

## A géntechnika és a kémia szerepe a jelen és a jövő növényvédelmében

*Tárgyszavak: kémiai növényvédelem; biológiai növényvédelem; géntechnika; transzgénikus növény; engedélyezés.*

### Történeti visszatekintés

A földművelést kezdetektől fogva sújtották a növénybetegségek és növénypusztulások: a Kr.e. 2300-ig visszanyúló sumer, egyiptomi és bibliai szövegek is hírt adnak sáskajárásról, egyéb rovarkárokról, rágcsálók dézsmálásáról, gombásodásról. Az ókori görögök és rómaiak kártevők elleni módszereiről az idősebb Plinius (Kr.u. 23–79) írásaiból megtudható, hogy a rovarok összeszedésén kívül pl. kihasználták a „táplálékversenyt”: káposztaféléekkel együtt vetettek bükkönnyt, a káposztalepke másik kedvelt növényét, s az is kiderül, hogy természetett fajtáik többsége nagy koncentrációban tartalmaz természetes rovar- vagy gyomirtót. Riasztószerként használtak olajba kevert kénport is.

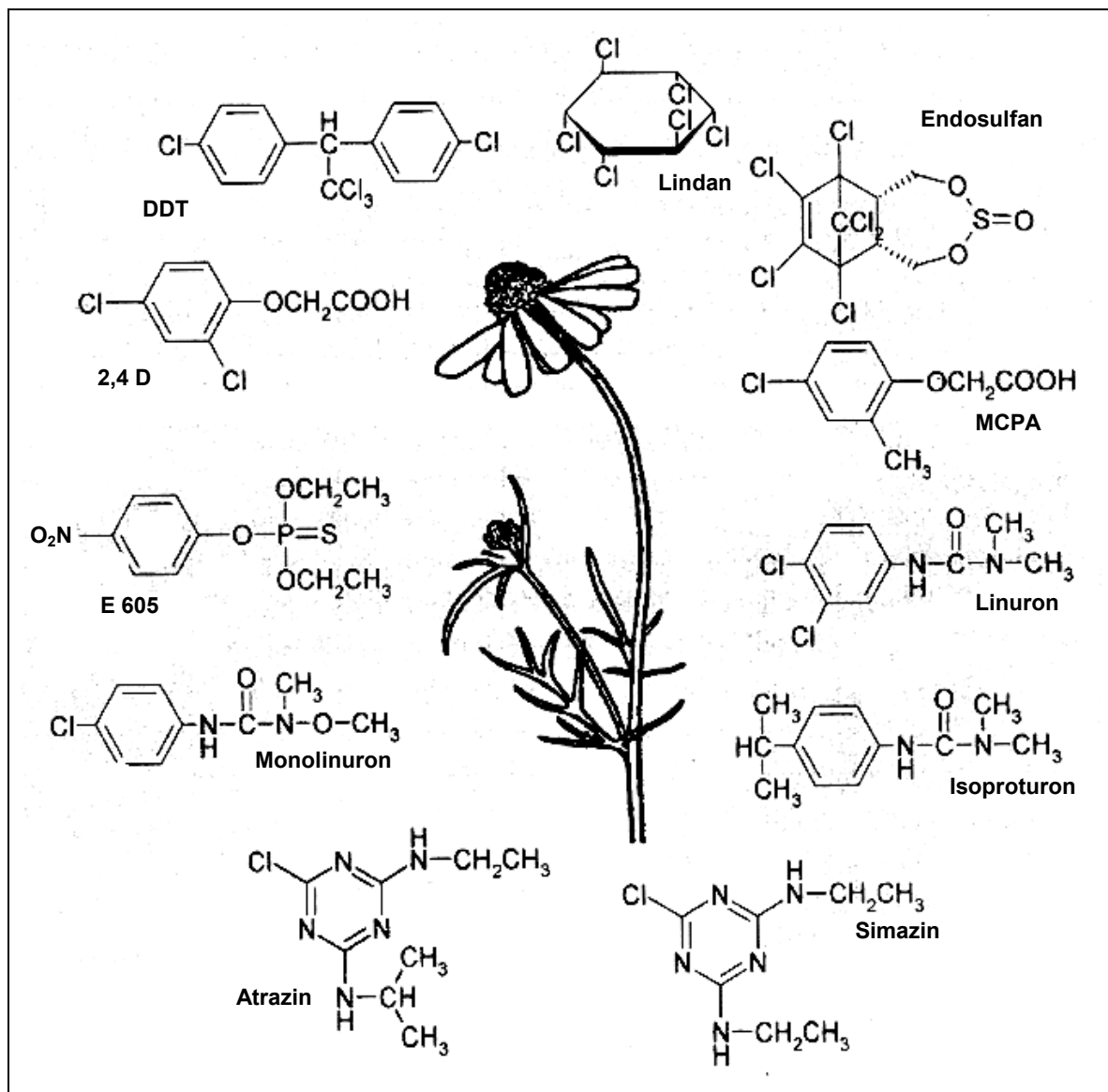
A 18. század második felétől megindult a növénybetegségek okainak kutatása, majd a szerves kémia rohamos fejlődésével a védekezést szolgáló hatóanyagok szintézise. 1935-ben a Geigy cég felismerte a klórozott szénhidrogének rovarölő hatását, közülük a DDT (diklór-difenil-triklór-etán) 1942-ben került kereskedelmi forgalomba és hamarosan követte az ugyancsak klórtartalmú Lindán és Endoszulfán. A DDT mint általános rovarirtó idegméreg a maláriát közvetítő *Anopheles* szúnyog ellen is hatásosnak bizonyult és milliók életét mentette meg. A DDT-t kifejlesztő svájci kémikust Nobel-díjjal tüntették ki (1. ábra).

