporated*, PPI) juttatjuk ki. E módszer előnye, hogy a korai herbicidkijuttatás csökkenti a későbbi tavaszi munkacsúcsot és a perzisztens herbicidek utóhatásának kockázatát. A herbicidek talajba történő bedolgozása azonban nagyobb munkaerő-ráfordítást igényel, és a talaj tömörödését okozhatja. Redukált talajművelési rendszerekben nem alkalmazhatók. A kultúrnövények vetése után, de kelésük előtti gyomirtó szeres kezelést preemergens kijuttatásnak nevezzük. A *presowing*, PPI és preemergens kezeléseket összefoglalóan alapkezeléseknek nevezzük. Az alapkezelések kizárják a korai gyomkonkurrenciát, ezáltal a kultúrnövények kezdetben gyommentes környezetben fejlődhetnek. Alapkezelésként elsősorban a talajon keresztül (is) ható, ún. talajherbicideket alkalmazhatunk, melyek tartamhatással rendelkeznek. Megfelelő hatékonyságukhoz elengedhetetlen a bemosó (10–20 mm) csapadék. Amennyiben száraz tavasz prognosztizálható, célszerű a herbicidek bedolgozása a talaj felső néhány cm-es rétegébe, míg nedves, csapadékos időjárás esetén a preemergens kezelések is megfelelő hatékonyságot nyújtanak. A túlzott mennyiségű csapadék a herbicideknek a mélyebb talajrétegekbe – a kultúrnövények csírázási zónájába – történő lemosódását eredményezheti, ezáltal a kultúrnövényeken is toxikus tünetek jelentkezhetnek, illetve a herbicidek a talajvízbe ill. a felszíni vizekbe kerülve szennyezhetik a környezetet.

A kultúrnövények kelése utáni, ún. állománykezeléseket posztemergens kezeléseknél nevezzük. Ezek hatékonysága független a talaj tulajdonságaitól, a talajművelési rendszertől és a bemosó csapadék mennyiségétől. A kezelés után lehulló csapadék a gyomirtó szerek káros lemosódását eredményezheti a gyomnövények levélzetéről, ami a megfelelő hatékonyság elérését akadályozza. Az utóbbi években a vegyszeres gyomirtási technológiák az egyes kultúráknál a posztemergens eljárások irányában tolódtak el. A posztemergens kezelések esetén a gyomfelvételezések eredménye alapján választhatók ki a legalkalmasabb herbicidek. Az ilyen kezelések hátrányaként kell megemlíteni azt,

hogy – az alapkezelésekben használatos talajherbicidekkel ellentétben – kevés posztemergens gyomirtó szereknek van tartamhatása, ezért a későbbi időpontokban csírázó gyomfajok ellen további védekezésekre van szükség. Fontos a gyom- és kultúrnövények optimális fenológiai stádiumában végzett permetezés. Gabonafélékben például a hormonhatású herbicidekkel történő permetezéseket a kalászosok 4–6 leveles állapota és a bokrosodás vége között lehet végrehajtani. A megkésétt, – szárbaindulás kezdetén alkalmazott – kezeléseknél ugyanis a kultúrnövény károsodhat, léha kalászkok alakulhatnak ki. Hatékonyságuk a 2–4 leveles állapotban lévő kétszikű gyomfajok ellen optimális.

A posztemergensen kijuttatott gyomirtó szerek lehetnek kontakt hatásúak (csak az érintett növényi részt pusztítják el, ezért csak az egyéves gyomok ellen hatékonyak), és szisztémikusak, azaz a növényben transzlokálódhatnak. Ez utóbbiak alkalmazásával az évelő gyomfajok ellen is jó hatékonyságot lehet elérni.

Viszonylag új, de egyre inkább elterjedt – különösen kukoricaállományban – az ún. „pre/poszt” eljárás. Ez azt jelenti, hogy a vetőágykészítés néhány héttel a kultúrnövények vetése előtt megtörténik. A vetésig a tábla „kigyomosodik”, és a vetőmag gyomos földre kerül. A vegyszeres védekezés preemergensen, a kultúrnövény kelése előtt történik. A gyomirtás tehát a kultúrnövények fenológiájához viszonyítva preemergensnek, a gyomfajok fenológiai állapotához képest viszont posztemergens eljárásnak tekinthető, innen a „pre/poszt” elnevezés.

A kezeléseket csoportosíthatjuk a kezelendő célfelület nagysága alapján is. Legelterjedtebb a teljes felületi kezelés, amikor a gyomirtó szert földi vagy légi úton egy adott területre egyenletesen szórjuk ki. Ilyenkor különös gondot kell fordítani az ismételt rápermetezések megelőzésére, mely során az emelt dózis az adott kultúra vagy a következő évi kultúra foltszerű pusztulását okozhatja. Sorkezeléseknél csak a kultúrnövények soraiban végzünk vegyszeres gyomirtást, a sorkö�öket valamilyen mechanikai eszközzel (pl. kultivátor) tartjuk tisztán. A levél alá történő permetezés a posztemergens kezelések egyik formája, amikor védőlemez vagy speciális szórófejek segítségével a permet-szert a kultúrnövény levélzete alá juttatják ki. A kenési eljárás lényege, hogy a nedvesíthető felületre folyamatosan jut fel a gyomirtó szer oldata, mely a gyomnövényzetre keni a szert. A talajfertőtlenítő szereket talajinjektálással juttatjuk a talajba. Az erdészetben alkalmazzák a kéreg- és tönkkezelést, melyben a fák kérgén ejtett seben át juttatják be a herbicidet, illetve a kivágott fák tuskóit ecsetelik, amely a sarjhajtások képződését gátolja meg.

A talajfelszínre, ill. a talajba juttatott gyomirtó szerek lejtős, erózióknak kitett területeken az elfolyás, nagy mennyiségű csapadék esetén pedig a lemosódás révén szennyezhetik a felszíni természetes és a felszín alatti vizeket, és a mélyebb talajrétegeket. A szennyezés mértéke függ a herbicid tulajdonságaitól (pl. oldhatóság, adszorpció, felezési idő stb.), a talaj tulajdonságaitól (kémhatás, kötöttség, humusztartalom), a környezeti és az éghajlati körülményektől. Például az amidoszulfuron hatóanyag felezési ideje savas (pH, 5) közegben 40 nap, semleges közegben (pH, 7) kb. egy év. A pozitív töltéssel rendelkező herbicidok (diquát, glifozát) erősen kötődnek az agyagásványok negatív adszorpciós helyeihez, ezért ha az adszorpciós egyensúlyi helyzet kialakul, kevésbé mobilisak. Ezzel szemben a negatív töltésű hatóanyagok (fenoxi ecetsav származékok, dikamba) a hirtelen, heves esőzéseket követően könnyen kimosódnak a talajból. Számos hatóanyagcsoport tagja (triazin származékok, imidazolinok, szulfonilureák) a jelentős perzisztencia révén jelent a környezetre terhelő hatást. Az ilyen hatóanyagoknál jelentős lehet az utóvetemény-korlátozás, melyben meghatározzák azt a minimális időszakot, amin belül néhány kultúrnövény nem vethető az adott területre. Például klórszulfuron

hatóanyaggal gyomirtott őszi búza helyére a következő gazdasági évben csak kalászos gabona vethető. Imazamox hatóanyagú készítményekkel posztemergensen gyomirtott területen (szója, borsó) repce és cukorrépa csak 12 hónap után vethető, egyéb fajokra nincsen korlátozás.

Az állományokban alkalmazott posztemergensen kijuttatott herbicidek egy része nemcsak a célfelületre kerül, hanem lemosódhat a talajba, elsodródhat a levegőben. A herbicidek környezetszennyező hatásairól a rendszeresen reprezentatív jelleggel, monitoring rendszerben végzett nagyszámú talaj-, felszín alatti és felszín feletti vízminta, valamint szermaradék vonatkozásában a fogyasztásra kerülő növényi termékek vizsgálatának eredménye adhat választ. Hazánkban már 1992 óta működik az Országos Környezetvédelmi Információs és Monitoring Rendszer első alrendszereként létrehozott Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM), melynek célja az ország talajainak minőségében bekövetkező változások regisztrálása és időbeni nyomon követése a megfelelő szabályozás érdekében. Nemcsak a talajban, hanem a felszíni, a felszín alatti vizekben és a növényi termékekben található esetleges növényvédőszer-maradékok vizsgálatára is sor kerül. Az eddigi vizsgálatok eredményeiből megállapítható, hogy környezetünk szennyezőiként a gyomirtó szerek közül a legnagyobb arányban a hagyományos gyomirtó szer családok tagjai szerepelnek (pl. triazinok, klóracetanilidek, fenoxi-alkán karbonsavak). A gyomirtó szerek rendeltetésszerű használata esetén általában nem jelentkezik mérhető szermaradék a növényi termékekben. Probléma az elsodródás, illetve a hosszú élelmézőegészségügyi várakozási idejű szerek túl késői kijuttatása esetén jelentkezhet (pl. a fluazifop-P-butil hatóanyagú Fusilade Forte készítmény alkalmazása esetén az élelmézőegészségügyi várakozási idő a kultúrnövénytől függetlenül 56 nap). Hazai körülmények között a jövőben feltétlenül indokolt az ún. új generációs, kis mennyiségben kijuttatott, fokozott biológiai aktivitással rendelkező herbicidek vizsgálata is. Hazánkban számos, a közelmúltban megjelent fontos jogszabály ad útmutatást a növényvédő szerek környezetkímélő felhasználásához.

A herbicidek megfelelő módon történő kijuttatása és a helyes permetezéstechnika nagymértékben hozzájárul a környezeti károk csökkentéséhez, a jó gyomirtó hatásához és a kultúrnövényeken jelentkező esetleges toxikus tünetek mérsékléséhez. Különböző segédanyagok (felületaktív anyagok, paraffinolajok, növényi eredetű olajok stb.) alkalmazásával csökkenthető a permetlé felületi feszültsége, ezáltal jobb fedettség, hatékonyabb penetráció érhető el. Fontos azonban megjegyezni, hogy azoknál a kultúráknál, amelyeknél a posztemergensen kijuttatott herbicidekkel szemben a szelektivitás a levelek viaszrétegének köszönhető (borsó, repce, vöröshagyma), nem szabad felületaktív anyagokat használni, hanem nagy cseppképzésű szórófejek alkalmazásával biztosítani kell, hogy a kultúrnövények leveléről a permetcseppek leperghessenek.

Minden olyan esetben (földi és légi permetezéseknél egyaránt), amikor a permetlé elsodródását kívánjuk megakadályozni (pl. hormonhatású gyomirtó szerek), ajánlatos cseppnehezítők használata. Minél kisebb a szórófej nyílásmérete, és minél magasabb a permetlényomás, annál kisebb cseppek keletkeznek, és az elsodródás veszélye annál nagyobb. Ebben a tekintetben a 100 mikronnál kisebb átmérőjű cseppek tartománya a kritikus.

A szórófejek és a permetezési célfelület közötti távolság, a haladási sebesség, a permetlé nyomás helyes megválasztása, továbbá a léghőmérséklet, a szél sebességének és irányának figyelembevétele egyaránt fontos a helyes permetezéstechnika szempontjából. 5 m/sec feletti szélesebbesség esetén a permetezés nem javasolt. Földi permetezéseknél a hektáronként kijuttatott permetlé mennyiség 100 és 400 l/ha között van, a légi permetezéseknél ettől jóval kisebb, mintegy 40 l/ha.

Egyes herbicidek alacsony vagy magas hőmérsékleten történő kijuttatása növelheti a kultúrnövényeken okozott toxicitást. Egyes karbamidszármazékok 25 °C feletti hőmérsékleten kijuttatva perzselést okozhatnak a kultúrnövényeken. Hormonhatású gyomirtó szereket gabonafélékben csak 5 °C feletti léghőmérséklet esetén lehet alkalmazni, illetve akkor, ha a kezelést megelőzően nem volt fagy, és az előrejelzések szerint a kezelést követően sem várható néhány napig.

A gyomirtástervezésben a jövőben várhatóan egyre fontosabb szerepe lesz az ún. helyspecifikus gyomszabályozásnak. A térinformatikai eszközök fejlődésével és gyakorlati alkalmazásával újabb lehetőségek nyílnak meg a precíziós gyomszabályozásban. Ennek alapját azok a gyomfelvételezési térképek jelentik, melyek elkészítéséhez a globális helymeghatározó rendszereket (GPS) és a geográfiai információs rendszereket (GIS) használják fel. A gyomtérképek alapján a megfelelő szoftverek segítségével utasítás írható a permetező automatika számára. A lokális gyomszabályozás módszerével eddigi tapasztalatok szerint 21–56%-kal csökkenthető a herbicidfelhasználás. Ezáltal csökken a környezet peszticid terhelése, és egyben növekszik a herbicid kezelésekre határfoka is.

Tekintettel arra, hogy a világon a forgalomban lévő növényvédő szerek csaknem fele gyomirtó szer, valamint az integrált gyomszabályozási eljárásokon belül a vegyszeres gyomszabályozás szerepe a legjelentősebb – és várhatóan a jövőben is az lesz –, a továbbiakban a gyomirtó szerek (herbicidek) tulajdonságaival kapcsolatos ismereteket tárgyaljuk.

14. A HERBICIDEK HATÁSMECHANIZMUSA ÉS A SZELEKTIVITÁS

A herbicidek a növények anyagcsere-folyamataiba vagy a növekedésébe egy vagy több kémiai reakció befolyásolása révén avatkoznak bele. A herbicidek gyakran több élettani folyamatot is befolyásolhatnak, de a csoportosításban mindig a fő hatásmechanizmust vesszük figyelembe.

Hatásmechanizmus alapján a herbicideket négy nagy csoportba soroljuk: (a) fotoszintézisgátlók, (b) légzésgátlók, (c) növekedésgátlók és (d) bioszintézisgátlók.

A legtöbb herbicid hatóanyag a fotoszintézisgátlók csoportjába tartozik, amelyek a fotoszintetikus elektrontranszport, vagy a víz fotolízisének (Hill reakció) gátlásával fejtik ki hatásukat. Légzésgátló hatóanyagok melegvérűekre – így az emberre is – gyakorolt erős toxikus tulajdonságuk miatt jelenleg nincsenek forgalomban. A növekedést szabályozó herbicidek a sejtsztódást (mitózist) és a sejtek megnyúlását gátolhatják. Ebbe a csoportba tartoznak még az ún. auxin típusú herbicidek is. A bioszintézis folyamataira ható herbicidek az aminosavak (glutamin, hisztidin, aromás aminosavak), a növényi pigmentek (klorofillok és karotinoidok) és a zsírsavak bioszintézisét gátolhatják.

A herbicideket hatásspektrumuk szerint is csoportosíthatjuk. Így megkülönböztetünk totális vagy nem szelektív, minden növényre toxikus hatóanyagokat, és szelektív, csak a növények egy bizonyos csoportjára ható készítményeket. A szelektív herbicidek lehetnek egyéves egyszikű-, egyéves és évelő egyszikűirtók, továbbá egyéves kétszikű-, egyéves és évelő kétszikűirtók. Számos olyan készítmény is van, mely az egyéves egyszikűek és az egyéves kétszikűek ellen egyaránt hatékony. A gyomirtási gyakorlat számára az lenne az ideális, ha a herbicideknek valamennyi kultúrfajra szelektív hatása lenne, a gyomfajok tekintetében viszont a herbicidek totális hatása érvényesülne. Jelenleg a kutatások egy része a világon arra irányul, hogy géntechnológiai módszerek segítségével olyan transzgénikus, herbicidrezisztens kultúrnövényeket/fajtákat állítsanak elő, melyekben a totális hatású (minden növényt elpusztító) gyomirtó szerek szelektíven (a kultúrnövényt nem károsítva) alkalmazhatók.

A totális, minden növényt elpusztító hatóanyagokat jelenleg főleg mezőgazdasági művelés alól kivont területeken, vagy a kultúrnövények betakarítása után (pl. gabonatarlókon) alkalmazzák. Egyes készítmények totális és szelektív herbicidként is felhasználhatók, a különbséget csupán a felhasználási dózis, az alkalmazás módja vagy ideje határozza meg.

A herbicidek szelektivitásának fizikai és fiziológiai (biokémiai) okai lehetnek. A szelektivitás fizikai oka lehet a levél morfológiájában vagy a levelek állásában lévő különbség.

A gabonafélék hegyesszögben felálló, keskeny levélzetéről és a hagymafélék viaszréteggel borított leveleiről a gyomirtó szerek leperegnek, így ezáltal azok nem károsodnak. A herbicidérzékenységet befolyásolja az osztódó (merisztéma) szövetek elhelyezkedése is. Egyszikűek esetében ezek védettek, míg a kétszikűeknél többnyire szabadon állnak.

A talajherbicidek esetében helyzeti szelektivitásról akkor beszélhetünk, amikor a szelektivitás alapja a gyomok és a kultúrnövények eltérő mélységben történő csírázása. A kultúrnövényeket általában mélyebbre vetjük, mint a herbicidek bemosódási zónája, a gyomnövények viszont tömegesen csak a sekélyebb talajrétegekből csíráznak. Számos gyomirtó szert, pl. egyes triazin vagy karbamidszármazékokat csak idősebb ültetvényekben lehet felhasználni, amikor a kultúrnövények gyökérzete már elég mélyre, a herbicidek bemosódási zónája alá hatolt. A talajherbicideknél a szelektivitás alapja tehát lehet a herbicidek vízzoldhatóságának mértéke, továbbá a szelektivitás szoros összefüggésben van a talaj tulajdonságaival (humusztartalom, kötöttség), és az időjárási tényezőkkel – különösen a csapadékkal – is. Lazább szerkezetű, alacsonyabb szervesanyag tartalmú talajokon és túlzott csapadékelátás esetén a herbicidek fitotoxikus hatása a kultúrnövényeken jobban érvényesül. A herbicidek érzékenysége a hatóanyagokkal szemben fejlődésük során változhat. Ezért a szelektivitás a permetezés időpontjának megválasztásával is befolyásolható.

Valódi fiziológiai vagy biokémiai szelektivitásról akkor beszélhetünk, ha a kultúrnövény a gyomirtó szert a különböző kémiai folyamatok (hidrolízis, oxidáció, dezmetilezés) során nem toxikus anyagokká alakítja. A *G. aparine* például az MCPA hatóanyaggal szemben biokémiailag szelektív.

A növény anyagaival (glükóz, aminosavak, peptidek) történő reakció során a herbicidekből ún. konjugátok (nem toxikus vegyületek) is képződhetnek. A kukorica például a triazin típusú herbicideket ún. glutation-konjugáció képzéssel hatástalanítja.

Egyes növényfajoknál a biokémiai szelektivitás másik oka lehet annak az aktiváló enzimrendszernek a hiánya, ami a nem fitotoxikus anyagot toxikus anyaggá alakítja át. Egyes fenoxi-vajsav származékok (pl. MCPB), mint proherbicidek vagy herbicid prekursorok azért használhatók fel a pillangós kultúrák gyomirtására, mert ezeknek a növényeknek hiányzik az az enzimrendszere, ami a β -oxidáció révén a nem toxikus vajsav-származékokat toxikus ecetsav-származékká alakítja át.

Biokémiai szelektivitás antidótumok használatával is előidézhető, amelyekkel a kultúrnövények megvédhetők a gyomirtó szerek toxikus hatásától.

14.1. A fontosabb herbicidek csoportosítása

Az alábbiakban a fontosabb herbicidcsoportokba tartozó hatóanyagokat hatásmechanizmus szerinti csoportosításban tárgyaljuk, szem előtt tartva, hogy egy adott molekula szerkezete és hatásmechanizmusa között szoros összefüggés figyelhető meg.

Megemlítjük, hogy a herbicidek nevei és az engedélyezett hatóanyagok gyakran változnak, ezért az alábbiakban a jegyzet megírásakor a SZABADI GUSZTÁV szerkesztette Növényvédő szerek, termésmnövelő anyagok 2004. évi kiadványában felsoroltak vannak érvényben. A dőlt betűkkel (kurzív) írt készítmények engedélyokiratait az EU-csatlakozást

követően, 2004. május 1-jei hatállyal visszavonták, és az EU-csatlakozás miatt további változások várhatók.

14.1.1. ACETIL-KOENZIM-A-KARBOXILÁZ GÁTLÓK

Az ebbe a csoportba tartozó herbicidek a zsírsavak bioszintézisét gátolják azáltal, hogy a bioszintézis kezdetét katalizáló acetil-CoA-karboxiláz nevű enzim működését akadályozzák. Két, nagyon fontos herbicidcsoport tartozik ide: az ún. „fop” herbicidek (ariloxi-fenoxi-propionátok), és a hozzá tulajdonságaiban rendkívül közel álló, ún. „dim” típusú herbicidcsoport (ciklohexén származékok). E csoportok rövidített neveiket hatóanyagaik végződéséről kapták. E két csoport közös sajátossága, hogy levélen keresztül felszívódó, ún. szisztémikus herbicidek (néhány „dim” típusú herbicidnek azonban a talajon keresztül is van hatása), és kétszikű kultúrákban egyszikű gyomnövények irtására használhatók, egyévesek és évelők ellen egyaránt. Évelő fajok ellen mindig a magasabb dózisok alkalmazása javasolt.

Az idetartozó fontosabb hatóanyagok és készítmények a következők: fluazifop-P-butil (Fusilade Forte), quizalofop-P-etil (Targa Super), propaquizafop (Agil), haloxifop-R-metilészter (Pernal), fenoxaprop-P-etil (Puma Extra), quizalofop-P-tefuril (Pantera), cikloxidim (Focus Ultra), kletodim (Select), szetoxidim (*Nabu-S*). A hatóanyagok az intenzív osztódásban lévő szöveteket károsítják, ezért a kezelések után kb. 10–14 nappal a hajtás- ill. a gyökércsúcs pusztulása következik be.

Az arilalaninok csoportjába tartozó hatóanyagokat (pl. flamprop-izopropil, *Suffix*) speciálisan az *A. fatua* irtására lehet felhasználni gabonafélékben. Ezek az *A. fatua* szárának hosszanti növekedését gátolják. Az *A. fatua* nem pusztul el, hanem a bokrosodás fenológiai stádiumában marad, a búza pedig túlnövi.

14.1.2. ACETOLAKTÁT-SZINTETÁZ ENZIM MŰKÖDÉSÉT GÁTLÓ HERBICIDEK (ALS-GÁTLÓK)

Gyökéren és levélen keresztül is felszívódó herbicidek. A fehérje anyagcserét az aminosavak bioszintézisén keresztül gátolják, úgy, hogy az aminosav-bioszintézis egyik kulczenzimének, az acetolaktáz szintetáz (ALS) enzimnek a működését akadályozzák.

14.1.2.1. Szulfonilureák (szulfonilkarbamidok)

Mikroherbicideknek is nevezik őket, mert biológiailag annyira aktívak, hogy hektáronként néhány gramm is elegendő belőlük. Szelektív, szisztémikus herbicidek, a levélen és a gyökéren keresztül is felszívódnak. A herbicidek hatáskifejtése lassú, és túladagolás esetén a kultúrnövényeken is viszonylag későn jelennek meg a tünetek. Jellemző a kultúrnövények kifehéredése és klorózisa. Érzékeny kukorica hibrideknél a főhajtás növekedése gátlódik, a hajtás torzul, merevvé válik, és mechanikailag könnyen sérül, mely utat enged a sebzéseken keresztül támadó kórokozók károsításának. Fontosabb képviselőiket a 15. táblázat tartalmazza.

15. TÁBLÁZAT
SZULFONILUREÁK

HATÓANYAG	KERESKEDELMI NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
Amidoszulfuron	Grodyl	Búza, árpa	Egyéves kétszikűek
Benzszulfuron metil	Londax	Rizs	Egyszikűek
Flazaulfuron	Chikara	Szőlő, vasúti pályatestek	Egyévesek
Jodoszulfuron	Huszár	Őszi búza	Egyéves kétszikűek
Klórszulfuron	Glean	Őszi búza	Egyéves kétszikűek
Nikoszulfuron	Motivell	Kukorica	Egyévesek
Primiszulfuron-metil +proszulfuron	Ring	Kukorica	Kétszikűek
Rimszulfuron (rimriduron)	Titus	Kukorica, burgonya	Egy- és kétszikűek
Szulfoszulfuron	Athos	Búza, tritikale	Egyéves kétszikűek és egyszikűek
Tifenszulfuron-metil	Refine	Kukorica, szója	Kétszikűek
Triaszulfuron	Logran	Búza, árpa	Kétszikűek
Trifluszulfuron-metil	Safari	Cukorrépa	Egyéves kétszikűek
Tribenuron-metil	Granstar	Kalászosok	Egyéves kétszikűek
Tribenuron-metil +tifenszulfuron-metil	Harmony Extra	Kalászosok	Egyéves kétszikűek
Tritoszulfuron+ dikamba	Arrat	Őszi búza, őszi és tavaszi árpa	Évelő és egyéves kétszikűek

14.1.2.2. Imidazolinon típusú herbicidek

Hosszú hatástartamú, igen agresszív gyomirtó szerek, lassan bomlanak le, és a környező kultúrákat elsodródás vagy lemosódás révén károsíthatják (16. táblázat). Túladagolásuk esetén és az érzékeny fajtákon érközi sárgulás, levéltorzulás, növekedésgátlás léphet fel. Stresszhelyzetben történő alkalmazásnál a károsodás fokozottabb mértékben jelentkezik.

16. TÁBLÁZAT
IMIDAZOLINON TÍPUSÚ HERBICIDEK

HATÓANYAG	KERESKEDELMI NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
Imazapír	Arsenal	Erdők, ruderalis területek gyomirtására	Fásszárú gyomok ellen is hatékony
Imazaquin	Scepter	Szója	Kétszikűek
Imazetapír	Pivot	Hüvelyes kultúrákban	Kétszikűek
Imazamox	Bolero	Szója, borsó, kukorica	Egyévesek
Imazamox+imazapír	Euro-Lighting	Kukorica	Egyévesek
Imazamox+pendimetalin	Escort, Master	Kukorica	Egyévesek

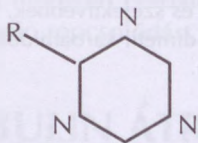
14.1.3. FOTOSZINTÉZIS-GÁTLÁS A PS-II RENDSZERBEN

Ebbe a csoportban tartozó hatóanyagok a második fotokémiai rendszerben (PS-II) az elektronok áramlását gátolják. A herbicidek tekintélyes hányada ebbe a csoportba tartozik.

14.1.3.1. Triazinok

Szisztémikus talaj- és levélherbicidek, főképp egyéves, kétszikű gyomnövényeket irtanak. Közülük az atrazin hatóanyagot (Hungazin, Gesaprim, Aktikon, Maizina) kukoricában, és négy évtől idősebb ültetvényekben lehet felhasználni. A cianazin hatóanyag (*Bladex*) kukorica és lucerna, a terbutrin hatóanyag (Igran, Saterb) kukorica, napraforgó és borsó gyomirtására engedélyezett. A prometrin tartalmú készítményeket (Merkazin, Gesagard, Prometrex) napraforgó, burgonya, gyökérgzöltségek és egyes gyógynövényfajok gyomirtására lehet felhasználni. A triazin hatóanyagok – a terbutizalin (Click) kivételével – az EU „out” listáján szerepelnek. A Click készítményt felhasználását takarmányozási célokra termesztett kukoricában és négy évnél idősebb szőlő- és almaültetvényekben engedélyezték. A csíranövény autotróffá válását követően a fotoszintézis elkezdődésével a levelek sárgulnak, hervadnak, majd elszáradnak. A levelek pusztulása a levél szélétől indul, és onnan terjed át a levélek közötti területekre. A levélek és közvetlen környékük zöld marad.

Általános képletük:



R: Cl; klóramino triazinok (hosszú hatástartam, perzisztencia, rossz vízdékonyság)

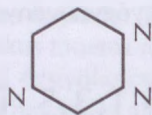
R: OCH₃; metoxiamino-triazinok (nem annyira perzisztensek és a legjobb a vízdékonyságuk)

R: SCH₃; metilmerkaptó-triazinok (vízdékonyságuk közepes, gyors, de nem tartós gyomirtó hatás)

14.1.3.2. Aszimmetrikus triazinok, vagy triazinon herbicidek

Szelektív szisztémikus talaj- és levélherbicidek, egyéves kétszikű irtók.

Általános képletük:



A metamitron hatóanyagú Goltix-ot cukorrépa, a metribuzin hatóanyagú Sencor készítményt burgonya, paradicsom, és hüvelyesek (lucerna, borsó, szója) gyomirtására lehet felhasználni.

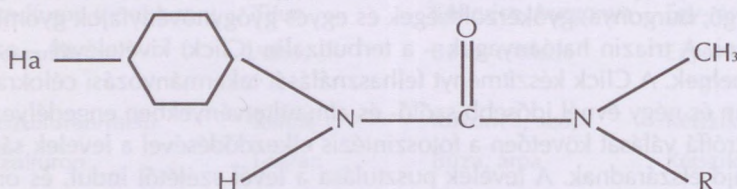
14.1.3.3. Karbamidok

Gyöker- és levélherbicidek, egyéves gyomok ellen (főképp kétszikűek ellen) hatásosak. Hatástünetük hasonló, mint a triazinszármazékoké, azzal a különbséggel, hogy a karbamidok alkalmazásakor a levél és környéke sárgul, az erek közötti részek azonban zöldek maradnak. Fontosabb képviselőiket a 17. táblázat tartalmazza.

17. TÁBLÁZAT
A FONTOSABB KARBAMID TÍPUSÚ HERBICIDEK

HATÓANYAG	KERESKEDELMI NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
Diuron	Lucenit	Lucernában, bogyósokban	Kétszikűek
Izoproturon	I.P. FLO	Búza, árpa	Egyéves egy- és kétszikűek
Klórtoluron	Lentipur	Gabonafélékben és mákban	Egyéves egy- és kétszikűek
Linuron	Afalon Disper- sion, Linurex	Napraforgó, komló, kukorica hagyma, gyökérzöldségek, négy évtől idősebb gyümölcsös	Kétszikűek

Általános képletük:



Ha: Halogén elem (Cl, Br)

R: CH₃ (dimetil-karbamidok)

R: OCH₃ (metilmetoxi-karbamidok; oldékonyabbak és szelektívebbek, hatásfokuk gyengébb és nem annyira perzisztensek, mint a dimetil-karbamidok)

14.1.3.4. Uracilok

Gyöker- és levélherbicidek. A lenacil hatóanyagú készítmények (Adol, Venzar) származéka és cukorrépa gyomirtására használhatók egyéves kétszikűek ellen, míg a terbacil hatóanyagot tartalmazó készítmények (Geonter) almástermésűek, szőlőültetvények, bogyósok és gyógynövények gyomirtására alkalmazhatók, egyéves gyomfajok ellen.

14.1.3.5. Benzonitrilek

Az ebbe a csoportba tartozó készítmények kontakt, perzselő hatású levélherbicidek, kétszikűek ellen hatásosak. A bromoxinil hatóanyagú herbicideket (Bromotril, Pardner, Mextrol) búza, kukorica, napraforgó és repce gyomirtására lehet felhasználni, és lombtalanításra is. Az ioxinil tartalmú Totril készítmény pedig vöröshagyma gyomirtására engedélyezett.

14.1.3.6. Bisz-karbamátok

Levélherbicidek, egyéves kétszikű gyomok ellen hatékonyak. A fenmedifám (Betasana, Betosip) és dezmedifám (Betanal Expert) hatóanyagú készítményeket egymással (Synbetan mix) és más hatóanyagokkal kombináltan (Synbetan D Forte) cukorrépában és újabban vöröshagymában is fel lehet használni.

14.1.3.7. Plasztokinon bioszintézist gátló herbicidek

A plasztokinon a II. fotokémiai rendszerben a Q és a citokróm-b között elhelyezkedő elektronakceptor molekula. Ezen herbicidcsoport két hatóanyagát a klórmezulont vagy szulkotriont (Mikado) és az izoxaflutol hatóanyagú Merlin készítményt kukoricában egyéves gyomnövények ellen engedélyezték felhasználásra.

Egyéb, fotoszintézist gátló, egyéves kétszikűeket irtó hatóanyagok és készítmények az alábbiak: piridát (Lentagran), régebben búza, kukorica, borsó és lucerna állományokban; kloridazon (Cerberus), cukorrépában; bentazon (Basagran), szója, kukorica, bab és borsó kultúrákban.

14.1.4. FOTOSZINTÉZIS-GÁTLÁS

A PS-I RENDSZERBEN

Viszonylag kevés azon herbicidek száma, melyek a fotoszintézist az első (PS-I) fotokémiai rendszerben gátolják. Ebbe a csoportba a bipiridilium herbicidcsoport tartozik, melynek jelenleg egy hatóanyaga, a diquat – dibromid (Reglone) van hazánkban engedélyezve. Korábban széles körben használták a paraquat hatóanyagú Gramoxone-t is, azonban humánegészségügyi okok miatt hazánkban 1990-ben betiltották használatát. A bipiridiliumok közös jellemzője, hogy nem szelektív, kontakt herbicidek, defóliánsok, perzselő hatásúak, emiatt betakarítás előtti lombtalanításra is felhasználhatók. Alkalmazásuk következtében hidrogén peroxid és aktív szuperoxid gyökök keletkeznek, amelyek erőteljes sejtmembrán roncsolódást idéznek elő.

14.1.5. TUBULIN ÁTRENDÉZŐDÉST GÁTLÓ HERBICIDEK (DINITROANILINEK)

Talajon keresztül szívódnak fel, ezért alapkezelésekre használatosak (PPI és preemergens kijuttatás). A csírázást és a gyökerek növekedését gátolják. Főleg egyéves egyszikű irtók, bár némely hatóanyag kétszikű irtó mellékhatással is rendelkezik. A toxikus tünetek a keletkezést követően jelentkeznek, melyek a következők: megduzzadt hipokotil és gyökércsúcs, borszerű sziklevél, antociános elszíneződés, méregzöld hajtások, gátolt hajtás- és oldal-

18. TÁBLÁZAT
DINITROANILINEK

HATÓANYAG	KERESKEDELMI NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
Trifluralin	Olitref, Treflán, Triflurex, Ipifluor	Zöldségfélékben (paprika, paradicsom, sárgarépa, káposztafélék, bab, napraforgó, szója)	Egyévesek (a Solanaceae, Malvaceae, Asteraceae és Brassicaceae család tagjai rezisztensek)
Benfluralin (benefin)	Benefex, Flubalex	Uborka, dinnye, saláta, borsó, napraforgó, lucerna, vöröshere	Lásd: trifluralin
Pendimetalin	Stomp, Panida	A legszélesebb körben, több mint húszféle kultúrában (szántóföld, kertészet, erdészet)	Egyévesek

gyökér-növekedés. Fényérzékenyséjük miatt be kell őket dolgozni a talajba. Fontosabb képviselőik a 18. táblázatban láthatók.

14.1.6. SEJTOSZTÓDÁST (MITÓZIST) GÁTLÓ HERBICIDEK

Ezen hatóanyagok hatása abban nyilvánul meg, hogy a kromoszómák kettéosztódása után a sejtosztódás megáll, és az új sejtmagok nem tudnak kialakulni. A szulfonilkarbamát csoportba tartozó azulam hatóanyagú Azulox készítményt korábban *Rumex* (sóska) fajok és egyévesek irtására lehetett felhasználni lucerna állományban és legelőkön.

14.1.6.1. Tiokarbamátok

Amellett, hogy a tiokarbamát csoport hatóanyagai mitózismérgek, a zsírsavak bioszintézisét is gátolják. A gyökéren keresztül szívódnak fel. Közös sajátosságuk, hogy magas gőztenziójuk miatt be kell őket a talajba dolgozni. Főleg magról kelő egyszikűek ellen hatásosak. A hatóanyagokat a kultúrnövényekre gyakorolt toxikus hatás csökkentése céljából antidotálják (19. táblázat).

19. TÁBLÁZAT
TIOKARBAMÁTOK

HATÓANYAG	KERESKEDELMi NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
EPTC	Alirox, Niptán, Witox, Eradicane	Kukorica, napraforgó	Egyéves egyszikűek
Butilát	Anelda Plus	Kukorica	Egyéves egyszikűek
Cikloát	Sabet	Cukorrépa	Egyéves egy- és kétszikűek

14.1.7. KAROTINOID BIOSZINTÉZIST GÁTLÓ HERBICIDEK

A karotinoidok a növényvilágban a klorofillok védőpigmentjeiként ismertek. Amennyiben szintézisük gátolódik, a klorofill lebomlik, ami a zöld növényi szövetek általános ki-
fehéredésében (albinizmus) nyilvánul meg. Sokféle, egységes kémiai szerkezetbe nem sorolható hatóanyag tartozik ide (20. táblázat).

20. TÁBLÁZAT
KAROTINOID BIOSZINTÉZIST GÁTLÓ HERBICIDEK

HATÓANYAG	KERESKEDELMi NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
Fluorkloridon	Racer	Napraforgó, burgonya	Egyéves kétszikűek
Hexazinon	Velpar, Erdei granulátum	Erdészetben	Fásszárú fajok ellen is
Piraflufen-etil	Ecopart	Búza	Egyéves kétszikűek
Klomazon	Command	Őszi káposztarepce, borsó, burgonya, szója	Egyéves gyomok

14.1.8. PROTOX-GÁTLÓ HERBICIDEK

A protoporfirinogén IX-oxidáz nevű enzim működését akadályozzák. Alkalmazásuk esetén fény hatására káros oxidatív folyamatok következnek be, melyek a membránlipidek károsodását idézik elő. Kontakt, perzselő hatású hatóanyagok. A protox-gátló herbicidekhez tartoznak a difenil-éterek (21. táblázat), és egyéb, egységes kémiai szerkezetbe nem sorolható hatóanyagok (22. táblázat).

21. TÁBLÁZAT
DIFENIL-ÉTEREK

HATÓANYAG	KERESKEDELMI NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
Acifluorfen	Blazer	Szója	Egyéves kétszikűek
Bifenox	Modown	Napraforgó	Egyéves kétszikűek
Oxifluorfen	Goal, Galigan	Napraforgó, vöröshagyma, három évtől idősebb gyümölcsös	Egyéves kétszikűek, évelő kétszikűekre növekedés-gátló mellékhatás

22. TÁBLÁZAT
EGYÉB, PROTOX-GÁTLÓ HATÓANYAGOK

HATÓANYAG	KERESKEDELMI NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
Azafenidin	Evolus	Napraforgó, idősebb szőlő és almástermésűek	Egyéves kétszikűek
Cinidon-etil	Solar	Búza	Egyéves kétszikűek
Flumioxazin	Pledge	Kukorica	Kétszikűek
Karfentrazon-etil	Aurora	Búza, árpa	Egyéves kétszikűek

14.1.9. A HORMONRENDSZERRE HATÓ HERBICIDEK

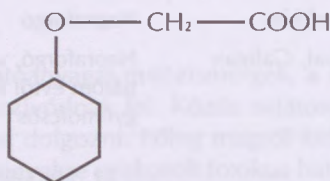
14.1.9.1. Ariloxi (fenoxi) alkán-karbonsavak

Szelektív, szisztémikus levélherbicidek, a hormonális folyamatokat abnormálisan serkentik, melynek következtében túlzott mértékű sejtburjánzás jön létre. Általános növekedési zavarokat okoznak. Jellemző rájuk a kettősgátlás (a gyökérfunkció gátolt, és a floemban rendellenes az asszimiláták szállítása is). Fokozódik a nukleinsav és a fehérjeszintézis, a merisztémasejtek túlburjánzanak, és a csúcsi növekedés stagnál. Általános tünetek: a föld feletti hajtás vastagodik, csavarodik és pattanva törik. Egyéves és évelő kétszikű fajok ellen hatásosak. A legrégebben felfedezett, de jelenleg is igen széles körben használatos herbicidcsoport. Elsodródásuk révén a szőlő-, gyümölcs-, zöldség- és egyéb kétszikű kultúrák súlyos mértékben károsodhatnak. A szőlő levelén jellegzetes tünet a levélerek legyezőszerű elágazódása (csalánosodás, páfránylevelűség), amely rendkívül hasonlít egyes vírusfertőzések nyomán kialakuló tünetekre. Csoportosításuk aszerint történik, hogy a fenoxigyökhöz milyen típusú szerves sav kapcsolódik (23. táblázat). Az aromás gyűrűhöz kapcsolódó halogén elemek és a toxicitás mértéke között szoros összefüggés van.