A DDT-ről azonban kiderült, hogy a bioszférában éveken át nem bomlik el és feldúsul az élelmiszerláncban, ezért az 1970-es években Európában és Észak-Amerikában tilalom, ill. szigorú szabályozás alá vonták.

### Rovar-, gomba- és gyomirtó szerek

Ugyancsak a kártevők idegi funkcióit célozzák meg különböző támadási pontokon

- A Bayer-féle acetilkolin-gátló Parathion (1948)
- a krizantém virágjából izolált piretrin (1950) és
- ennek analogonjai: a Permethrin és a Deltamethrin (1974, 1975).



1. ábra Klasszikus kémiai rovarirtók

A gombaölő szerek fejlesztésének mérföldkövei

- a lipidek bioszintézisére ható tiokarbamátok,
- a genetikai transzlációra vagy transzkripcióra ható benzimidazolok,
- az ergoszterin-szintézist szabályozó triazolok és
- 1996 óta, a növényi hormonok közé sorolható strobilurinok.

A gyomirtófejlesztés legnagyobb nehézsége természetesen a szelektivitás, hiszen a kultúrnövényt meg kell kímélni a „gyomirtástól”. Az áttörés 1941-ben sikerült

- az Amchem cégnek (USA) 2,4-D (2,4-diklór-fenoxi-ecetsav) és
- a brit ICI-nek MCPA (4-klór-2-metil-fenoxi-ecetsav)

nevű gyártmányukkal. Szerkezetében mindkettő hasonlít az auxinhoz a növények növekedési hormonjához, és kétszikűeknél fejlődési rendellenességet okoz, de nem érinti az egyszikűeket, így a gabonaféléket és a kukoricát.

További szelektív készítmények:

- Monolinuron, Linuron, Isoproturon (karbamidszármazékok, 1968),
- triazinok: Atrazin, Simazin (1955, 1958) és a legújabb
- szulfonilkarbamidok, amelyek az aminosavak bioszintézisét gátolják.

## **Géntechnika a növénynevelésben**

A hosszú éveket igénylő hagyományos növénynevelés túlnyomórészt a véletlenszerű mutációkra épül, korlátait pedig kijelöli a keresztezendő faj meglévő genetikai információit tartalmazó genom. A modern géntechnika módosítani tudja a növényi genetikai információkat, mégpedig

- idegen gént épít a genomba (génaddíció), vagy
- saját géneket kivon belőle (génsubtrakció).

A növénynevelésben kb. 15 év óta alkalmazott géntechnika gyakoribb génbeviteli módszerei alapvetően abban különböznek egymástól, hogy a gént

- vektor (átvivő) segítségével vagy
- közvetlenül

építik-e be a sejtbe.