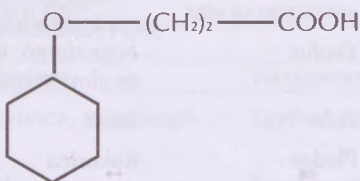
23. TÁBLÁZAT
FENOXI ALKÁN-KARBONSAVAK

HATÓANYAG	KERESKEDELMI NÉV	KULTÚRA
2,4-D	Dikonirt, Esteron, Maton, Dezormon	Kalászos (sörárpa kivételével!), kukorica, legelők
MCPA	Triton, Mecomorn, Jambol, Mecaphar, Danacetát	Kalászos, rét, legelő, szőlő, gyümölcsös
Mekoprop	Optica	Gabonafélékben
Diklóprop	Duplosan DP	Gabonafélékben
MCPB	Tropotox	Borsó, lucerna

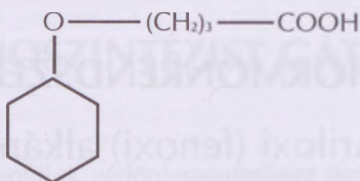
Fenoxiecetsavak (2,4 D, MCPA)



Fenoxi propionsavak (mekoprop vagy MCPP, diklóprop vagy 2,4-DP)



Fenoxi vajsavak (proherbicidek) (MCPB, 2,4-DB)



14.1.9.2. Piridiloxi ecetsavak

A triklopír hatóanyagú Garlon herbicid nem művelt területek gyomirtására alkalmas, fásszárú fajok ellen is hatékony. A fluroxipir hatóanyagú Starane-t kalászosokban, kukoricában, mákban és gyümölcsösökben lehet felhasználni.

14.1.9.3. Aromás karbonsavak

A növények hosszirányú növekedését, a rügydifferenciálódást, a virágzást és az auxintranszportot gátolják. A dikamba hatóanyagú Banvel és Cadence kalászosok, kukorica, rétek és legelők gyomirtására engedélyezett. A diklór-pikolinsav vagy klopíralid

hatóanyagú készítmények (Lontrel, Cliophar) elsősorban a fészkesek családjába tartozó gyomok (árvakelésű napraforgó) és a *Polygonum* fajok ellen hatásosak. Gabonafélékben, kukoricában, cukorrépa, repce, vöröshagyma és len kultúrákban (eseti engedéllyel káposztafélékben is) lehet őket felhasználni.

14.1.10. A SEJTFAL KIALAKULÁSÁT GÁTLÓ HERBICIDEK

Közülük jelenleg a diklobenil hatóanyagú Casoron G készítményt lehet felhasználni két évtől idősebb almástermésűekben, szőlőben, bogyósokban és erdészeti kultúrákban, továbbá mezőgazdaságilag nem művelt területeken, öntöző- és belvízcsatornáknban egy- éves fajok és vízi gyomok ellen.

14.1.11. TÖBBFÉLE HATÁSMECHANIZMUSSAL RENDELKEZŐ HERBICIDEK

14.1.11.1. Klóracetanilidek

Elsősorban a csírázó magvakat károsítják. Akadályozzák a nitrát-anyagcserét, a fehérje- és nukleinsav-szintézist, a sejtosztódást és a sejtmegnyúlást. Szelektivitásuk alapja a kultúr- és gyomfajok eltérő csírázási mélysége, illetve az antidótumok használata. Főleg egyéves egyszikűek ellen hatásosak, bár egyes hatóanyagok kétszikű irtó hatással is rendelkeznek (24. táblázat). Túladagolás vagy alacsony hőmérsékleten történő alkalmazás esetében a kukorica gyökér- és hajtásnövekedése gátlódik, a hajtás deformálódik, csavarodik. Szója esetében a levél főere megrövidül, ezért a levéllemez ráncosodik, szív alakúvá válik.

24. TÁBLÁZAT
A FONTOSABB KLÓRACETANILID TÍPUSÚ HERBICIDEK

HATÓANYAG	KERESKEDELMi NÉV	KULTÚRA
Acetoklór	Acenit A, Trophy, Harness	Kukorica, napraforgó
Alaklór	Satoklór	Kukorica, napraforgó
Dimetaklór	Teridox	Repce
Dimetenamid	Frontier	Kukorica, napraforgó, cukorrépa, szója
Metazaklór	Butisan	Repce
S-metolaklór	Dual Gold	Közel 30 kultúrában
Propaklór	Ramrod, Satecid	Kukorica, burgonya, hagyma
Propizoklór	Proponit	Kukorica, szója, burgonya, napraforgó, borsó, vöröshagyma, cukorrépa, idősebb ültetvényekben (alma, szőlő)

14.1.11.2. Egyéb hatóanyagok

Az egyéb hatóanyagok a 25. táblázatban találhatók.

25. TÁBLÁZAT
EGYÉB HATÓANYAGOK

HATÓANYAG	KERESKEDELMI NÉV	KULTÚRA	HATÁSSPEKTRUM
Difenamid	<i>Rideon</i>	Paprika, paradicsom	Egyévesek
Napropamid	<i>Devrinol</i>	Zöldségfélék, gyümölcsös, szőlő	Egyévesek
Flufenacet	<i>Tiara</i>	Kukorica, napraforgó	Egyszikűek
Etofumezát	<i>Acord</i>	Cukorrépa	Egyévesek
Naptalam	<i>Alanap</i>	Kabakosok	Egyévesek

14.1.12. SZENESZCENCIÁT FOKOZÓ HERBICIDEK (KINOLIN KARBONSAVAK)

A növények öregedési folyamatait az etilén- és az abszcisszinsav termelődésének fokozódásán keresztül felgyorsítják. A quinkorak hatóanyagtartalmú Facet készítményt rizsben korábban az *E. crus-galli* gyomirtására lehetett felhasználni. A quinmerak hatóanyag a kloridazonnal gyári kombinációban kerül a kereskedelmi forgalomba Flirt néven, és a cukorrépa egyéves kétszikű gyomfajainak irtására használható.

14.1.13. EPSP GÁTLÓK

Az ebbe a csoportba tartozó herbicid hatóanyagok az EPSP (enol-piruvil-sikimisav-5-foszfát) szintetáz enzim működését gátolják, amely az aromás aminosavak bioszintézisének kulcsenzime. Nem szelektív, szisztémikus herbicidek, ezért idősebb ültetvényekben csak irányított, ún. „levél alá” történő permetezéssel lehet őket felhasználni. Betakarítás után tarlókezelésre, és nem művelt területek gyomirtására használhatók. Ebbe a csoportba a glifozát (Glialka) és ezen hatóanyag származékai [glifozát-izopropilamin só (Roundup Mega, Fozát, Kapazin), glifozát-ammónium (Medallon Premium)] tartoznak.

14.1.14. GLUTAMIN SZINTETÁZ GÁTLÓ HERBICIDEK

A természetben a növényekre toxikus hatású ammónium detoxifikálását a glutamin szintetáz enzim végzi. Ha ennek a működése gátlódik, a glutaminsavból nem képződik glutamin, és a felhalmozódó ammónium mérgezést okoz. A glufozinát-ammónium hatóanyagú készítményeket (Finale, Zopp) betakarítás előtti lombtalanításra (napraforgó, szója, lucerna, borsó, repce), valamint idősebb ültetvényekben, mezőgazdaságilag nem művelt területeken, továbbá zárt termesztő berendezésekben vetés, ill. kelés előtt egyéves gyomfajok irtására használják.

- BERZSENYI Z. (2000): NÖVEKEDÉSANALÍZIS A NÖVÉNYTERMESZTÉSBEN. EGYETEMI JEGYZET. VESZPRÉMI EGYETEM, GEORGIKON MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR, KESZTHELY 2000. 203 PP.
- COBB, A. AND KIRKWOOD, R. (2000): HERBICIDES AND THEIR MECHANISMS OF ACTION. CRC PRESS, BOCA RATON, FLORIDA 2000. 295 PP.
- HANCE, R.J. AND HOLLY, K. (1990): WEED CONTROL HANDBOOK: PRINCIPLES. BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS, OXFORD 1990. 582 PP.
- HARPER, J.L. (1977): POPULATION BIOLOGY OF PLANTS. ACADEMIC PRESS, LONDON 1977. 892 PP.
- HUNYADI K. (1988): SZÁNTÓFÖLDI GYOMNÖVÉNYEK ÉS BIOLÓGIÁJUK. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1988. 483 PP.
- HUNYADI K., BÉRES I. ÉS KAZINCZI G. (SZERK.) (2000): GYOMNÖVÉNYEK, GYOMIRTÁS, GYOMBIOLÓGIA. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 2000. 630 PP.
- KÁDÁR A. (SZERK.) (2001): VEGYSZERES GYOMIRTÁS ÉS TERMÉSSZABÁLYOZÁS. FACTUM BT., BUDAPEST 2001. 376 PP.
- UJVÁROSI M. (1973): GYOMNÖVÉNYEK. MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ, BUDAPEST 1973. 833 PP.

VIRÁGOS ÉLŐSKÖDŐK

VIRÁGOS ÉLŐSKÖDŐK

15. VIRÁGOS ÉLŐSKÖDŐK

Azokat a virágos növényeket, amelyek saját életciklusukat csak más gazdanövényeken, azok életműködését megzavarva képesek fenntartani, parazita növényeknek nevezzük. Jelenlegi ismereteink szerint a magasabb rendű növények 2500 faja parazita életmódot folytat. A növénybetegségeket előidéző, fertőző virágos élősködők közül egyesek nem tartalmaznak klorofillt. A klorofillt nem tartalmazó, teljes mértékben parazita életmódot folytató növényeket (*Cuscuta* spp., *Orobanch* spp.) teljes parazita, vagy holoparazita növényeknek nevezzük. A parazita zárvatermők egy másik csoportjába azok a növények tartoznak, amelyek klorofillrendszerrel rendelkeznek, de feltételezhetően az ásványi anyagok és a víz tekintetében teljes mértékben gazdanövényeikre vannak utalva. Az ilyen növényeket (*Viscum* spp., *Loranthus* spp.) félpazazita, vagy hemiparazita növényeknek nevezzük. A paraziták figyelemre méltó tulajdonsága az, hogy szívógyökereket (hausztóriumok) fejlesztenek, amelyek biztosítják megtapadásukat a gazdanövényeken, és a gazdanövények szöveteibe hatolva elősegítik a tápanyagok felvételét és szállítását. Egyes virágos paraziták a gazdanövények szárszervéhez (holoparazita *Cuscuta*-fajok és hemiparazita *Viscum*-fajok), vagy gyökérrendszeréhez (holoparazita *Orobanch* spp.) kapcsolódnak (26. táblázat).

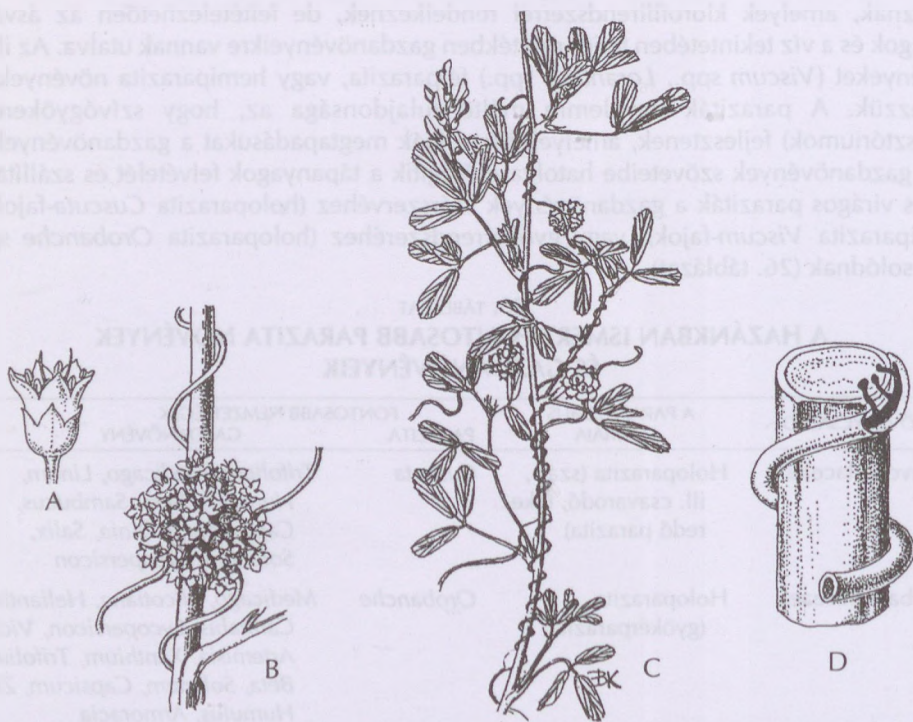
26. TÁBLÁZAT
A HAZÁNKBAN ISMERT FONTOSABB PARAZITA NÖVÉNYEK
ÉS GAZDANÖVÉNYEIK

NÖVÉNYCSALÁD	A PARAZITIZMUS FORMÁJA	FONTOSABB NEMZETTSÉGEK PARAZITA	GAZDANÖVÉNY
Convolvulaceae	Holoparazita (szár-, ill. csavarodó, tekerdő parazita)	<i>Cuscuta</i>	<i>Trifolium</i> , <i>Medicago</i> , <i>Linum</i> , <i>Humulus</i> , <i>Beta</i> , <i>Sambucus</i> , <i>Capsicum</i> , <i>Robinia</i> , <i>Salix</i> , <i>Solanum</i> , <i>Lycopersicon</i>
Orobanchaceae	Holoparazita (gyökérparazita)	<i>Orobanch</i>	<i>Medicago</i> , <i>Nicotiana</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Cannabis</i> , <i>Lycopersicon</i> , <i>Vicia</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Xanthium</i> , <i>Trifolium</i> , <i>Beta</i> , <i>Solanum</i> , <i>Capsicum</i> , <i>Zea</i> , <i>Humulus</i> , <i>Armoracia</i>
Loranthaceae	Hemiparazita (szárparazita)	<i>Viscum</i> <i>Loranthus</i>	<i>Populus</i> , <i>Pyrus</i> , Lomblevelű fák széles köre <i>Quercus</i>

Hazánkban nem ismert, de jelentős félpazarita növények a Santalaceae családba tartozó *Thesium* nemzetség, a Dél-Amerikában előforduló Myzodendraceae családba tartozó *Nothofagus* nemzetség, az Észak- és Közép-Amerikában előforduló Loranthaceae családba tartozó *Phoradendron* és *Arceuthobium* nemzetség egyes fajai, vagy a Scrophulariaceae családba tartozó, egy- és kétszikű rét- és legelőnövényeket fertőző *Rhinanthus*, *Lathraea*, *Emphrasia*, *Odontites*, *Pedicularis* nemzetségek fajai, és a kukoricát (*Zea mays*), valamint a kölest (*Panicum miliaceum*) és számos pázsitfűféle növényt, továbbá dohányt fertőző *Striga* nemzetség. A *Striga* nemzetség Európában nem fordul elő. Dél-Afrikában az általa előidézett gazdasági károk meghaladják azokat a veszteségeket, amelyeket az összes gombabetegségek idéznek elő. Nevezett nemzetség Ázsiában és Ausztráliában is előfordul, és 1956-ban az Amerikai Egyesült Államokba is behurcolták.

15.1. *Cuscuta* fajok

A Convolvulaceae családba tartozó kozmopolita *Cuscuta* fajok közül Magyarországon 8 faj ismert. Ezek a fajok a hazai flóra 12%-át (297 növényfaj) parazitálják (vö.: Csiky et al. 2004, *In*: Ajánlott irodalom). Leggyakoribb 3 faj a nagy aranka (*Cuscuta campestris*), a *Cuscuta europaea*, valamint a *Cuscuta epithymum* ssp. *trifolii* (84. ábra). A *Cuscuta* fajok



84. ÁBRA. *CUSCUTA EPITHYMUM* ssp. *TRIFOLII* (FAM.: CONVULVULACEAE). A: *CUSCUTA* VIRÁG, B: VIRÁGZÓ NÖVÉNY, C: LUCERNÁN (*MEDICAGO SATIVA*) ÉLŐSKÖDŐ *CUSCUTA EPITHYMUM* ssp. *TRIFOLII*, D: LUCERNA SZÁRÁRA KAPASZKODÓ *CUSCUTA* HAUSZTÓRIUMOKKAL (BÍRÓ KIRISZTINA SZÍVESSÉGE FOLYTÁN).

magjaira jellemző a csíra nyugalmi állapot (dormancia), a kemény maghéjúság, a talajban több éven át megtartó csírázóképeség és az, hogy a madarak emésztőrendszerét elhagyva is megőrzik csírázóképeségüket. A *Cuscuta* fajok tápanyagokban gazdag magjaiban spirálisan felcsavarodott, széles embrió található. A mag tápanyagai a csíra gyököcskéjének irányába szállítódnak el. Ezt követően a hajtás ún. nutációs körözésbe (cirkumnutációs mozgás) kezd (az óramutató irányával ellentétesen) mindaddig, míg a gazdanövényt meg nem találja. A mozgást a gazdanövény kémiai ingere, érintési, ún. kontakt ingere, vagy geotropos ingere váltja ki. Egyes *Cuscuta* fajok csíranövényei néhány héten belül elérhetik a 30 cm hosszúságot anélkül, hogy a gazdanövénnel kapcsolatba kerülnének. A gazdanövénnel történő találkozás során (érintkezési hely) tapadókorongokat fejlesztenek ki, a fiatal hajtások rásimulnak a gazdára, majd kifejlődnek hausztóriumai, és ezek rácsavarodnak a növényre úgy, hogy a szállítószövetekhez kapcsolódnak. A hifasejtek tracheákká [víz- és tápanyagszállításra alkalmas cső (farész)] módosulnak, és zárt összeköttetés alakul ki a gazdanövény és az élősködő között. A *Cuscuta* fajok agresszív növekedésére jellemző, hogy egyetlen növény hajtása elérheti a 800 méter hosszúságot is. Egyes *Cuscuta* fajok (pl. *Cuscuta americana*, *C. californica*, *C. campestris*, *C. chinensis*, *C. epilinum*, *C. epythimum*, *C. europaea*, *C. granovii*, *C. japonica*, *C. subinclusa*, *C. trifolii* stb.) – amint arra a 2.2.7. Átvitel és terjedés c. alfejezetben valamint a 2.3. Fitoplazmák c. fejezetben rámutattunk – nemcsak azáltal okoznak jelentős károkat, hogy parazita életmódot folytatva a gazdasági növényekből elszívják a tápanyagokat, hanem azáltal is, hogy fontos szerepet játszanak egyes vírusok és fitoplazmák átvitelében és terjesztésében.

15.2. *Orobanche* fajok

Az Orobanchaceae családba tartozó *Orobanche cumana* (85. ábra) a napraforgó (*Helianthus annuus*), az *Orobanche ramosa* (86. ábra) pedig a dohány (*Nicotiana tabacum*) gyökerein élősködő holoparazita növények. Németországban a szádorgó (Kleeteufel, *Orobanche minor*) *Trifolium* fajokon, Dél-Európában az *Orobanche crenata* *Vicia* fajokon, Indiában az *Orobanche cernua* var. *desertorum* a Solanaceae családba tartozó növényeken, elsősorban dohányon (*Nicotiana tabacum*) okoz jelentős gazdasági károkat. Egy növény termésében 40 ezer mikroszkopikus mag is előfordulhat. A magvak a talajban 6–8 évig is megtartják csírázóképeségüket. A magvak csírázására azonban csak akkor van esély, ha a gazdanövény (napraforgó, dohány) gyökerével találkoznak. Az innen kikerülő anyag a magvak nyugalmi állapotát megszakítja, és azokat csírázásra serkenti. Ez a jelenség az allelopátia



85. ÁBRA. *OROBANCHE CUMANA* (FAM.: *OROBANCHACEAE*), A NAPRAFORGÓ (*HELIANTHUS ANNUUS*) GYÖKEREIN ÉLŐSKÖDŐ HOLOPARAZITA (BÍRÓ KRISZTINA SZÍVÉSSÉGE FOLYTÁN).

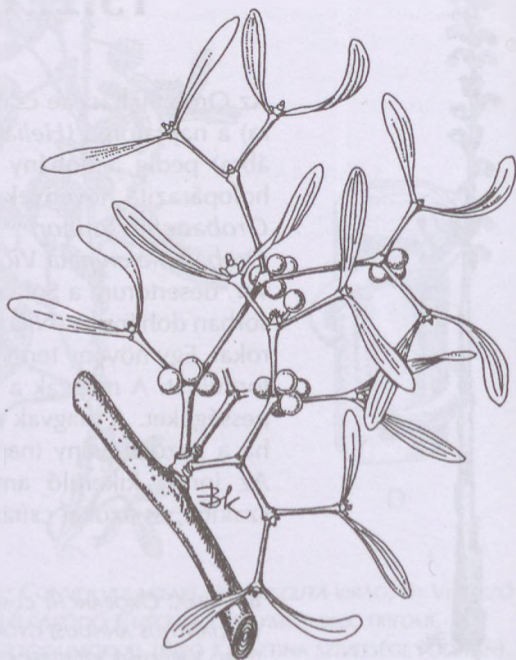


86. ÁBRA. *OROBANCHE RAMOSA* (FAM.: OROBANCHACEAE) A DOHÁNY (*NICOTIANA TABACUM*) GYÖKEREIN ÉLŐSKÖDŐ HOLOPARAZITA NÖVÉNY. A: *OROBANCHE RAMOSA* f. POLYCLONOS, B.: *OROBANCHE RAMOSA* f. MONOCLONOS. (BÍRÓ KRISZTINA SZÍVÉSSÉGE FOLYTÁN).

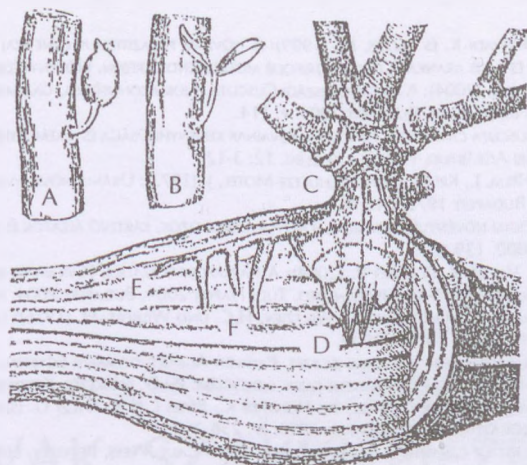
fogalomkörébe tartozik, amely alatt *sensu lato* azt értjük, hogy a növények az általuk kibocsátott kémiai anyagok (kémiai jel) segítségével befolyásolják a szomszédos növények fejlődését. Az *Orobanche* fajok élősködésük során a maghéjból olyan, néhány milliméter hosszúságú csíragyökeret fejlesztenek ki, amelyek aktívan behatolnak a gazdanövény gyökerébe, és ott jelentős elváltozásokat idéznek elő. Ezt követően – tehát a gazdanövénnel történt kapcsolat létrejötte után – a parazita növény virágzó hajtást fejleszt ki.

15.3. *Viscum* fajok

A Loranthaceae családba tartozó *Viscum* fajok közül legismertebb és legelterjedtebb a fehér fagyöngy hemiparazita növény (87. ábra). Gazdanövényei szerint megkülönböztethető az ún. „lombos fák” fagyöngye (*Viscum album* ssp. *album*), a „fenyőfélek, *Abies* spp.” fagyöngye (*Viscum album* ssp. *abietis*) és az „erdeifejő, *Pinus silvestris*” fagyöngye (*Viscum*



87. ÁBRA. *VISCUM ALBUM* (FAM.: LORANTHACEAE) HEMIPARAZITA SZÍVÓGYÖKERÉNEK BEHATOLÁSA FÁS SZÁRÚ NÖVÉNYBE (BÍRÓ KRISZTINA SZÍVÉSSÉGE FOLYTÁN).



88. ÁBRA. FEHÉR FAGYÖNGY (*VISCUM ALBUM*). A: CSÍRÁZÁSKOR AZ ÁLBOGYÓBÓL KIBÚJÓ SZIK ALATTI SZÁR KORONGSZERŰ RÖGZÍTŐTESTTÉ ALAKUL, AMINT ALKALMAS GAZDANÖVÉNYRE TALÁL, B: CSÍRANÖVÉNY, C: IDŐSEBB NÖVÉNY; A GAZDANÖVÉNY KERESZTMETSZETE, D: PRIMÉR SZÍVÓGYÖKEREK, E: A PRIMÉR SZÍVÓGYÖKÉREN KIFEJLŐDŐ, OLDALIRÁNYBA ELÁGAZÓ KÉREGGYÖKÉR, F: A KÉREGGYÖKEREK MÁSODLAGOS, ILL. SZEKUNDER SZÍVÓGYÖKEREKET HOZNAK LÉTRE (DANERT 1974 UTÁN).

album ssp. *austriacum*). A *Viscum* fajok magjaival a madarak táplálkoznak, és táplálkozásuk során a nyálkaszerű (nyálkás) anyaggal (viscin) bevont magvakat gazdanövényeik felületére tapasztják. A magvak a madarak bélcsatornájából kikerülve sem veszítik el csírázókéességüket. A csíranövényből kinövő primer szívógyökér (hausztórium) aktív mechanikai nyomással hatol be a parazitált gazdanövénybe. Ez a mechanizmus úgy működik, hogy a hipokotilból (a szik alatti szárrész) olyan szívókötegek indulnak ki, amelyeknek nyálkás, csúcsi részei feloldják a kéregszövetet, ezt követően pedig benyomulnak a faszövetekbe, elvonják a vizet és az oldott szerves anyagokat a gazdanövénytől. A primer szívógyökéren még ún. kéreggyökerek is kifejlődhetnek, amelyek másodlagos, vagy szekunder szívógyökereket fejlesztenek ki (88. ábra).

15.4. *Loranthus* fajok

A Loranthaceae család Loranchoideae alcsaládjába tartozó *Loranthus* nemzetségnek – amely Délkelet-Európától Kis-Ázsiáig mindenütt megtalálható – mintegy 500 faja ismert. Ezek közül az egyik legismertebb faj a fakín ill. az európai sárga fagyöngy (*Loranthus europaeus*). A hemiparazita növény a fás szárú növények jelentős károsítója. Legfontosabb gazdanövényei a tölgyfa fajok (*Quercus* spp.).

- BORSICS T., BAKOS Á., HUNYADI K. ÉS LADOS M. (1999): A NÖVÉNYI PARAZITIZMUS GENETIKAI HÁTTERÉNEK VIZSGÁLATA A LUCERNA (*MEDICAGO SATIVA*) ÉS A KIS ARANKA (*CUSCUTA TRIFOLII*) MODELLRENDSZERÉBEN. NÖVÉNYVÉDELEM 35: 3-8.
- CSIKY J., BARÁTH K. ÉS LAJER K. (2004): A MAGYARORSZÁGI *CUSCUTA* FAJOK AZONOSÍTÁSA, GAZDASPECIFITÁSA, TERMŐHELYEI SAJÁTSÁGAI. NÖVÉNYVÉD. TUD. NAPOK 2004. BUDAPEST 2004. p. 114.
- CZIMBER GY. (1969): A *CUSCUTA CAMPESTRIS* YUNCKER MAGVAINAK KEMÉNYHÉJÚSÁGA ÉS A KEMÉNYHÉJÚ MAGVAK HERBICIDREZISZTENCIAJA. MOSONMAGYARÓVÁRI AGRÁRTUD. FŐISKOLA KÖZLEM. 12: 3-12.
- DANERT, S., HANELT, S., HELM, J., KRUSE, J. UND SCHULTZE-MOTEL, J. (1973): URÁNIA NÖVÉNYVILÁG. MAGASABBRENDŰ NÖVÉNYEK II. GONDOLAT KIADÓ, BUDAPEST 1973. 516 pp.
- FISCHL G. (2000): A BIOLÓGIAI NÖVÉNYVÉDELEM ALAPJAI NÖVÉNYKÓROKOZÓK, KÁRTEVŐ ÁLLATOK ÉS GYOMNÖVÉNYEK ELLEN. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 2000. 139 pp.
- HEGEDŰS Z., GULYÁS A., VAVRÓ R. ÉS MIKÓ P. (2004): A NAPRAFORGÓ SZÁDOR (*OROBANCHE CERNUA* LOEFL.) ELTERJEDÉSE BÁCS-KISKUN MEGYE DÉLI RÉSZÉN 2003-BAN. NÖVÉNYVÉD. TUD. NAPOK 2004. BUDAPEST 2004. p. 121.
- HOFFMANN, G.M., NIENHAUS, F., SCHÖNBECK, F., WELTZIEN, H.C. UND WILBERT, H. (1976): LEHRBUCH DER PHYTOMEDIZIN. PAUL PAREY, BERLIN UND HAMBURG 1976. 490 pp.
- HORVÁTH J. (1999): NÖVÉNYVIROLÓGIA. EGYETEMI JEGYZET. PANNON AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM, KESZTHELY 1999. 237 pp.
- HORVÁTH Z. (1996): FONTOSABB HAZAI *OROBANCHE* FAJOK BIOLÓGIÁJA. PH.D. ÉRTEKEZÉS. KESZTHELY -BÁCSALMÁS 1996. 181 pp.
- HORVÁTH Z. (2000): ÉLŐSKODÓ GYOMNÖVÉNYEK. IN: HUNYADI K., BÉRES I. ÉS KAZINCZI G. (SZERK.), GYOMNÖVÉNYEK, GYOMIRTÁS, GYOMBIOLÓGIA. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 2000. pp. 238-250.
- KUIJT, J. (1969): THE BIOLOGY OF PARASITIC FLOWERING PLANTS. UNIV. CALIF. PRESS, BERKELEY, LOS ANGELES 1969.
- LADOS M. (1999): A VIRÁGOS PARAZITÁK KÖLCSONHATÁSA GAZDANÖVÉNYEIKKEL. IN: BALÁZS E. ÉS DUDITS D. (SZERK.), MOLEKULÁRIS NÖVÉNYBIOLÓGIA. AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1999. pp. 603-622
- MUSSELMAN, L.J. (1980): THE BIOLOGY OF *STRIGA*, *OROBANCHE* AND OTHER ROOT PARASITIC WEEDS. ANN. REV. PHYTOPATHOL. 18: 463-489.
- SOLYMSI P. (1998): A DOHÁNYFOJTÓ SZÁDOR (*OROBANCHE RAMOSA* L.) BIOLÓGIÁJA ÉS A VÉDEKEZÉS LEHETŐSÉGEI. NÖVÉNYVÉDELEM 34: 469-475.
- SZATALA Ö. ÉS GIMESI A. (1965): AZ ARANKA (*CUSCUTA*) BIOLÓGIÁJA ÉS AZ ÜZEMI VÉDEKEZÉS MÓDSZEREI. TÉMADOKUMENTÁCIÓ, OMGK BUDAPEST 1965. pp. 1-58.
- SZEPESY I. (1977): NÖVÉNYBETEGSÉGEK. MEZŐGAZDA KIADÓ, BUDAPEST 1977. 446 pp.

SZAVAK, SZAKKIFEJEZÉSEK MAGYARÁZATA

abiotikus ökológiai faktorok: az élettelen környezet (levegő, talaj, víz) azon fizikai és kémiai sajátosságai, amelyek az adott helyen élő szervezetekre hatnak. Ismertek az atmoszféra sajátosságaiból eredő klimatikus (hőmérséklet, fény, nedvesség és csapadék), a talaj (mint életközeg) fizikai-kémiai sajátosságaiból eredő edafikus, valamint a vízi élettérben a víz fiziko-kémiai tulajdonságaiból eredő hidrológiai faktorok

abundancia: növényökológiai értelemben az ~ gyakran egy populáció tömegképviselését kifejező növénytársulási fogalom. Egy faj egyedszámának egy másik faj egyedszámához viszonyított aránya. Állatökológiai használatban az ~ egységnyi területre vagy térfogatra számított átlagos egyedsűrűség

acetyl-CoA-karboxiláz: a zsírsavak bioszintézisében kulcsfontosságú szerepet játszó enzim

acetolaktát szintáz (ALS): az aminosavak közül három elágazó szénláncú mono-amino-karbonsav (L-valin, L-leucin, L-izoleucin) bioszintézisében szerepet játszó enzim

additív hatás: a kórokozók (pl. vírusfajok) interakciója során jelentkező hatás, amely mind egyidejű, mind különböző idejű fertőzések során felléphet. Az ~ a gazdanövény fogékonyságában, szimptómáiban és a víruskoncentráció megváltozásában jut kifejezésre. A vírusfajok között fellépő ~ elsősorban a szimptómák fokozódásában és a víruskoncentráció növekedésében mutatkozik meg

adenin: purinbázis. A nukleinsavak egyik alkotórésze

adenozintrifoszfát (ATP): az élő szervezet energiaforgalmában fontos szerepet játszó energiadús vegyület

adrenalin: mellékvese bélállományának hormonja

adventív növény: behurcolt növény

aficid: levéltetűirtó szer

afterripening: a gyommagvak szobahőmérsékleten száraz körülmények között történő utóérése; ezt követően nyugalmi állapotuk feloldódik

agrárökológia: olyan alkalmazott tudományterület, amely a környezetbiológia törvényszerűségeit az ember által szabályozott ökoszisztémákban vizsgálja

akaricid: atkaölő szer

akceptor faj: az allelokemikáliák biológiai aktivitásának vizsgálatára alkalmas teszt faj

aktív rassz: a vírus(ok) természetes és mesterséges átvitelére alkalmas rovarok morfológiai és ökológiai tulajdonságok tekintetében eltérő fajon belüli csoportja

aktiváló hormon (AH): agyhormon (rovarok előagyában termelt, vedlést aktiváló hormon)

alapkezelések: a vetés/ültetés előtt, illetve a vetés után, kelés előtti időben alkalmazott gyomirtó szeres kezelések

albinizmus: klorofillhiány illetve klorofillpusztulás következtében a zöld növényi részek kifehéredése

allelokemikália: a magasabb rendű növények által kiválasztott másodlagos anyagcseré termékek, melyek más élő szervezetre gátló (ritkábban serkentő) hatást fejtenek ki

allelópátia: a magasabb rendű növények közötti kölcsönhatásnak az a formája, amikor a növények az általuk kibocsátott kémiai anyagok segítségével befolyásolják

egymás fejlődését. Ma már ez a fogalom nemcsak a növény–növény, hanem a növény–rovar és a növény–mikroorganizmus kölcsönhatásokat is magába foglalja

anatómia: a növények (az emberi és állati szervezet is) szerkezetének részekre tagolásával foglalkozó tudomány. A növénytanban az anatómia kiterjed a sejtek és a szövetek vizsgálatára (sejttan, szövettan). A növényi szervek szabad szemmel vizsgálható részeinek vizsgálatával a makroszkópos ~, a szabad szemmel nem, de fény- és elektronmikroszkóppal látható részek vizsgálatával a mikroszkópos ~ ill. a szövettan (hisztológia) foglalkozik

anesztetikum: érzéstelenítő szer

Å (angström): svéd fizikus nevéhez fűződő hosszúságegység. $1 \text{ Å} = 10^{-7} \text{ mm} = 10^{-4} \text{ µm}$

antagonizmus: két ellentétes irányú és értelmű működés. Kórokozók (pl. vírusok) között fellépő ~ során az egyik kórokozó faj gátolja a másik kórokozó faj multiplikációját. A gátlás mértéke összefüggésben van a gátló hatást kifejtő kórokozó mennyiségével. Ugyanazon vírushajhoz tartozó eltérő törzseknél fellépő ~t keresztvédettség névvel jelölik

antenna: csáp (kiemelkedő oszlop)

antibiózis: a növényvírusok vektoraival (pl. levéltetvek) szemben megnyilvánuló olyan ellenállóság (rezisztencia), amelynek során a növény bizonyos tulajdonságai gátolják a vektorok szaporodását és a vektorpopuláció kialakulását

anticibans (antifeeding): táplálkozásgátló anyag

antidotum: olyan kémiai anyag, amely a herbicidek kultúrnövényekre gyakorolt fitotoxikus hatását mérsékeli

antifeeding: → anticibans

antigén: az állati szervezetbe a tápcsatorna megkerülésével bejuttatott anyag (kórokozó), amely ellenanyag (antitest) termelést vált ki

antiszérum: egy meghatározott kórokozóval immunizált állat vérsavója, amely antitesteket (immuntest) tartalmaz. Ha az állat immunizálását két vagy több kórokozóval végezzük, akkor a kapott ~ot bi- vagy polivalens ~nak nevezzük

antitest (immuntest): az állat szervezetébe juttatott idegen fehérje, az antigén által termelt anyag hatására keletkező ún. védőanyag. Az állat szervezetébe jutó kórokozók antigénként viselkednek, és antitesttermelést indítanak meg

antixenózis: a növényvírusok vektoraival (pl. levéltetvek) szemben megnyilvánuló olyan ellenállóság (rezisztencia), amelynek során a növény bizonyos tulajdonságai következtében a vektorok nem táplálkoznak az adott növényen. Az ~ esetében fellépő repellencia a növényből felszabaduló toxinokra, és/vagy illékony anyagokra vezethető vissza

antropogén ökológiai faktorok: az ember élet- és termelőtevékenysége során környezetére gyakorolt hatásainak összessége

apex: évelő növények tarackjának, ill. rizómájának végén elhelyezkedő tenyészőkúp vagy csúcsmerisztéma

apikális dominancia: olyan korrelatív gátlás, melyben az axilláris rügyek fejlődését az apex (csúcsmerisztéma) gátolja

area: elterjedési terület. Biogeográfiai fogalom, egy adott faj egyedeinek előfordulási területe

arid aktív fajok: olyan növényfajok, melyek a vízveszteségüket különböző stratégiák segítségével korlátozzák

arid toleráns fajok: olyan növényfajok, melyek víztartalmuk jelentős részének elvesztését is képesek figyelemre méltó károsodás nélkül elviselni

asztalközösség: tágabb értelemben minden, csak az egyik fél számára hasznos interspecifikus kapcsolat gyűjtőneve

attraktáns: csalogató (anyag)

autocid védekezés: önpusztító védekezés; kártevő rovarok elszaporodásának megakadályozása más rovarokkal (pl. paraziták, steril hímekkel)

autokatalepszia: → **holtak tettetés**

axilláris rügy: a szaporodást szolgáló, földalatti módosult hajtások (tarackok, rizómák) csomóin (nóduszain) található rügyek

axon (neurit): tengelyfonál. Az idegsejt el nem ágazó nyúlványa

bakteriofágok: baktériumokat pusztító vírusok (baktériumvírusok)

baktériumok: 1–2 μm nagyságrendű sejtprokarióták, amelyek egyszerű osztódással szaporodnak, bár ivaros szaporodás is lehetséges. Szilárd táptalajon telepeket (kolóniákat) képeznek. Közülük egyesek emberi, állati és növényi betegségeket okoznak

β -oxidáció: az a kémiai folyamat, melynek során a fenoxi-vajsavak fenoxi-ecetsavakká oxidálódnak, és ezáltal válnak hatékony herbicidekké

billér (halter): rezgetyű. A kétszárnyúak utótorán az elcsökevényesedett szárny. Egyensúlyozó szerv

biocid: az élőlényeket károsító anyagok gyűjtőneve

biocönózis: olyan életközösség, amely adott helyen és időben, több és többféle viselkedésű populáció meghatározott kapcsolatrendszerében él együtt.

biokatalizátorok → **enzimek**

biológiai vektorok: azok a vírusokat átvivő élő szervezetek, elsősorban rovarok (levéltetvek, kabócák), amelyek közvetlen speciális biológiai kapcsolatban vannak a vírusokkal. Speciális biológiai kapcsolat vírus és vektor között akkor van, ha a vírus szaporodása a vektorban kimutatható

bioszféra: az élőlények által, az élőlények számára létrehozott és fenntartott „lakóhely”, az élet elterjedésének helye a Föld felületén

biotechnológia: a biokémia, a genetika, a molekuláris biológia és számos diszciplína különböző módszereinek olyan integrált alkalmazása, amelynek célja új tulajdonságokkal rendelkező termékek, fajták stb. előállítása. A növénytermesztésben fő célkitűzés olyan új fajták előállítása, amelyek pl. termőképesebbek, fehérjében gazdagabbak, károsítókkal szemben rezisztensek stb.