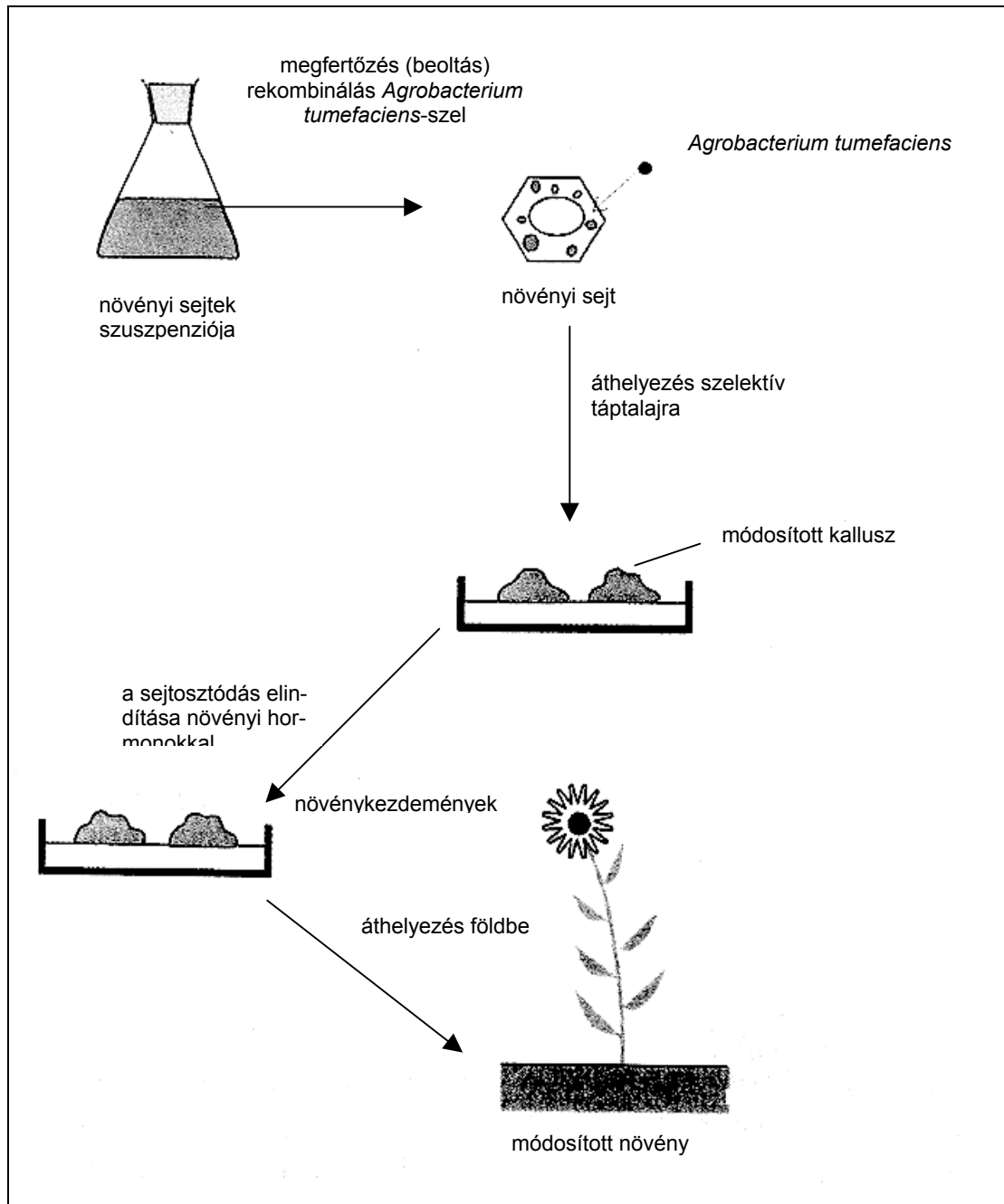
Meghatározott jegyek, „tulajdonságok” átviteléhez ismerni, majd izolálni és klónozni kell a kódoló gént, hogy megfelelő minta álljon rendelkezésre. A több gén által irányított tulajdonságokat ma még ritkán sikerül átültetni, mivel ritkán ismert az egész génspektrum, annál kevésbé az ezen belüli bonyolult szabályozás. A csupán egy géntől függő sajátságok közé tartozik az egyes betegségekkel, gyomirtókkal szembeni ellenállások nagy része és a pigmentálódás.

## **Átalakítás vektorral**

A DNS-molekulákat vagy DNS-szakaszokat, azaz géneket a növényi genomba átvivő vektorok: baktérium vagy vírussejtek, leggyakrabban az *Agrobacterium tumefaciens* és egyes növényi vírusok. Az *A. tumefaciens* megfertőzi néhány növényfaj többnyire sérült egyedeit, és ezek gyökerén ki-növést („tumort”) idéz elő. A növénybe idővel átkerül a baktérium plazmid-DNS-ének egy meghatározott szakasza, az ún. Ti- („tumor-indukáló”) plazmid, amely a növényi géntechnikában kiemelkedő jelentőségű. Ugyanis tumor-génjeitől megfosztva – ez először 1983-ban sikerült – mint átvivő a magasabb rendű növények módosításának alapját képezi; ebben a minőségében első eredményes alkalmazásáról már 1985-ben hírt adott a Science.