biotikus ökológiai faktorok: az életközösség tagjainak fajon belüli (intraspecifikus kapcsolatok), illetve fajok közötti (interspecifikus kapcsolatok) kölcsönhatásából erednek

biotóp: az életközösség (biocönózis) élőhelye

bulbusz: hagyma, hagymaszerű duzzanat a fonálféreg nyelőcsövén

capsid: → **kapszid**

carrier vírusok: → **helper vírusok**

catena: → **gazdaközösség**

catenarium: → **tápnövényközösség**

centrális idegrendszer: → **központi idegrendszer**

challenging vírus: keresztvédeettséget kiváltó vagy létrehozó vírus. Mint ismeretes, a keresztvédeetség ugyanazon vírushoz tartozó két különböző törzs között, különböző időpontban végzett fertőzés során lép fel. A növénybe elsőként bejuttatott vírust ún. pre-immunizáló vírusnak, a másodiként bejuttatott vírust, pedig ún. challenging vírusnak nevezzük

Chamaephyta: fásodott szárú törpecserjék, amelyek áttelelő szervei a talaj felszíne felett vannak

chelicera: csáprágó. A skorpiók és pókok szájszervének egyik része

cirkulatív vírusok: → **perzisztens vírusok**

conditional dormancy: → **feltételes nyugalmi állapot**

corpus allata: agyalapi mirigy

cönózis: → **társulás**

cross protection: → **keresztvédeetség**

Dalton: az atom- és molekulásúly egysége. A makromolekulák méretének jellemzésére használt tömegegység. $1 \sim =$ a hidrogénatom súlya

demökológia: az ökológia populációkat vizsgáló részterülete. A populáció egyedei közötti kölcsönhatásokat, a populáció struktúráját és funkcióját, valamint az időbeli változások sorából adódó populációdinamikát tanulmányozza

dendrit: idegsejt nyúlvány. Az idegsejt fa alakúan elágazó nyúlványa

dezoxiribonukleinsav (DNS): a nukleinsavak egyik típusa. A ~ nagy molekulásúlyú összetett vegyület, amely heterociklusos bázisból, pentózból (dezoxiribóz) és foszforsavból épül fel

diapuza: → **nyugalmi állapot**

differenciális gazdanövény: olyan növény, amely egy adott vírushoz fogékony, és egy másik vírussal szemben ellenálló (rezisztens). A ~ek különböző tulajdonságokkal rendelkező vírusok szétválasztására (differenciálására) alkalmasak

DNS: → **dezoxiribonukleinsav**

domináns faj: egy életközösségben a legnagyobb egyedszámmal előforduló, uralkodó faj

domináns: a genetikában olyan öröklődő külső, belső szerkezeti, vagy működésbeli változás, amely a hibridnél a recesszív jellegű ellentétpárjával szemben jut érvényre

donor faj: feltételezett allelopátiás hatással rendelkező növényfaj

dormancia: → **magnyugalmi állapot**

economic threshold: → **gazdasági kártételi küszöbszint**

efferens funkció: a központi idegrendszerből a periféria felé irányuló ingerület vezetése

ekdizis: vedlés, rovarok vedlése

ekdizon: vedlési hormon

élelmezésegészségügyi várakozási idő: az az időtartam, melynek minimum el kell telnie a növényvédő szerek kijuttatási időpontja és a termék élelmezési célokra történő felhasználása között

élelmi lánc: → tápláléklánc

életközösség: → biocönózis

ELISA (enzyme linked immunosorbent assay) módszer: az antigének és az ellenanyagok kimutatására szolgáló, érzékeny enzimmunológiai eljárás, amely színreakcióban nyilvánul meg, és amely fotométerrel értékelhető

élőhelyközösség: a soktápnövényű fajok populációi alkotnak ~et (pl. egy gyümölcsös zoocönózisa)

élszködő növény: → teljes parazita növény

elsődleges magnyugalmi állapot: a magnyugalmi állapotnak az a típusa, amikor még a mag fejlődésének idején az anyanövényen kialakul a nyugalmi állapot, és az anyanövénytől való leválás után is hosszabb-rövidebb ideig fennmarad

eltartóképeség: azt fejezi ki, hogy egy adott biotóp adottságai maximum milyen nagy létszámú populáció megélhetését tesz lehetővé

enáció: növények leveleinek fonáki részén képződő abnormális kinövések, amelyeket a sejtek számának kóros megnövekedése idéz elő

endogén dormancia: olyan magnyugalmi állapot, melynek fennmaradásáért az embrió tulajdonságai a felelősek

endoparazita: → endobionta

enforced dormancy: → kényszernyugalmi állapot

entomofág: rowarevő

entomológia: rovarokkal foglalkozó tudomány

enzim: organikus biokatalizátor

enzimek: egyszerű vagy összetett katalizátor funkciójú fehérjék, amelyek az élő szervezetben levő anyagok specifikus átalakítását végzik

epidemiológia: → járványtan

epikotil: kétszikű növényeknél a sziklevelek feletti szárrész

epimorfózis: közvetlen fejlődés

epiphyton: fákon fennélő növények, fennlakók

epitóp: az antigén (pl. vírus) min. 5–7 aminosavból álló fehérjeszakasza, amely az immunreakció során a paratóppal specifikus kapcsolatot létesít

EPS: extracelluláris poliszacharid

EPSP szintetáz: az enolpiroszözlősavból és az 5-foszfo-sikimissavból képződő enolpiruvil-sikimissav-5-foszfát (EPSP) szintézisét katalizáló enzim

etiológia: → kóroktan

etológia: állatszokástan, viselkedéstan. A genetikailag örökölt és az egyedi életben szerzett magatartásformákkal ökológiai alapon foglalkozó tudomány

eukarióták: minden olyan élő szervezet, amelynek sejtjeiben maghátyával körülvett valódi sejtmag van. DNS-t tartalmazó kromoszómáik, membránhoz kötött sejt-szervecskéik (mitokondriumok, lizoszómák, plasztiszok stb.) vannak

eukarpikus szaporodás: a gomba tenyésztésének egy része alakul át szaporítóképpé

exogén dormancia: olyan magnyugalmi állapot, melynek fennmaradásáért az embriót

körülvevő szövetek (endospermium, maghéj, terméshéj) tulajdonságai a felelősek

exuvium: leváló bőrrészlet. A rovarok vedlési mirigyeinek a váladéka

fagocitózis: bekebelezés

fakultatív (feltételes) diapauza: valamely környezeti tényező (igen gyakran a napi megvilágítás hossza vagy a hőmérséklet változása) váltja ki. Rovarok között főleg az évi többnemzedékes (polivoltin) fajoknál gyakori

fakultatív parazita: olyan organizmus, amely élő gazdán parazita, átmenetileg szaprotróf is lehet

fehérjealegység: a vírusfehérje (protein) egy központi tengely körül spirálisan elhelyezkedő 17–18 ezer dalton molekulasúlyú alegységekből áll (dohány mozaik vírus). A ~ek csúcsai egymástól mintegy 23 Å távolságra vannak. A struktúra 69 Å, tehát három fordulat után ismétlődik

fehérjeszintézis: az élő szervezetben aminosavakból történő makromolekulájú fehérjék felépítése (bioszintézis). A bioszintézis során a legfontosabb szerepet a nagy molekulasúlyú nukleinsav az ún. messenger (hírvivő) ribonukleinsav (m-RNS) látja el, amely egyúttal meghatározza az aminosavak sorrendjét is

fekunditás: egy nőstényre számított szaporodóképesség. A populáció szaporodóképességének (reproduktivitásának) egyik kifejezője. Az egy-egy nőstényre jellemző átlagos utódszám egy adott időszakra, rendszerint egy évre, vagy szaporodási periódusra vonatkoztatva

félélősködő növények: → félparazita növények

félparazita növények: olyan klorofillrendszerral rendelkező növények, amelyek az ásványi anyagok és a víz tekintetében gazdanövényeikre vannak utalva

feltételes nyugalmi állapot: a magnyugalom és a csírázóképeség közötti átmeneti állapot

fenntartható fejlődés (sustainable development): a fejlődés olyan formája, amely a jelen igényeinek kielégítése mellett nem fosztja meg a jövő generációit saját szükségleteik kielégítésének lehetőségétől

fenntartható mezőgazdaság: olyan érték-őrző-alkalmazkodó mező-, környezet- és tájgazdálkodás, amely magában foglalja a környezet védelmét, termelési és fogyasztási célú használatát. Célja a vidéki népesség, a parasztság gazdává tétele, a táj természeti, társadalmi és gazdálkodási egységének biztosítása, a biológiai alapok megőrzése és gondozása, a biodiverzitás megőrzése, differenciált agrotechnika alkalmazása, biológiai talajművelés, talajerő-gazdálkodás, állattartó képesség és állatlétszám harmóniája, valamint preventív, integrált növényvédelem

fenológia: növények és állatok fejlődési fázisait tanulmányozó tudomány

fenotípus: alak- és élettani tulajdonságok összessége, ahol a genotípusban kódolt belyegek közül a környezet által megengedettek valósulnak meg

fénylégzés: széndioxid felszabadulás intenzív megvilágítás esetén, amely a fotoszintézis jelentős korlátozója, és amely főleg a C₃-as fotoszintézist folytató növényfajokra jellemző

feromon: üzenetközvetítő váladék

feromonok: az állatok által kis mennyiségben termelt és a környezetbe kibocsátott

sajátos váladékanyagok. A populáció egyedei közötti hírközlés (biokommunikáció) kémiai eszközöként biológiai funkciót töltenek be

fertőző küszöb idő: a vektor (levéltetű, kabóca stb.) minimális táplálkozási ideje, amely elégséges ahhoz, hogy a vírust teszt-növényre (gazdanövényre) átvigye

fertőző táplálkozási idő: a vektor (levéltetű, kabóca stb.) táplálkozásának időtartama a kísérleti vírusátvitel ideje alatt

filogenezis: törzsfajlódás

fitobakteriológia: a növények baktériumos betegségeivel foglalkozó tudomány

fitofág: növényevő

fitokróm: fényérzékeny magvak esetében a fényre adott választ szabályozó fotoreverzibilis fehérjetermészetű pigmentrendszer

fitopatogén: növénykórokozó

fitoplazmák: a növények rostacsöveiben és floem-parenchima sejtjeiben, valamint a rovarok zsírtestecskéiben, a nyálmirigyekben, az emésztőcsatorna sejtjeiben előforduló, váltakozó átmérőjű (75 mμ – 800 mμ) és hosszúságú (200 mμ – 1100 mμ), ribonukleinsavat (RNS) és dezoxiribonukleinsavat (DNS) tartalmazó pleomorf mikroorganizmusok. A ~ sejtfallal nem, csupán kétrétegű, kb. 8 mμ vastagságú, membránnal rendelkeznek. A fitoplazma-testecskéiben riboszómaszerű magvacska helyezkedik el. Kabócékkal, kertészeti oltással, *Cuscuta*-fajokkal átvihetők ill. terjednek. Egyes esetekben már sikerült immunológiai rokonságot kimutatni az emberből, madarakból, a növényekből izolált ~ között. A ~ tetraciklinnekkel és szterinekkel szemben érzékenyek.

fitoplazmózisok: fitoplazmák által okozott növénybetegségek

fitotoxikus vegyületek: olyan vegyületek, amelyek a növényekre mérgező hatásúak

fotorespiráció: → fénylégzés

fungicid: gombaölő szer

galea: rovar szájszerv rész. Az alsó ajak külső karéja

ganglion: idegdúc, bőr alatti dudor

gazdaközösség: ugyanazon növényen élő több rovar (állat) faj egyedeinek olyan együttese, amelyet csak a gazdanövény kapcsol össze

gazdanövénykör: a növényeknek (család, nemzetség, faj, fajta) olyan tágabb és szűkebb köre (csoportja), amely egy adott kórokozóval (pl. vírus) szemben fogékony. A ~ egy adott vírusra nézve specifikus, és részben (vírustörzsi szinten) diagnosztikai jelentőségű. A ~t meghatározó tényezők komplex természetűek, és növény-vírus-környezet kapcsolattól függően igen változatosak. Természetes és mesterséges (kísérleti) ~ különböztethető meg. A természetes ~ azoknak a növényeknek az összessége, amelyek egy adott vírussal szemben spontán fertőződnek. A mesterséges (kísérleti) ~ azoknak a növényeknek az összessége, amelyeket egy adott kórokozóval laboratóriumi körülmények között eredményesen lehet inokulálni, és amelyek az inokulációra fogékonyak (manifeszt tünetek képződése, vagy látens fogékonyosság)

gazdasági kártételi küszöbszint: a növényi károsítók (rovarok, kórokozók, gyomnövények) populációinak alacsony szinten történő tartása azért, hogy jelentős gazdasági kártételt ne okozzanak

gén: genetikai információt hordozó öröklődési anyag

generáció: nemzedék

generációs koefficiens: az évente két nemzedékben (A, B) fejlődő rovarok egyedsűrűségének viszonyyszáma. Az egyedsűrűség változásának irányát fejezi ki, ezért előrejelzésre is használatos

genetikai információ: a fehérjék aminosavsorrendjére, vagy különböző genetikai szabályozási funkciókra vonatkozó olyan információ, amelyet nukleinsav-molekula (DNS, vagy RNS) meghatározott hosszúságú bázissorrendje határoz meg

genetikai kód: olyan átörökléssel kapcsolatos információelméleti fogalom, amely egy bizonyos meghatározott szabályok szerint működő információkra alkalmas jelek rendszeréből áll. A ~ problémája annak a feladatnak a megoldása, hogy a gének által hordozott információ egy szervezeten belül hogyan határozza meg a proteinek szerkezeti felépítését. A proteinek mintegy húsz különböző kis molekulájú aminosavból állnak, amelyek hosszú polipeptid láncot képeznek. A proteinek gyakran több száz aminosav egységből állnak, ezek az egységek egymáshoz kapcsolódnak, és minden egyes proteinben ezek a tagok specifikus sorrendben, genetikailag meghatározott rendszer szerint helyezkednek el. A protein ezért az írott nyelv húsz betűből álló hosszú mondatához hasonlít. A gének eltérő hosszú láncú molekulákból [ribonukleinsav (RNS), dezoxiribonukleinsav (DNS)] állnak. A ribonukleinsav (RNS) egy speciális formája az ún. messenger (hírvivő) RNS (m-RNS), amely a genetikai információt a sejtmagban elhelyezkedő géntől a citoplazmához viszi, ahol többféle protein szintetizálódik. A nukleinsavakban adenin, guanin, citozin, a ribonukleinsavban uracil, a dezoxiribonukleinsavban timinbázisok vannak. A lánc olyan sorozatot képez, amelyből négyféle, bázisként ismert csoportot szabályos közök választanak el egymástól. A ~ feladata a négy bázis sorrendjének a megállapítása a nukleinsavban, amely a protein húszféle aminosavának az egymás utáni sorrendjét is meghatározza

genetikai polimorfizmus: ugyanazon gyomfaj populációjának különböző egyedein, vagy egy másik populáció egyedein különböző élettani állapotú magvak képződése

genom: a géneket magába foglaló haploid kromoszómagarnitúra

Geophyta: az évelő gyomnövények azon csoportja, melyeknél az áttelelést és a regenerálódást szolgáló vegetatív részek (tárack, rizóma, szaporítógyökér stb.) a talajban helyezkednek el

geotropos inger: az élő szervezeteket érő, annak valamilyen válaszát keltő külső vagy belső hatás (helyzetváltoztató növekedés). Ha a helyzetváltoztató növekedés a Föld középpontja felé irányul – amelyet a nehézségi erő vált ki –, akkor pozitív ~nek, ha a növények föld feletti részeinek helyzetváltozása felfelé irányul, akkor negatív ~nek nevezzük

glutamin szintetáz: a növényben a káros hatású ammónia detoxikálását végző enzim

gombák: telepes, eukariotikus klorofill nélküli heterotróf (szaprotróf vagy biotróf) táplálkozású spóráképző mikroorganizmusok. Jelentős szerepük van számos növényi betegség előidézésében

gradáció: a populáció egyedszámának a megszokottól eltérő mértékű, ugrásszerű emelkedése (hiperciklikus egyedsűrűség-változás). A ~ természetes viszonyok között ritkább, az ember által befolyásolt ökoszisztémákban gyakoribb jelenség

gyökérherbicid: olyan gyomirtó szer, melyet a gyökér vesz fel, és azon keresztül fejti ki hatását

gyűrűs rothadás: növényi edénynyaláb rothadása

habitus: külső alak, megjelenés, küllem

halo: baktériumos folt körüli világos „udvar”, vagy kifakuló folt

halter: → **billér**

hausztórium: → **szívógyökér**

hausztórium: parazita gombák tápanyagfelvételére módosult hifa oldalága

helper vírusok: olyan vírusok, amelyek meghatározott feltételek és körülmények mellett a bizonyos szempontból inaktív vírusokat együttes fertőzésben aktiválni, fertőzővé tenni képesek. A ~ mind a mechanikailag, mind a levéltetvekkel átvihető vírusok között megtalálhatók

Hemikryptophyta: az élő fajok azon csoportja, melyek a talajszintben telelnek át

hemiparazita növény: → **félparazita növény**

Hemitherophyta: a kétéves életsiklusú növények csoportja, melyek az első évben vegetatív állapotban maradnak (raktározógyökér és/vagy tölevélrózsát fejlesztenek), és csak a második évben képeznek magot

hemoglobin: vérfesték

hemolimfa: vér (rovarok), színtelen, sárgás, zöldes, ritkán vörös folyadék

herbicidek: gyomirtó szer

herbológia: a gyomnövények biológiájával, ökológiájával és a különböző gyomszabályozási eljárásokkal foglalkozó tudomány

heterodinám fajok: olyan rovarok, amelyeknek évente több utódgenerációja lehet

heterogónia: nemzedékváltakozás, szaporodásforgó; szűznemzés és ivaros szaporodás váltakozása

hibernáció: alacsony környezeti hőmérséklet hatására létrejött merevség, mozdulatlanság

hibrid: eltérő genotípusú szülőktől származó utód. A homológ kromoszómák általában eltérő allélokat tartalmaznak

hifa: gombafonal

himénium: a termőtest szaporítósejteket létrehozó rétege

hiperparazita: az eredetileg is kórokozó szervezeten élősködő másik kórokozó

hiperszenzitív reakció (HR): a gazdanövény sejtjeinek a kórokozó behatolási helyére lokalizálódó válaszreakciója, amely a sejtek, szövetrészek hirtelen pusztulásával és leggyakrabban a kórokozó megsemmisülésével jár együtt. A ~ a növényvilágban gyakori jelenség. A fertőzés következtében fellépő hirtelen sejt-, szövetelhalás a gazdaszervezet túlérzékenysége miatt következik be. A ~ gyakran egyes növényi szervek elvesztésével is jár (amputatív reakció), és ezzel a kórokozó elterjedését teljesen megakadályozza. A ~ nem a gazdanövény kórokozó-ellenállóságával, hanem éppen túlérzékenységgel magyarázható

hipertrófia: szöveti túlbujánzás

hipofízis: agyalapi mirigy

hipokotil: kétszikű növényeknél a sziklevelek alatti szárrés

holokarpikus szaporodás: a gomba egész tenyésztete átalakul szaporítóképté

holometabólia: teljes átalakulás (pete, lárva, báb, imágó)

holometamorfózis: → holometabólia

holoparazita növény: → teljes parazita növény

holtak tettetés: a túlélésre való törekvés egyik sajátos viselkedésbeli megnyilvánulása. Észlelt vagy vélt veszély esetén egyes állatok (főleg rovarok) teljes mozdulatlan-ságot és tehetetlenséget színlelnek

homológ antiszérum: az az immunszérum, amely szerológiai reakcióba képes lépni ugyanazon fajhoz tartozó különböző törzsek antigénjeivel (vírus- vagy baktérium-törzsekkel), amelyekkel eredetileg az immunizálás történt

hormon: vegyi szabályozó anyag

horogképződmény: aszkuszos gombák sejtosztódásánál a genetikai információ változatlan állapotát biztosítja

HR-reakció: → **hiperszenzitív reakció**

humorális: nedvi (vérkeringésen át történő szabályozás)

hydato-helophyton: vízi-mocsári növény

imágó: kifejlett állat

imbibáció: a magvak (termések) vízzel történő telítése

immúnis növény: patogén kórokozókkal szemben ellenálló növény

immunitás: az az állapot, melynek során egy szervezet öröklött vagy szerzett tulajdonságok alapján patogén kórokozók fertőzése után is egészséges marad

in vitro: az élő szervezeteken kívül lejátszódó folyamat

in vivo: az élő szervezetben lejátszódó folyamat

indikátor növény: → **tesztnövény**

indukált vagy másodlagos magnyugalmi állapot: a magnyugalmi állapotnak az a formája, melyet a kedvezőtlen környezeti feltételek hoznak létre, és amely a magvakban az anyanövénytől való elválásuk után alakul ki

infekció: fertőzés

ingerlékenység: Az élőlények olyan tulajdonsága, hogy a külső és belső ingerek hatására anyagcseréjük változtatásával válaszolni képesek

inhibitor: gátló anyag. A vírus~ olyan gátló anyag, amely elsősorban bizonyos növény-családokhoz tartozó növényfajok (pl. *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *Capsicum annuum*, *Dianthus barbatus*, *Phytolacca americana*, *Spinacea oleracea*, *Tetragonia expansa*) szövetnedvében fordul elő. Az ~ok hatásossága igen specifikus. A vírus~ok közül jelentősebbek az enzimek, homológ antiszérumok és egyes mikroorganizmusok anyagcseretermékei is.

inkompatibilis: összeférhetetlen (rezisztens gazda–parazita kapcsolat)

inkomplett vírus: fehérje (protein) nélküli vírus, azaz replikációra képtelen virion

inkubációs idő: az az idő vagy időszak, amely a kórokozó átvitelétől vagy fertőzésétől a fogékony gazdán (növényen) történő betegségi tünetek megjelenéséig tart

inokulum: fertőző anyag

inszekticid: rovarirtó szer

integrált növényvédelem: olyan növényvédelmi technológia, amely a növények (adott növény) valamennyi károsítója ellen hatásos. Célja a károsító-együttesek szabályozása, amelyet a kémiai, agrotechnikai, mechanikai és biológiai eljárások felhasználásával úgy ér el, hogy az agrobiocönózis

természetes, biotikus szabályozó tényezőit figyelembe veszi, és azt harmonikusan egészíti ki más típusú, szelektív védekezési eljárásokkal

intercelluláris: sejtközötti (pl. tér, járat)

interdiszciplináris tudomány: több együttműködő tudományág

interferencia: kölcsönhatás. A vírus~ két típusa ismert: antagonista ~ és szinergista, vagy additív ~. Az antagonista ~ leggyakrabban az ugyanahhoz a vírusfajhoz tartozó törzsek között lép fel, és ez esetben keresztvédeettségről beszélünk. Ugyanahhoz a vírusfajhoz tartozó törzsek között azonban az antagonista ~ nem minden esetben érvényesül. A szinergista vagy additív ~ vírusfajok közt lép fel, amely a tünetek (szimptómák) fokozódásában, esetleg újszerű (a részt vevő vírusfajokra külön-külön nem jellemző) tünetek keletkezésében és a víruskoncentráció megváltozásában nyilvánul meg. Az ~ a botanikai és a herbológiai szakirodalomban a magasabb rendű növények közötti kölcsönhatások megjelölésére szolgál, amelynek két legfontosabb formája a kompetíció és az allelopátia

interkaláris: két sejt között elhelyezkedő sejt (spóra)

internal (belső) dormancy: az élőlények nyugalmi állapotának az a típusa, amikor a vegetatív szaporítóképleteken lévő járulékos rügyek nyugalmi állapota a vegetációs periódus végén, általában a fagyok beálltával és/vagy a nappalok rövidülésének hatására indukálódik, és amely a következő év tavaszán oldódik fel

intracelluláris: a sejt belsejében lévő (pl. kórokozó)

inváziós növényfajok: rendszerint idegen kontinensről származó, tömegesen megjelenő, jelentős gazdasági kártételt és tájromboló hatást okozó növényfajok

irritabilitás: → ingerlékenység

ivararány: a hím- és nőivarú egyedek számszerű megoszlása. A populáció struktúrájának fontos eleme. Kifejezhető a populáció létszámának %-ában, vagy egy adott populáció egy hím egyedére eső nőstények számarányával (szexuális index)

izogámia: alakilag megegyező gaméták (ivarsejtek) egyesülése

izoláció: közel rokon fajok egyazon biotópban élő populációi között kialakuló térbeli vagy időbeli elkülönülés

járványtan: A ~ a járványok keletkezésével, elterjedésével és leküzdésével foglalkozó tudomány

juvenil hormon (JH): fiatalító hormon. Rovaroknál a *corpus allata* váladéka

kannibalizmus: azonos fajba tartozó egyedek rendellenes viselkedése; egymás felfalása vagy megcsonkítása

kapszid: a vírusnukleinsavat körülvevő köpenyfehérje (fehérjeburok), amely szabályos szerkezeti egységekből épül fel

kapszomer: a víruskapszidot (köpenyfehérjét) felépítő további alegységekre bontható fehérjekomplexum

kemosterilánsok: terméketlenséget előidéző vegyületek (rendszerint hormonhatású szintetikus vegyületek), melyek a rovarok hímjénél, néha a nősténynél terméketlenséget (sterilitást) idéznek elő

kényszernyugalmi állapot: a gyommagvak olyan típusú nyugalmi állapota, amikor a csírázást a megfelelő külső környezeti tényezők hiánya akadályozza

keresztvédetség: ugyanazon vírusfajhoz tartozó eltérő törzsek között fellépő antagonista interferencia. A ~ különböző idejű

fertőzések során lép fel. A ~ kialakulásának feltétele az, hogy az első pre-immunizáló kórokozó (vírus) az ún. második challenging kórokozó (vírus) növénybe jutása előtt megfertőzze („átjárja”) a növényt

késő tavaszi, nyár eleji nyugalmi állapot: az élő gyomfajok esetében a vegetatív szaporítóképletek nyugalmi állapotnak az a típusa, amikor az késő tavasszal, nyár elején indukálódik és ősszel oldódik fel

klamidospóra: a hifasejtek csúcsán (terminálisan), vagy azok közé ékelődve (interkalárisan) kialakuló vastag falú kitartó spóra

kleisztotécium (kleisztokarpium): szabálytalanul felnyíló, zárt, ivaros termőtest

klimatikus faktorok: a légkör (atmoszféra) adott földfelszín feletti része időjárásának az ökoszisztéma egész anyagkörforgalmát és energiaáramlását, valamint életközössége minden tagjának életét, viselkedését, mozgását közvetve vagy közvetlenül befolyásoló tényezői. Ide sorolhatók a fény, a hőmérséklet, a légmozgások, a csapadék, illetve a levegő páratartalma és a földrajzi adottságok (domborzat) okozta hatások

klorózis: sárgulás

ko-dominancia: az a fejlődési állapot, amikor a tarack (rizóma) szegmentumok egyidejűleg kettő vagy több hajtást fejlesztenek

koegzisztencia: adott területen, egy időben együtt élő populációk koegzisztensek. A ~ csak az együttélés tényére vonatkozik, módjára nem

koevolúció: társulásalkotó, ökológiailag összetartozó populációk evolúciós kölcsönhatása

kokkusz: a sugárgombák szaporító képlete (micélium-feldarabolódás)

kolónia: baktériumtelep (rendszerint táptalajon)

komisszura: keresztben összekötő (idegrost, nyalábok) keresztkötés

kommenzalizmus: → asztalközösség

kompatibilis: összeférhető; fogékony gazda-parazita kapcsolat

kompetíció: a növények közötti versengés a vízárt, a tápanyagokért és a fényért

komplett vírus: fehérjéből és ribonukleinsavból (RNS) vagy fehérjéből és dezoxiribonukleinsavból (DNS) álló vírus

konidiogén sejt: konídiumképzésre szolgáló végálló sejt

konídium: ivartalan gombaspóra

konjugáció: a baktériumok ivaros szaporodása

konkurencia: → versengés

konnectivum: hosszanti idegtörzs

kontakt herbicidek: olyan gyomirtó szerek melyek elsősorban azt a növényi részt pusztítják el, amivel közvetlenül érintkezésbe kerülnek

kopuláció: párosodás, közösülés

kóroktan: a betegségek megjelenésének okával és kifejeződését (értékesítésüket) befolyásoló tényezőkkel foglalkozó tudomány

korrelatív gátlás: egy növényi szervnek egy másik szerv vagy rügy növekedésére gyakorolt gátló hatása

központi idegrendszer: az agy, gerincvelő csigolya közötti dúcok összefoglaló neve

kriptobiózis: a nyugalmi állapot legmélyebb szintje, amikor az élőlény élettevékenységei szinte teljesen leállnak. Oka a környezet igen nagy mérvű lehűlése vagy a szövetek nagyfokú vízvesztése

kritikus kompetíciós periódus: az az időtartam, amely alatt a kultúrnövény számára gyommentességet kell biztosítani, hogy a gyomosodásból adódó termésvesztést elkerüljük

Kryptophyta: olyan növények, amelyeknek a talajban vannak az áttelelő szervei

kvadrát módszer: mintavételi eljárás, amelyet szárazföldi biotópokban a populáció-sűrűség megállapítása vagy társulástani (cönológiai) felmérés céljára egyaránt alkalmazni lehet. A mintavételi négyszög nagyságát, a vizsgálat célját, a vizsgálandó fajok egyedeinek nagyságát és átlagos egyedsűrűségét figyelembe véve határozzák meg

kvieszcencia: → merevség

labium: ajak

labrum: felső ajak (ízeltlábúaknál)

late spring dormancy: → késő tavaszi, nyár eleji nyugalmi állapot

látenci idő: lappangási idő

látencia: tünetmentesség

látens: nem látható, de létező megbetegedés

látens: tünetmentes. A vírusok által előidézett ~ fertőzés során nem alakulnak ki tünetek a fertőzött növényen. A ~ fertőzés megállapítása a kórokozó vírus fogékony, lehetőleg lokális léziókat mutató gazdanövényre történő visszaizolálásával, szerológiai próbával és egyéb vírusdiagnosztikai módszerekkel állapítható meg

LD50 (letális dózis): a mérgező hatásának értékszáma. Az a beadott mérgező mennyiség mg-ban 1 kg élő testsúlyra vonatkoztatva, amelytől a kísérleti állatállomány 50%-a elpusztul

letális faktorok: ökológiai értelemben azok a környezeti tényezők, amelyek az élőlény pusztulását okozzák

levélherbicid: olyan gyomirtó szer, amely hatását a levélzeten keresztül fejti ki

limfocita: nyiroksejt

lisztharmatgomba: zömmel ektoparazita, biotróf életmódot folytató gomba

lokális léziók: vírusfertőzés következtében a fertőzött növényeken jelentkező tünetek, többnyire klorotikus vagy nekrotikus foltok, amelyek csak a fertőzés helyére korlátozódnak és sohasem generalizálódnak. A ~nak a vírusaktivitás meghatározásánál van nagy szerepe

lokálléziós gazdanövény: olyan gazdanövény, amely a vírusfertőzéssel szemben, többnyire néhány napos inkubációs idő után lokális léziókkal (a fertőzés helyére korlátozódó, feltűnő tünetek) reagál

lomaszóma: „határtest”, a gombasejteken a sejtfal és a plazmahártya között található, amorf képződmény

lophotrich: több csilló eredése egy oldalról, egy helyről

LPS: lipopoliszacharid

magnyugalmi állapot: a gyomnövények magjainak olyan élettani állapota, amikor azok a számukra kedvező környezeti feltételek esetén sem csíráznak ki

Malpighi edény: a rovarok kiválasztó szerve

mechanikai vírusátvitel: olyan mesterséges átvitele a vírusnak, amelynek során a fertőző inokulum a tesztnövény sejtjeibe, szöveteibe kerül. A ~ bekövetkezhet akkor is, ha a beteg növény levelei, vagy gyökérzete egészséges növényvel érintkezik

merevség: a dormancia egyik esete; az egyedfejlődés átmeneti lelassulása, rövid idejű és nem ciklikus mozdulatlanság. Oka a környezeti tényezők (hőmérséklet, fény, nedvesség, táplálékkészlet) kedvezőtlené válása

merisztéma: osztódó vagy osztódásra alkalmas homogén, gazdag plazmatartalommal vagy sejtmaggal rendelkező sejtcsoport

metabolitok: az élő szervezetek anyagcseré-folyamataiban részt vevő, vagy annak során keletkező anyagok

mézharmat: a levéltetvek híg, cukortartalmú ürüléke

mezokotil: egyszikű fajoknál a szemtermésben maradt szikleveél (pajzsocska vagy szkutellum) és a rügyhüvely (koleoptil) közötti rész

micélium: hifaszövedék

migráció: → vándorlás

mikoherbicidek: fitopatogén gombák spóráit tartalmazó gyomirtó szerek

mikorrhiza: magasabb rendű növények és gombák közötti szimbiózis

mikroherbicidek: biológiailag rendkívül aktív, már igen kis mennyiségben (néhány gramm/ha) is hatásos gyomirtó szerek

mikrométer (μm): 1 μm egyenlő 10⁻⁶ méterrel. Korábbi, ma már nem szabályos elnevezése mikron (μ) volt

mikron (μ): 1 μ egyenlő 10⁻⁶ méterrel. Régi, ma már nem használatos elnevezés, a helyes új elnevezés mikrométer (μm)

mikroorganizmusok: csak fénymikroszkóppal vagy elektronmikroszkóppal látható, felépítésükben, morfológiájukban, szaporodásukban, vegyszerekkel szembeni érzékenységükben és számos más tulajdonságukban eltérő apró szervezetek, amelyek speciális tenyésztési, vizsgálati és identifikálási módszereket igényelnek. Az egyes ~ (vírusok, viroidok, fitoplazmák, spiroplazmák, rickettsiák, gombák, baktériumok) kutatásával ma már önálló tudományágak foglalkoznak

mikroszklerócium: 1–2 mm nagyságig terjedő szklerócium, kitartóképlet

millimikron (mμ): → nanométer (nm)

mimikri: alak-, forma-, szín- és rajzolatutánzás. A ~ bizonyos védelmet nyújt a zsákmányállatnak ellenségeivel szemben

mitospóra: mitózis útján, ivartalan úton képződő spóra

monoklón-ellenanyag: sejtkultúrából származó, azonos szerkezetű és specifitású ellenanyag (antitest). Olyan antitest, amely egyetlen epitóppal lép specifikus kapcsolatba

monotrich: egy csillóval rendelkező baktérium

morfológiai stádium: az élő szervezetek adott fejlődési állapotára jellemző alaki és felépítésbeli tulajdonságokat kifejező állapot

mortalitás: egy adott időtartam alatt elpusztult egyedek aránya a kiindulási népességszámhoz viszonyítva

m-RNS: hírvivő (messenger) RNS. A DNS egyik szálának komplementer másolata (átírat), amely a DNS-ben foglalt genetikai információt viszi el a riboszómákhoz

multikomponensű vírusok: → **osztott genomú vírusok**

mutáció: a genetikai információ öröklődő megváltozása, amely alatt a nukleotidok sorrendjében és/vagy számában bekövetkező változást értjük. A változás egyetlen bázispár kicserélődésétől nagy kiterjedésű átrendeződésig is terjedhet

nanométer (nm): 1 nm egyenlő 10^{-9} méterrel. A korábbi millimikron (mp) helyett használatos, nemzetközileg elfogadott hosszúság mérésére szolgáló egység

natalitás: → **fekunditás**

nefrocita: kiválasztósejt

negatív fotoblasztikus fajok: olyan gyomfajok, melyek magjainak csírázását a fény gátolja

nekrofág: állati tetemekkel táplálkozó

nekrotróf: elhalt gazdasejtekből táplálkozó kórokozó

nekrózis: szövetelhalás

nem fotoblasztikus fajok: olyan fajok, melyek magjainak csírázását a fény nem befolyásolja

nem perzisztens vírusok: a növények levélparenchimájában lokalizálódó, mechanikailag könnyen átvihető, olyan vektorokkal (pl. levéltetvek, kabócák) terjedő vírusok, amelyek a vektor felvételi szívása után inkubációs idő nélkül azonnal fertőzőképesek. A ~ a vektor hemolimfájából nem nyerhetők vissza, a vektort mesterségesen nem lehet velük fertőzővé tenni. A ~ fertőzőképességét a vektorok vedlése nagymértékben csökkenti

neoténia: a növények vegetatív fázisának jelentős lerövidülése stresszhelyzetben

neurit: idegsejt nyúlvány

neuromuszkuláris szinapszis: ideg-izom kapcsolóhely, ingerület átvétele helye a motoros idegrostról az izomrostra

neuron: idegsejt, az idegrendszer morfológiai és funkcionális alapegysége

neurotranszmitter: az idegműködésben az ingerületi folyamatnak a preszinaptikus hártýáról a posztiszinaptikus membránra való áttérjedésben szerepet játszó kémiai anyag

nimfa: szárnykezdeménnyel rendelkező lárvalak, amely teljes kifejlődése után szárnyas alakká válik. A ~ tehát nem azonos a levéltetvek szárnyatlan alakjának lárvaival, amely kifejlődés után is szárnyatlan marad

nukleinsav báziskomponensek: azok a vegyületek, amelyekből a nukleinsavakban levő bázisok felépülnek

nukleinsav: nukleotidegységekből (heterociklikus bázisok, öt szénatomú cukor és foszforsav) felépülő vegyületcsoport, amely az élő szervezetek egy igen jelentős anyaga. A ~ sejtmagban és a citoplazmában is megtalálható. Két típusa ismeretes: ribo~ (RNS) és dezoxiribo~ (DNS). Egymástól a bázisok elhelyezkedési sorrendje és aránya tekintetében, valamint a cukoralkotórészben (D-ribóz vagy D-2-dezoxiribóz) különböznek. A növényvírusok legnagyobb része és egyes kisebb állatvírusok RNS nukleoproteidek, az állatvírusok és bakteriófágok pedig DNS-proteidek

nukleokapszid: nukleinsavból (ribonukleinsav, RNS vagy dezoxiribonukleinsav, DNS) és polipeptid szerkezeti egységekből felépülő, valamint morfológiai egységeket, ún. kapszomereket alkotó virion szabályos szerkezetű burka

nukleoproteidek: a nukleinsavak savanyú csoportjainak és a fehérje bázisos csoportjainak sókötéssel kapcsolódó komplexei

nukleotida: olyan DNS-, vagy RNS-polimert felépítő monomer egység, amely egy purin- vagy pirimidinbázist, egy pentózt és egy foszforsavmaradékot tartalmaz; ezek kovalens kötéssel kapcsolódnak egymáshoz

nutációs mozgás (körözés): a növényi részek olyan helyzetváltoztató mozgása(i), amelyek esetében a görbülést (körözést) az adott szerv két oldalának egyenlőtlen növekedése idézi elő (pl. aranka = *Cuscuta* fajok). A mozgást számos inger válthatja ki (megvilágítás, hőmérsékletváltozás, kontaktus stb.) Egyes szervek nutációs mozgása külső ingertől függetlenül, autonóm módon is bekövetkezhet (pl. páfrányok = Pteropsida)

nyári egyevesek: a T₃-as és T₄-es életformájú, tavasszal, nyár elején csírázó egyeves gyomfajok gyűjtőneve

nyári nyugalmi állapot: az évelő gyomfajok vegetatív szaporítóképleteinek az a típusú nyugalmi állapota, amelyet a nyári meleg, száraz, hosszúnappalos körülmények indukálnak

nyugalmi állapot: bizonyos kedvezőtlen ökológiai körülmények hatására az egyedes életét, illetve fejlődésnek bizonyos szakaszát megszakító hosszabb-rövidebb pihenő időszak

obligát (valódi) diapauza: a diapauzának a környezeti hatások változásától függetlenül is fellépő, örökletesen meghatározott formája. Ez különösen az évente egynemzedékes (univoltin) rovarfajoknál gyakori

obstans: húsevő

oidium, oidiopszisz, ovulariopszisz: különböző típusú ivartalan konídiumok a lisztharmatgombáknál

oogámia: az oospórás gombák ivaros szaporodása

oogónium: az *Oomycota* női ivarszerve, amelyben egy vagy több gaméta keletkezik

oospóra: oogámiával keletkező vastag falú ivaros kitartó spóra

ornamentált: nem sima felszínű (pl. tüskés stb.)