Eszerint a módosító géneket előbb beültetik a Ti-plazmidba, majd annak „gazdáját”, az *A. tumefaciens*-t néhány napon át együtt tenyésztik az átalakí

tandó növény sejtjeivel (2. ábra), úgy, hogy egy növényi sejtre 100–1000 baktérium jusson. Ez alatt a növényi sejteken megtelepszik a baktérium, a plazmidján levő géneket integrálja a növény genomja, a sejtből pedig kifejlődik a kívánt transzgénikus növény.



2. ábra Transzgénikus növény létrehozásának vázlatos menete

Az *Agrobacterium tumefaciens* által közvetített DNS-transzfer a növényi sejtek több mint felében eredményes, szemben a közvetlen átültetés 0,1%-

ával. A „befogadó” sejtek között is vannak azonban olyanok, amelyekben elmarad a gén expressziója. A transzformálás eredményének ellenőrzése céljából ugyanezen az úton antibiotikummal és gyomirtókkal szembeni rezisztenciagéneket (jelző- vagy markergéneket) is bevisznek a növénybe, majd ezek expressziója alapján kiválasztják a sikeresen módosított sejteket. A legnagyobb veszteség akkor mutatkozik meg, amikor kiderül, hogy ezekből is csak kb. minden századik genomjába épül be stabilan az idegen DNS. A kísérletekből tehát igen kevés olyan transzgenikus növény fejlődik ki, amely hasznosítja az új örökletes információt.

A genetikai módosításnak ez a folyamata a kifejlett növényig néhány hónapot, majd ezt követően a tiszta, homogénen örökítő vonalak kitenyésztése éveket vesz igénybe és csak kétszikű növényekre, tehát gabonafélékre nem használható, mivel az *A. tumefaciens* ezeket nem fertőzi meg.

Gyakori viszont a növények visszafertőzése. A vírusok mégsem használhatók génátvitelre a baktériumokhoz hasonlóan, mivel a vírusgenom nem DNS-ekből, hanem RNS-ekből áll és a molekuláris RNS-technika még viszonylag fejletlen.

## **Közvetlen génátvitel**

A növények genetikai módosításának közvetlen módszerei sokkal kevésbé hatékonyak. A génbevitelhez mindenek előtt el kell távolítani a sejtfalat, amit a sejtek enzimes átmosásával végeznek, majd a megmaradó protoplazmába

- elektroforézissel,
- hajszálvékony üveg fecskendővel, „mikroinjekcióval”, vagy
- 1–2 µm-es arany- vagy volfrámszemcséken tapadva „belövással” juttatják be a DNS-t. (Az utóbbi módszerrel kb. 3 M gabonasejtből lehet egyetlen kifejlett transzgenikus növényre számítani!)

## **A növényi géntechnika céljai**

A haszonnövények géntechnikai módosításának számos célja lehet:

- a termékminőség javítása
  - tápértéknövelés a szénhidrát- vagy zsírsavanyagcserébe való beavatkozással, vagy a tápanyag-összetétel megváltoztatásával,
  - nem kívánt anyagok, pl. allergének, keserű ízadók eltávolítása,
  - az eltarthatóság és raktározhatóság meghosszabbítása, pl. a szilárdság vagy az érési folyamat megváltoztatásával,
  - fogyasztói értéknövelés (szín, íz, feldolgozhatóság),
- agrotechnikai tulajdonságok javítása
  - ellenállás kártevőkkel (baktériumokkal, gombákkal, rovarokkal, rágcsálókkal, vírusokkal), valamint

- gyomirtókkal szemben,
- fokozott szárazság-, hőmérséklet-, nehézfém- és só-tűrés,
- javított táplálékfelvétel és -hasznosítás,
- a növény használata „bioreaktorként”
  - gyógyászati hatású anyagok (gyógyszerek, antitestek, oltóanyagok),
  - bioplasztika és
  - biológiai fűtőanyagok

előállítására.

Genetikailag módosított növényekkel az első szabadföldi termesztési kísérleteket 1987-ben az USA-ban végezték

- a DuPont és a Calgene cég három, gyomirtóknak ellenálló paradicsomváltozatával és
- a Calgene két, ugyanilyen rezisztenciájú dohányával.

Azóta világszerte ezrekre nőtt a kísérleti termesztések száma: 1998-ban

- Németországban 300,
- Franciaországban 1450,
- az USA-ban több mint 17 000

telephelyen. Európában a kutatás leginkább (47%-ban) gyomirtó-rezisztenciára irányul (1. táblázat). 1998-ban mintegy 50 különböző növényfajtára adtak ki forgalmazási engedélyt.