ostiolum: ivaros (peritécium) és ivartalan (piknídium) termőtestek megnyúlt szemölcs- vagy csőrszerű nyaki része, kivető szájnílása

osztott genomú vírusok: eltérő méretű és esetleg eltérő szerológiai tulajdonságokkal rendelkező vírusrészecskék. A genom több részből áll. Csak a különböző komponensek keveréke fertőzőképes. A dohány rattle vírus pl. ~nak tekinthető, mert egyetlen rendszerben levő vírusrészecskék mérete 450 Å és 1900 Å között ingadozik. Találhatók egy ~ban 450 Å hosszúságú ún. rövid részecskék, de vannak 1900 Å hosszú részecskék is. A hosszú vírusrészecskék fertőzőképesek, a rövid részecskék nem

ovicid: tojásölő szer

ovipar: tojásrakó

ovivipor: álelevenszülő

ökológia: a szünbiológia körébe tartozó tudomány, amely az élőlény közösségek viselkedését, és az azokra ható háttérjelenségeket és folyamatokat vizsgálja

ökológiai faktorok: az élőlényre ható környezeti tényezők. Részben az élettelen környezet fizikai és kémiai hatásaiból (abiotikus ~), részben pedig az életközösség kölcsönös egymásra hatásaiból (biotikus ~) adódnak

ökoszisztéma: a legbonyolultabb rendszerek egyike, amely sok fizikai, kémiai és biológiai részrendszer integrálódása révén működik, az élő és az élettelen részek között állandó anyagforgalom zajlik. Az ~ összetett (komplex) rendszer

ökotípus: különböző ökológiai körülményekhez örökletesen alkalmazkodott populációk, amelyek az adott környezet szelekciós nyomásának hatására válnak jellegzetes ~sá, és különülnek el ugyanazon faj más ~ától

özöngyomok: az adott élőhely növényzetében gyomként szereplő inváziós növényfajok

paraszexualitás: ivaros folyamattól eltérő, az egyedfejlődés nem egy meghatározott szakaszában bekövetkező rekombináció

paratóp: az ellenanyag (antitest) azon fehérjeszakasza, amely az epitóppal specifikus kapcsolatot létesít

parazita növények: azok a virágos növények, amelyek saját életsiklusukat csak más gazdanövényeken, azok életműködését megzavarva, képesek fenntartani

parazitizmus, élősködés: a gazdaszervezet és a parazitoid, parazita (élősködő) közötti tartósabb antibiotikus kapcsolatforma. A parazita a gazdaszervezet anyagaiból táplálkozik, a gazda hátrányt szenved, ez azonban rendszerint nem vagy csak végső fokon vezet pusztulásához

patogén: kórokozó szervezet

patogenezis: kórfolyamat

patogenitás: genetikailag meghatározott megbetegítő képesség

patovarietás (pv.): fajon belüli taxon a nevezékban

PEP karboxiláz: a C₄-es fotoszintézist folytató növények széndioxid fixálásának primér kulcsenzime

peplon: a vírus köpenyfehérjét burkoló külső burok

perifízis: peritécium, piknídium nyaki részében elhelyezkedő serteszerű képződmény

periodicitás: a gyommagvak szántóföldi csírázásának, illetve az évelők regenerálódásának szezonális menete

peritécium: gömbölyded vagy körte alakú ivaros termőtest (Pyrenomycetes csoport)

peritrich: a baktériumsejtet körülvevő csillózatosság

perzisztens herbicidek: aktív állapotukat hosszú ideig megőrző, nehezen lebomló gyomirtó szerek, melyek jelentős környezetszennyező hatást fejthetnek ki

perzisztens növényvédő szer: lassan bomló növényvédő szer

perzisztens seedbank: a talaj gyommagkészletének az a hányada, amelybe tartozó magvak hosszú nyugalmi állapottal rendelkeznek, és életképességüket sokáig megőrzik

perzisztens vírusok: a növények floem és xilem szöveteiben lokalizálódó, mechanikailag nem, vagy nehezen átvihető, olyan speciális vektorokkal ill. vektorrasszokkal (pl. levéltetvek, kabócák) terjedő vírusok, amelyek a vektor felvételi szívását követően csak egy bizonyos inkubációs idő eltelte után fertőzőképesek. A ~ a vektor hemolimfájából visszanyerhetők, és velük a vektort mesterségesen is fertőzővé lehet tenni. A ~ fertőzőképességét a vektor vedlése nem befolyásolja

peszticidek: az ember és az állatok egészségére káros anyagok. Rovarok, növények kártevői, kórokozói és gyomnövényei ellen használt mérgező anyagok összessége

Phanaerophyta: ebbe az életforma csoportba a fás szárú évelő növények tartoznak

piknídium: kerekded, korsó alakú termőtest, amelyben az ivartalan szaporítósejtek létrejönnek

pirimidin: molekulájában két nitrogén atomot tartalmazó, hattagú heterociklikus vegyület

pirimidinbázis: heterociklikus bázis. Pl. ~ a citozin, uracil és timin

plasztokinon: a második fotokémiai rendszerben (PS-II) a fotoszintetikus elektron transzport lánc egyik elektron akceptora

plazmid: kromoszómán kívüli (citoplazmában lévő), önálló reprodukcióra képes, kör alakú DNS

plazmódium: sejtfal nélküli, soksejtmagvú, változatos alakú protoplazma tömeg (pl. nyálkagombák)

plektenhima: tömör gombaszövedék, „gombaszövet”

pleomorf: több alakú, többféle megjelenési formát mutató

poliédrikus: soklapú, síklapok által határolt

polifág: soktápnövényű állat vagy kórokozó

poliklón-ellenanyag: különböző sejtekből származó, különböző szerkezetű ellenanyag (antitest), amely több epitóppal is kapcsolatot létesíthet

polimorf: többalakú

polimorfizmus: ugyanazon faj két vagy több különböző, eltérő élettani sajátosságú magvakat képez

polivoltin fajok: → heterodinám fajok

populáció: egyazon fajba tartozó, adott bitópban, egy időben együtt élő egyedek összessége; tagjai egymással tényleges vagy potenciális szaporodási együttest alkotnak

populációdinamika: a populáció struktúrájának és funkciójának időbeli változása

posztemergens kezelés: a kultúrnövények kelése után, állományban alkalmazott herbicid kezelések

pozitív fotoblasztikus fajok: olyan gyomfajok, melyek magjainak csírázását a fény serkenti

PPI (preplant incorporation): a fényérzékeny vagy magas gőztenziójú herbicidek kijuttatásának módja a kultúrnövények vetése (kiültetése) előtt, melyeket be kell dolgozni a talajba

ppm (part per million): milliomod rész. Pl. µg/ml; mg/l mennyiség

pre/poszt kezelés: az a gyomirtási eljárás, amikor a gyomnövények elleni védekezést a gyomnövények kelése után, de kultúrnövény kelése előtt hajtjuk végre

precipitáció: csapadékképződés, a szerológiai reakciók egy részét kísérő jelenség

predátor: támadó, ragadozó állat

preemergens kezelés: a kultúrnövény vetése után, de kelése előtt alkalmazott herbicid kezelés

premunitás: → keresztvédettség

presowing kezelés: a kultúrnövények vetése előtt alkalmazott herbicid kezelés

preszocium: → élőhelyközösség

prevenció: megelőzés

preventív: megelőző

primer dormancia: → elsődleges magnyugalmi állapot

primer struktúra: a vírus protein (fehérje) alegységeinek aminosavakból történő felépítettségét és az aminosavak térbeli elrendeződését mutatja

produkcióbiológia: a biológiai anyag termelődésének, az ökoszisztémában lezajló anyag- és energiaforgalomnak a törvényszerűségeit vizsgáló tudomány

prognózis: előrejelzés. Klimatikus tényezők, populációdinamikai viszonyok, életképesség, szaporaság figyelembevételével a kártevők, kórokozók vagy gyomnövények várható tömeges elszaporodásának előrejelzése

prokarióta szervezetek: az élővilág egyszerű felépítésű, egysejtű képviselői. Két fő csoportjuk van: baktériumok és kékbaktériumok. Örökítő anyaguk a DNS. A ~ sejt sejtmagja maghártyával és magvacskával (nukleolusszal) nem rendelkezik

promicélium: üszöggombák esetében a bazídium másik neve

propagatív vírusok: olyan perzisztens vírusok, amelyek vektoraiban (pl. levéltetvek, kabócák) hosszú ideig megmaradnak és szaporodnak (replikálódnak). A ~at a fertőzött vektorok szövetnedvével egészséges vektorokba mesterségesen át lehet vinni (passzálni)

proteinszintézis: → fehérjeszintézis

pszeudotécium: ivaros termőtest, fala gombaelemekből és a gazdanövény szöveteiből épül fel

pupa: báb, teljes átalakulással (holometaboliával) fejlődő rovarok nyugalmi állapotban lévő alakja

purária: bábszülés

purin: kétgyűrűs, molekulájában négy nitrogénatomot tartalmazó heterociklikus vegyület

purinbázis: heterociklikus bázis. Pl. ~ az adenin, guanin

quiszcencia: merevség. Az életfeltételek rosszabbodására bekövetkezett nyugalmi állapot

„r” szelekciós forma: az egyéves gyomfajok többségének a rövid élettartamot jelentős maghozammal ellensúlyozó stratégiája

rajzóspóra: → zoospóra

rassz: az élőlények bizonyos öröklődő, morfológiai, élettani és ökológiai tulajdonságok tekintetében eltérő, fajon belüli csoportja. Ismertek geográfiai, fiziológiai és kromoszómális ~ok. A nemzetközi nevezéktan nem ismeri el rendszertani egységeknek

reflex: külső és belső ingerre adott, akaratunktól független idegi válaszreakció

regeneráció: újraképződés

rekombináció: az örökletes tulajdonságok kicserélődése. Vírus ~ról akkor beszélünk, ha ugyanazon vírus két különböző törzsével komplexen fertőzött növényből olyan új törzs izolálható, amely a két kiindulási törzs tulajdonságait tartalmazza, vagy azokból néhányat együtt tartalmaz

relatív levélterület: a gyomnövényzet levélterületének és a teljes levélterületnek (gyomnövények+kultúrnövények levélterülete) a hányadosa

repellens: riasztó szer

rezisztencia: ellenálló képesség

rezisztens: ellenállóképes

ribonukleáz: a ribonukleinsavakat lebontó enzim

ribonukleinsav (RNS): a nukleinsavak egyik fajtája. A ~ nagy molekulású, összetett vegyület, amely heterociklikus bázisból, pentózból (ribóz) és foszforsavból épül fel. A növényvírusok fehérjén kívül egymagában is fertőzőképes alkotórésze

riboszómák: a sejtekben előforduló kb. 150 Å átmérőjű ribonukleinsavból (RNS) és fehérjéből álló szemcsék. A ~ban történik a fehérjeszintézis. Ennek során a ~ nagy molekulású ribonukleinsavval, az ún. messenger (hírvivő) ribonukleinsavval (m-RNS) kapcsolódnak

rickettsiák: különböző alakú, a vírusok és baktériumok között álló, nem szűrhető, élő anyagban szaporodó intercelluláris paraziták. A ~ terjesztésében ízeltlábúak vesznek részt

rizoid: gyökérszerű, elágazó hifaképződmény, rögzítésre és tápanyagfelvétellel szolgál

rizóma: az élő gyomnövények szaporodásra és áttelelésre módosult föld alatti hajtása

rizomorfa: tömött, fonalszerű hifaköteg

RNS: ribonukleinsav

seedbank: a szántóföldi talajok gyommagkészlete

sensu lato: tágabb értelemben

spermácium: spermogóniumban létrejövő apró spóratípus

spermogónium: a rozsdagombáknál a spermáciumok és fogóhifák képzésére szolgáló szerv

spiroplazmák: speciális elemi szálakból álló, sejttal nélküli, önálló mozgásra képes, riboszómákat és nukleinsavat tartalmazó instabil kórokozók. Tetraciklinekkel szemben érzékenyek

sporangium: ivartalan szaporító sejteket, spórákat létrehozó szaporító szerv

sterigma: spórát tartó, kis nyúlvány

stylet borne vírusok: → nem perzisztens vírusok

styletum: → szipóka

summer annuals: → nyári egyévesek

summer dormancy: → nyári nyugalmi állapot

szaporítógyökér: az élő gyomnövények szaporodásra és áttelelésre módosult gyökérzete

szaporodóképesség: egy faj egyedeinek, illetve populációinak utódokat létrehozó (reprodukciós) képessége

szaprobionták: bomló szerves anyagot tartalmazó, vízben található, szerves szennyeződést tűrő élőlények

szaprofág: növényi hulladékkal táplálkozó

szatellit vírusok: olyan ribonukleinsav (RNS) vagy dezoxiribonukleinsav (DNS) tartalmú vírusok, amelyek csak egy másik vírus (esetleg vírusok), ill. ugyanazon vírus

eltérő törzsének jelenlétében képesek replikálódni

szegmentáció: barázdálódás. A megtermékenyített petesejt fejlődésének kezdeti szakasza

szekunder dormancy: → indukált vagy másodlagos magnyugalmi állapot

szelektív gyomirtó szerek: a növények egy bizonyos csoportjára ható herbicidek

szemiperzisztens vírusok: a nem perzisztens és perzisztens vírusok közötti átmenetet képviselő, olyan vektorokkal (levéltetvek, üvegházi molytetvek, kabócák) terjedő vírusok, amelyek mechanikailag általában nem vagy nehezen vihetők át. A ~-at a vektorok rövid és hosszabb felvételi szívás (táplálkozás) után is képesek leadni (egészséges növényt fertőzni). A ~ átvitelére a vektorok vedlése nincs hatással

szeneszcencia: a sejtekben, ill. a szövetekben a szintézisek (főként a nukleinsav- és proteinszintézis) intenzitásának csökkenésével járó folyamat, amely legtöbbször a lebontó folyamatok fokozódását is előidézi. A ~ legfeltűnőbb tünete a növények leveleinek a sárgulása

szerológia: a virológiában is alkalmazott gyors identifikációs eljárás. A ~i eljárás azon alapszik, hogy egy meghatározott kórokozóval (pl. vírus) immunizált állat vérsavójában antitestek (immuntestek) keletkeznek, amelyek a fajidegen kórokozóval szemben kísérleti körülmények között reakcióba lépnek

szerotípus: ugyanazon fajhoz tartozó törzsek szerológiailag eltérő változatai

szexuál attraktáns: ivari csalogatóanyag

szexuális index: → ivararány

szimbiotikus kapcsolatformák: egymásra nézve kölcsönösen hasznos kapcsolatban álló egyedek interakciói

szimbiózis: együttélés, kölcsönös előnnyel járó, egymást nem károsító organizmusok együttélése

szimptóma: növényi kórokozók (vírusok, viroidok, fitoplazmák, spiroplazmák, rickettsiák, gombák, baktériumok) által a gazdanövényeken előidézett tünet. A ~ lehet lokális és szisztémikus. A lokális ~ a fertőzés helyére korlátozódik, a szisztémikus ~ pedig az egész gazdanövényre kiterjed

szimptomatológia: → tünettan

szinapszis: kapcsolóhely, idegsejtek kapcsolódása egymással és végszervekkel. Az idegnek az a helye, ahol a serkentő és gátló ingerületek más neuronra vagy végszervekre tevődnek át

szinergista hatás: → additív hatás

szinergizmus, együttthatás: az ökológiai faktorok térben és időben változó, egymást befolyásoló együttes hatása az élőlényre

szipóka: a növényi szövetnedv felszívására szolgáló 0,001 mm átmérőjű csatorna, amely négy ízből összetett hüvelyből és a központi üregében elhelyezkedő 2 belső és 2 külső szűrősertéből áll. A két belső szűrőserte belső felületén két hosszanti csatorna van. Ezek közül az alsó, szűkebb átmérőjű csatorna a levéltetű nyálának a növénybe történő szivattyúzására, a felső csatorna pedig a növényi nedv felszívására szolgál

szisztémikus herbicidek: a növényben transzlokálódó gyomirtó szerek

szisztémikus szimptómák: nem a fertőzés helyén, hanem a növény fertőzés utáni, újonnan képződött részein jelentkező generalizálódó tünetek

szívógyökér: az élősködő (parazita) növények tápanyag felvételére kialakult primér ~szerv, amelyről oldalirányban elágazó kéreggyökerek fejlődnek ki. A kéreggyökerek szekunder szívógyökereket hoznak létre

szkarifikáció: a maghéj (terméshéj) kémiai vagy mechanikai úton történő vékonyítása a magnyugalmi állapot feloldása céljából

szkleróciium: kemény, különböző alakú és méretű, kitartó képlet

szkotodormancia: a magnyugalmi állapotnak az a típusa, amely a sötétben is jól csírázó fajok magjaiban indukálódik akkor, ha azok a csírázásukra kedvezőtlen hőmérsékleten sötétben hosszabb ideig vannak tárolva

szomatikus polimorfizmus: különböző élettani állapotú magvak képződése egy növényegyeden belül

szövetkultúra: élő növényi vagy állati szövetből kivágott, ún. explantált mesterséges környezetben levő sejt-, ill. szövetcsoport

szövettenyésztés: élő növényi vagy állati szövetből kivágott, ún. explantált sejt-csoportok, szövetek, elkülönített, mesterséges környezetben történő *in vitro* nevelése, ill. tovább tenyésztése. A ~ mesterséges táptalajokon történhet, amely szilárd vagy folyékony lehet. A növények esetében csak az osztódó sejtekkel ellátott merisztéma szövetek alkalmasak

szigma: a rovarok légzőnyílása

sztratifikáció: a magvak alacsony vagy magas hőmérsékleten nedves homokban történő rétegzése a nyugalmi állapot feloldása céljából

sztróma: összetömörödött micéliumszövet, termőtest párna, amelynek felületén, vagy belsejében spórák képződnek

szukcesszió: a különböző növénytársulások időbeni egymás után következése

szusztinens (fenntartó) fajok: az életközösségben más fajok fennmaradásához nélkülözhetetlenek

szünbiológia: a biológiának az a tudományterülete, amely az egyed feletti (szupraindividuális) biológiai szerveződési szintek kérdéseivel foglalkozik. Fő kutatási területe az élőlény-együttesek (populációk, biocönózisok, bioszféra) koegzisztenciája és koevolúciója

szünökológia: életközösségek környezettana. Az egymással társult élő szervezetek egymáshoz és a környezethez kialakult viszonyát vizsgáló tudomány

talajherbicidek: a talajon keresztül ható gyomirtó szerek, melyeket rendszerint az érzékeny csíranövények vesznek fel

tallusz: gombatelep, vegetatív tenyésztet

tápláléklánc: táplálékforrás alapján egymáshoz kötődő szervezetek sora, amelyeken a növények által fotoszintetizált szerves anyag végighalad

tápnövény: rovarok táplálékspecializációja során kialakult rovar-növény kapcsolat eredménye. A ~ a gazdanövénynek azonos vagy hasonló fogalom

tápnövényközösség: azonos növényi tápanyagforrásból élő együttes. A korrumpens és az obstans populációk mellett a virágjáró (szusztinens) és a szerves hulladékkal táplálkozó (interkaláris) fajok egyedei is idetartoznak

tarack: az évelő gyomnövények szaporodásra és áttelelésre módosult föld alatti hajtása. Eredetét tekintve a rizómával azonos, de attól vékonyabb és hosszabb szártagú

társulás: egyazon térségben (biotópban) élő különböző fajú egyedek populációinak együttese

taxon: általánosító rendszertani fogalom, a rendszertani kategória pontos megjelölése nélkül

taxonómia: rendszerező osztályozás

teleomorfa: ivaros gombaalak

teleutospóra: a rozsdagombák vastag falú kitartóspórája

teleutotelep: a rozsdagombák teleutospóráinak képzésére szolgáló képlet

téli álom: az áttelelés egyik formája, ami néhány emlősfajra jellemző. A téli időszak kezdetén fellépő tartós, alváshoz hasonló állapot. A ~ tartama alatt az életfunkciók minimális szintre süllyednek.

téli egyévesek: a T₁-es és T₂-es életformájú, ősszel csírázó egyéves gyomfajok közös gyűjtőneve

teliospóra: üszöggombák vastag falú, áttelező spórája

teljes parazita növény: klorofillt nem tartalmazó, teljes mértékben parazita (élősködő) életmódot folytató növény

tesztnövény: vírusokra fogékony élő növény, vagy növényi rész, amely egy adott vírus inokulációjára (fertőzésére) meghatározott tünetekkel reagál

tetraciklinek: a *Streptomyces* fajok által termelt rendkívül hatásos, széles spektrumú antibiotikumok. A ~et gyárilag fermentálással állítják elő. Könnyen behatolnak a szövetekbe. A ~ hatásosnak bizonyultak a baktériumokkal, rickettsiákkal és fitoplazmákkal szemben is

Therophyta: az egyéves gyomnövények csoportja

thoracotropin: → aktiváló hormon (AH)

Ti-plazmid: tumorindukáló plazmid

tolerancia: → tűrőképesség

totális herbicidek: valamennyi növényre toxikus gyomirtó szerek

toxikus: mérgező

toxin: méreganyag

tracheobakteriózis: baktérium okozta, hervadással, lankadással járó tünet (edénnyaláb-betegség)

transzgén: az idegen nukleinsav (DNS, RNS) szakaszának az a része, amelyből fehérje vagy mRNS (hírvivő RNS ill. messenger RNS) íródik át

transzgénikus növények: olyan genetikailag módosított növények, melyek génállományába hasznos tulajdonságokat kódoló idegen eredetű géneket (pl. herbicid vagy betegségellenállóság géneket) építenek be

transzkripció: a genetikai információ átírása a sejt vagy a vírus elsődleges öröklődési anyagából, a DNS-ből, m-RNS-sé, amelyet a transzkriptáz enzim hajt végre

transzlokáció: az a folyamat, melynek során a vírusrészecskék replikációjuk után a fertőzött sejtéből a szomszédos sejtekbe, a növény szöveiteibe áramlanak. A lokális fertőzés során a ~ csak a parenchimára, szisztémikus fertőzéskor pedig a parenchimára és a vezető nyalábszövetekre (xilem, floem) is kiterjed

tranzit seedbank: a talaj gyommagkészletének az a hányada, amelybe tartozó magvak rövid ideig tartó nyugalmi állapottal

rendelkeznek, ezért a talajba kerülésüket követően már néhány hónap múlva csíráznak, és életképességüket csak rövid ideig őrzik meg

trichogin: az aszkogóniumon kialakuló párhófonal

TTC teszt: a növényi magvak életképességének meghatározására alkalmas módszer, amely az embrió dehidrogenáz aktivitásának mérésén alapul. Az aktív dehidrogenázok a színtelen trifeniltetrazólium-kloridot vörös színű formazánná redukálják, ezért a vízzel duzzasztott életképes embrió szövetei elszíneződnek.

túlerzékenységi reakció: → **hiperszenzitív reakció**

tünettan: a növényi kórokozók által a gazdanövényen előidézett tünetek vizsgálatával foglalkozó tudomány. Megkülönböztethetők lokális tünetek és szisztémikus tünetek. A lokális tünetek (pl. nekrozisok) az inokuláció helyén, a szisztémikus tünetek (pl. mozaik, levéldeformáció, színváltozás) az inokuláció után képződő új növényrészekben (levél, termés, virág) lépnek fel

tűrőképesség: az a határ, ameddig az élőlények a környezet kedvezőtlen, káros, fékező hatásait el tudják viselni

tűzelhalás: egy baktériumfaj (*Erwinia amylovora*) által okozott tünet neve

udvaros foltosság: a baktériumos folt körüli sárga elszíneződés

univoltin fajok: évente csak egy utódgenerációt hoznak létre. Egyedfejlődésüket rendszerint a diapauza szakítja meg.

uredospóra: a rozsdagombák nyári, a járványos terjedést elősegítő spóraalakja

uredotelep: az uredospórák képződési helye

utóvetemény korlátozás: olyan korlátozás, amikor perzisztens gyomirtó szerekkel kezelt területre bizonyos időtartamon belül egyes kultúrnövény fajok nem vethetők

vándorlás: az adott biotópban élő állatpopuláció egyedeinek vagy csoportjainak szabályozottabb helyváltoztató mozgása, amely nem jár együtt ellentétes irányú visszavándorlással

vegetatív vírus: a gazdasejttel egyesülő, a vírussal fertőzött sejtet alkotó, replikálódó vírus

vektor rezisztencia: a növény ellenálló képessége (rezisztenciája) egy adott vírus, adott vektorával (levéltetű, kabóca stb.) szemben

vektorok: olyan élő szervezetek (állatok, alacsonyabb rendű gombák, *Cuscuta* spp.), amelyek vírusok átvitelére, terjesztésére képesek. A természetes vizekben előforduló vírusok öntözéssel terjedhetnek, ezért újabban a víz, mint abiotikus vírus~ vált ismertté

vektorológia: a vírusok átvitelében szerepet játszó élő szervezetekkel (vektorokkal), elsősorban rovarokkal foglalkozó tudomány, amely a vírus – vektor, valamint a vektor – gazdanövény közötti összefüggéseket és a vírusátvitelt tanulmányozza

versengés: az életközösségben együtt élő egyedek vagy populációk közötti biotikus kölcsönhatás (interspecifikus kapcsolatok), amelyek révén akadályozzák egymást a létfeltételek kihasználásában, a táplálkozásban, a növekedésben, a fejlődésben, a szaporodásban és a térbeli mozgásban

virion: vírusszárú jellemző meghatározott kémiai és fizikai tulajdonságokkal (strukturálal) rendelkező fertőzőképes, de nem

replikálódó vírus. A ~ ribonukleinsavat (RNS), vagy dezoxiribonukleinsavat (DNS) tartalmaz. Szerkezete geometriai törvényszerűségek alapján épül fel, amelyet a nukleinsavban foglalt genetikai információ biztosít

viroidok: egyszálú ribonukleinsav (RNS) tartalmú, fehérje nélküli, vírusoknál kisebb kórokozók. Jelentős szerepük van több növényi betegség előidézésében

virológia: vírusokkal és vírusbetegségekkel foglalkozó tudomány. A növény~ a növényvírusokkal foglalkozó tudomány, amely tárgya szerint szoros kapcsolatban van a botanikával, rendszertannal, biokémiával, fizikokémiával, genetikával, molekuláris biológiával, növényfiziológiával, entomológiával és egyéb tudományokkal is

virózis: vírusok által előidézett betegség

virulencia: a kórokozó (pl. vírus) megbetegítő képességének (patogenitásának) foka

virulens: kisebb-nagyobb fokú megbetegítő-képességgel rendelkező kórokozó

vírus visszaizolálás: ismert vírussal mesterségesen fertőzött (inokulált), de betegség tüneteket általában nem mutató, ún. látens növényekből történő vírus elkülönítése, kinyerése (izolálása). A ~ akkor eredményes, ha a visszaizolált vírus teszt- ill. indikátornövényére átvihető, és azon manifeszt tüneteket idéz elő

vírusgazda: olyan élő szervezet, amely vírussal fertőződött vagy fertőződni képes, és a vírust megőrzi

vírusinokulum: vírustartalmú növényi vagy állati szövet

vírusizolálás: betegség tüneteket mutató gazdaszervezetből történő ismeretlen vírus elkülönítése, elválasztása (izolálása). A

~hoz olyan gazdaszervezetekre, sejtekre, szövetekre van szükség, amelyek fogékonnyak a vírusra, amelyekben a vírus könnyen replikálódik, és amelyeken manifeszt tüneteket idéz elő

vírusok: olyan obligát sejtparaziták, többnyire súlyos betegségeket kiváltó kórokozók, amelyek egy központi ribonukleinsavból (RNS), vagy dezoxiribonukleinsavból (DNS) és az azt körülvevő köpenyfehérjéből (egyes ~ esetében még lipideket és szénhidrátokat is tartalmazó burok) állnak, és amelyek saját anyagcserével nem rendelkeznek. A nukleinsav(ak) replikációja csak egy megfelelő, külső sejttrendszerben lehetséges. A nukleinsav fertőző, a genetikai információ hordozója és továbbítója. A köpenyfehérje (és burok) elsősorban a nukleinsav védelmi funkcióját látja el. A ~ antibiotikumokkal szemben rezisztensek

víruspartikulum: fertőzőképes, komplett vírusrészecske

vírusreplikáció: a vírus megsokszorozódási folyamatának egy különleges fázisa. Ebben a szakaszban következik be a vírusnukleinsav és a fehérje szintézise. A ribonukleinsav- (RNS-) tartalmú és dezoxiribonukleinsav- (DNS-) tartalmú vírusok ~ja eltér egymástól. Az RNS-tartalmú növényvírusok ~ja a fehérjék korai szintézisével kezdődik, melynek során a szintetizálódott fehérjék egy része gátolja a gazdanövény sejtjeinek a ~ szempontjából káros funkcióit, másik része pedig olyan enzim, amely a nukleinsav replikációját elősegíti. A nukleinsav replikációjával együtt halad a kapszid felépítésében szerepet játszó fehérjék szintézise és a virion felépítés. A virion felépítéséhez szükséges metabolitokat és energiát a vírussal fertőzött sejt szolgáltatja

vírus-vektor kapcsolat: a vírusok és a vírusokat átvivő élő szervezetek (vektorok) között kialakult kölcsönös egymásra hatás

vírusszimptomatológia: a vírusok által előidézett tünetek vizsgálatával foglalkozó tudomány

vivipara: elevenszülő

winter annuals: → téli egyévesek

zárványtestek: a növények citoplazmájában vagy a sejtmagban előforduló vírusok által indukált struktúrák (virion halmazok). Többnyire kristályos, polimorf szerkezetűek. A Potyvirus nemzetség fajaira jellemző forgókerékszerű (*pinwheel*) struktúrák diagnosztikai jelentőségűek

zigogámia: a zigospórás (járomspórás) gombák ivaros szaporodása

zigospóra: a zigománia eredményeként keletkező, vastag falú kitartóspóra

zigóta: az ivarsejtek haploid magjainak egyesüléséből létrejött diploid kromoszómaszámú sejt

zoocönózis: állattársulás, különböző állatfajok populációinak együttese. Ezek ugyanabban a rendszerben élnek együtt, a táplálékláncok mentén egymással függőségi viszonyban vannak a közös élelem- illetve energiaforrásuk kihasználása végett

zoofág: állatevő

zoospóra: alacsonyabb rendű vízi, félvízi vagy talajlakó gombák ostorokkal, azaz flagellumokkal mozgó ivartalan spóoraalakja

zoosporangium: az a sporangium, főleg gömb és körte alakú képlet, amelynek belsőjében zoospórák keletkeznek

zsírfoltosság: foltosodást okozó baktériumok által kiváltott „előtünet”, amelynek során a szövetek vízzel telítődnek

Appendix (A): Hazai növényvédelmi folyóiratok

Hazánkban évente 10 olyan folyóirat jelenik meg, amelyek teljes mértékben, vagy csak részben növényvédelmi jellegű, tudományos és gyakorlati dolgozatokat közölnek. Ezek a következők:

ACTA PHYTOPATHOLOGICA ACAD.
SCI. HUNG.

Új neve: ACTA PHYTOPATHOLOGICA
ET ENTOMOLOGICA HUNG.

Megjelenik: évi 1 kötetben (1–4. füzet)

Kiadja: Akadémiai Kiadó, Budapest

ISSN: 0238-1249

GYAKORLATI AGROFÓRUM

Megjelenik: havonta

Kiadja: Mezőföldi Agrofórum Kft.,

Szekszárd

ISSN: 1416-0927

GYOMNÖVÉNYEK, GYOMIRTÁS

Megjelenik: évente

Kiadja: Göcsej Nyomda Kft.,

Zalaegerszeg

ISSN: -

INTERNATIONAL JOURNAL OF
HORTICULTURAL SCIENCE

Megjelenik: negyedévenként

Kiadja: Agroinform Kiadó és Nyomda
Kft., Budapest

HU-ISSN: 1585-0404

KERTÉSZET ÉS SZŐLÉSZET

Megjelenik: hetente

Kiadja: Magyar Mezőgazdaság Kft.,
Budapest

ISSN: 0023-0677

KERTGAZDASÁG

Megjelenik: negyedévenként

Kiadja: Magyar Mezőgazdaság Kft.,
Budapest

ISSN: 1419-2713

MAGYAR GYOMKUTATÁS ÉS
TECHNOLÓGIA

Megjelenik: félévente

Kiadja: Agroinform Kiadó és Nyomda
Kft., Budapest

ISSN: 1586-894X

NÖVÉNYTERMELÉS

Megjelenik: kéthavonta

Kiadja: Agroinform Kiadóház, Budapest

ISSN: 0546-8191

NÖVÉNYVÉDELEM

Megjelenik: havonta

Kiadja: Agroinform Kiadó, Budapest

ISSN: 1216-1314

NÖVÉNYVÉDELMI TANÁCSOK

Megjelenik: havonta

Kiadja: Agroinform Kiadó és Nyomda
Kft., Budapest

ISSN: 1216-1314

APPENDIX (B): HAZAI NÖVÉNYVÉDELMI KONFERENCIÁK

Hazánkban évente 6 olyan tudományos és gyakorlati konferenciát rendeznek, amely teljes mértékben, vagy csak részben növényvédelmi kérdésekkel foglalkozik. Ezek a következők:

GEORGIKON NAPOK

Időpont: minden év szeptemberében
Szervezi: Veszprémi Egyetem, Georgikon
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Keszthely
Helye: Keszthely

KESZTHELYI NÖVÉNYVÉDELMI FÓRUM

Időpont: minden év januárjának utolsó
hetében
Szervezi: Veszprémi Egyetem, Georgikon
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Keszthely, Növényvédelmi Intézet
Helye: Keszthely

INTEGRÁLT TERMESZTÉS A KERTÉSZETI ÉS SZÁNTÓFÖLDI KULTÚRÁKBAN TANÁCSKOZÁS

Időpont: minden év novemberében
Szervezi: Magyar Növényvédelmi
Társaság Védekezési Szakosztálya, FVM
Növény- és Talajvédelmi Főosztálya és
a Növény- és Talajvédelmi Központi
Szolgálat
Helye: Budapest

NÖVÉNYVÉDELMI SZIMPÓZIUM (INTERNATIONAL PLANT PROTECTION SYMPOSIUM)

Időpont: minden év októberében
Szervezi: Debreceni Egyetem,
Agrártudományi Centrum,
Növényvédelmi Tanszék
Helye: Debrecen

LIPPAY JÁNOS, ORMOS IMRE ÉS VAS KÁROLY TUDOMÁNYOS ÜLÉS

Időpont: kétévenként novemberben
Szervezi: Budapesti Közgazdaság-
tudományi és Államigazgatási Egyetem
(újabbán Budapesti Corvinus Egyetem);
Budai Centrum
Helye: Budapest

NÖVÉNYVÉDELMI TUDOMÁNYOS NAPOK

Időpont: minden év február utolsó
hetében
Szervezi: MAE Növényvédelmi Társasága,
MTA Agrártudományok Osztálya
Növényvédelmi Bizottsága,
Környezetbarát Növényvédelemért
Alapítvány, FVM Növény- és
Talajvédelmi Főosztálya, Növény- és
Talajvédelmi Központi Szolgálat
Helye: Budapest

DR. HORVÁTH JÓZSEF 1936. január 23-án született Keszthelyen. Egyetemi tanulmányait Keszthelyen végezte. 1960 és 1978 között a Növényvédelmi Kutató Intézetben (Budapest) dolgozott. 1963-ban a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen doktorált, 1967-ben kandidátusi, majd 1977-ben akadémiai doktori tudományos fokozatot szerzett. 1978 óta a Pannon Agrártudományi Egyetem (jelenleg Veszprémi Egyetem) Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karán és a Kaposvári Egyetemen egyetemi tanár. A Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja és az MTA-VE Növényvirológiai Tanszéki Kutatócsoport vezetője. Növényvírusok gazda-parazita kapcsolataival, vírusökológiával és a vírusok elleni rezisztenciával foglalkozik.

DR. KADLICKÓ SÁNDOR 1945. február 18-án született Bábonygyeren. Egyetemi tanulmányait Gödöllőn, majd Keszthelyen végezte. 1968 és 1974 között a Dalmádi Állami Gazdaságban dolgozott. 1974 óta az Agrártudományi Egyetem, Keszthely (majd Pannon Agrártudományi Egyetem, jelenleg Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar) Növényvédelmi Intézetében egyetemi tanársegéd, adjunktus, docens munkaköröket töltött ill. tölt be. 1978-ban Keszthelyen doktorált. 1994-ben megszerezte a mg.-i tudományok kandidátusa tudományos fokozatot. Növényvédelmi szakmérnök és mérnök-tanár szakképesítése van.

Gabona-, kukorica- és napraforgópatogén gombákkal foglalkozik.

DR. KAZINCZI GABRIELLA 1964. március 15-én született Salgótarjánban. Egyetemi tanulmányait Budapesten, a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen végezte. 1987 óta a Pannon Agrártudományi Egyetem (jelenleg Veszprémi Egyetem) Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karának Növényvédelmi Intézetében dolgozik. 1990-ben Keszthelyen doktorált. 1995-ben megszerezte a mg.-i tudományok kandidátusa (Ph.D.) tudományos fokozatot, 2001-ben pedig habilitált. Jelenleg a Magyar Tudományos Akadémia Növényvirológiai Tanszéki Kutatócsoportjában (MTA-VE) Keszthelyen, a Növénykórtani és Növényvirológiai Tanszéken tudományos főmunkatárs, c. egyetemi tanár, az MTA Doktora.

Fontosabb kutatási területe a gyomnövények gazda-vírus kapcsolatainak és a gyomnövények biológiájának vizsgálata.

DR. KESZTHELYI SÁNDOR 1976. április 17-én született Pécsen. Egyetemi tanulmányait 1999-ben a Pannon Agrártudományi Egyetemen (Keszthely) végezte. A Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karán (Keszthely) 2002-ben növényorvosi szakmérnöki diplomát szerzett. 2000 és 2003 között az egyetem Növényvédelmi Intézetében az „Integrált növényvédelmi módszerek elméleti alapjai” c. doktori programban nappali Ph.D. hallgató volt. 2004-ben Ph.D. tudományos fokozatot szerzett. Jelenleg egyetemi tanársegéd a Kaposvári Egyetem Növénytan és Növénytermesztés-tani Tanszékén.

A kukoricamoly ökológiájával foglalkozik.

DR. NÁDASY MIKLÓS 1952. május 30-án született Veszprémben. Egyetemi tanulmányait Keszthelyen végezte, 1975-ben szerzett diplomát. 1975-től dolgozik a Pannon Agrártudományi Egyetemen (jelenleg Veszprémi Egyetem) Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Növényvédelmi Intézetében. Jelenleg a Növényvédelmi Állattani Tanszék tanszékvezető egyetemi docense. 1978-ban Keszthelyen doktorált. 1984-ben megszerezte a mezőgazdasági tudományok kandidátusa fokozatot, 1998-ban habilitált.

Entomopatogén fonálférgekkel, környezetkímélő vadriasztással és a rovarok táplálkozásával foglalkozik.

DR. PINTÉR CSABA 1945. október 12-én született Sümegen. Egyetemi tanulmányait Keszthelyen végezte. 1971-től dolgozik a Keszthelyi Agrártudományi Egyetemen (jelenleg Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar), egyetemi adjunktusi beosztásban. 1978-ban Keszthelyen doktorált. Növényvédelmi szakmérnök és mérnöktanár. Növénykórokozó baktériumokkal és mikrogombákkal foglalkozik.

DR. TAKÁCS ANDRÁS PÉTER 1974. június 9-én született Debrecenben. Egyetemi tanulmányait a Pannon Agrártudományi Egyetemen (jelenleg Veszprémi Egyetem) Keszthelyen és a Humboldt Egyetemen (Berlin) végezte. Ph.D. tudományos fokozatát 2001-ben Keszthelyen szerezte. Ugyanebben az évben a Szent István Egyetemen (Gödöllő) okleveles mérnöktanári képesítést szerzett. 2001-től a Magyar Tudományos Akadémia Növényvirológiai Tanszéki Kutatócsoportjában (MTA-VE) Keszthelyen a Növénykórtani és Növényvirológiai Tanszéken tudományos munkatárs.

A növényvírusok diagnosztikájával és molekuláris növényvirológiával foglalkozik.

Utószó

„Boldog jövődő nemzedék! A miénknél nagyobb és
általánosabb tudástok türelmesebbé, és következőkép
boldogabbá tesz majd benneteket, mint mi vagyunk.”

Széchenyi István: Napló, 1825. augusztus 11.