1. táblázat

Az EU-ban 2000-ben engedélyezett (vagy erre váró) transzgénikus haszonnövények tulajdonságai és termelői

Vállalat, márkanév	Tulajdonság	USA	EU	Kanada	Japán	Egyéb
<b>Kukorica</b>						
Novartis (Ciba-Geigy) <i>Maximizer</i>	R, A	1995	1997	1996	1996	Argentína, Svájc <sup>1)</sup> , Dél-Afrika
Aventis (AgrEvo) <i>Liberty Link</i>	Gy	1995	1998	1996	1997	Argentína
Monsanto, <i>Yield Gard</i>	R	1995	1998	1997	1996	Argentína, Svájc <sup>1)</sup>
Novartis (Northrup King)	R	1996	1998 <sup>1)</sup>	1996	1996	Svájc <sup>1)</sup>
Pioneer (Monsanto)	Gy, R, A	1996	kérelem	1996	1997	
DeKalb (Monsanto)	Gy, R, A	1997	kérelem	1997	1999	Argentína
<b>Gyapot</b>						
Monsanto, <i>Bollgard</i>	R, A	1995	kérelem	1996 <sup>1)</sup>	1997	Ausztrália, Kína, Mexikó, Dél-Afrika
Monsanto <i>Roundup Ready</i>	R, A	1995	kérelem	1997	1997	Ausztrália, Argentína

Az 1. táblázat folytatása

Vállalat, márkanév	Tulajdonság	USA	EU	Kanada	Japán	Egyéb
<b>Repce</b>						
Aventis (PGS) <i>Restorer</i>	Hs, R, A	1996 <sup>1)</sup>	1997 <sup>2)</sup>	1994/95	1996	
Aventis, <i>Liberty Link</i>	Gy, A		1998 <sup>1)</sup>	1995	1996	
Aventis, <i>Liberty Link</i>	Gy		kérelem			
Aventis (PGS)	Hs, Gy	1999	kérelem	1996	1997	
<b>Szójabab</b>						
Monsanto, <i>Roundup Ready</i>	Gy	1994	1996 <sup>1)</sup>	1995	1996 <sup>1)</sup>	Argentína, Brazília, Mexikó <sup>1)</sup> , Ausztrália <sup>1)</sup> , Svájc <sup>1)</sup> , Uruguay, Oroszország <sup>1)</sup> , Korea <sup>1)</sup> , Románia
Aventis (AgrEvo) <i>Liberty Link</i>	Gy	1996	kérelem	1999 <sup>2)</sup>	1999 <sup>2)</sup>	
DuPont	Zs, A	1997	kérelem	2000	1999	
<b>Paradicsom</b>						
Zeneca	Ék	1995	kérelem	1996		
<b>Cukorrépa</b>						
Novartis	Gy	1998	kérelem			
<b>Dohány</b>						
Seita, F	Gy, A		1994			
<b>Virágok</b>						
Szefű: Florigene, <i>Suntory</i>	virágszín		1998		1999	Ausztrália
Szefű: Florigene, <i>Suntory</i>	tartósság		1998		1999	Ausztrália

<sup>1)</sup> Csak importra, feldolgozásra, raktározásra, termesztésre nem engedélyezve.

<sup>2)</sup> Csak termesztésre, élelmiszerként és takarmányként nem engedélyezve.

R – rovarokkal, A – antibiotikumokkal, Gy – gyomirtókkal szembeni ellenállás, Hs – hímsterilitás, Zs – zsírsavösszetétel, Ék – éréskésleltetés.

### Ellenállás gyomirtóknak

A gyomirtó-rezisztencia ma a géntechnika növényvédelmi alkalmazásának legnagyobb kutatási területe. Ezt indokolja egyrészt a gyomirtók nagy piaci aránya, másrészt az a felismerés, hogy valamely gyomirtóval szembeni el

lenálláshoz elég a növény egyetlen génmutációja, tehát csupán egy művi génmódosítás. Emellett könnyű a transzgenikus egyedek kiválogatása is.

Az ideális gyomirtó

- emberre ártalmatlan,
- biológiailag lebomlik és
- a haszonnövényre nem hat.

Ezt az utolsó, legnehezebben kezelhető követelményt a kereskedelmi forgalomban levő gyomirtók többsége azzal teljesíti, hogy a speciális növényi anyagcsere-folyamatokat, így a fotoszintézist vagy esszenciális aminosavak szintézisét befolyásolja. Ez embert, állatot megkímél, viszont a haszonnövény is károsodik. Itt érvényesül a géntechnika nagy jelentősége: gyomirtókkal szemben a haszonnövény rezisztenciájának szelektív létrehozása.

### **Roundup Ready™-szója**

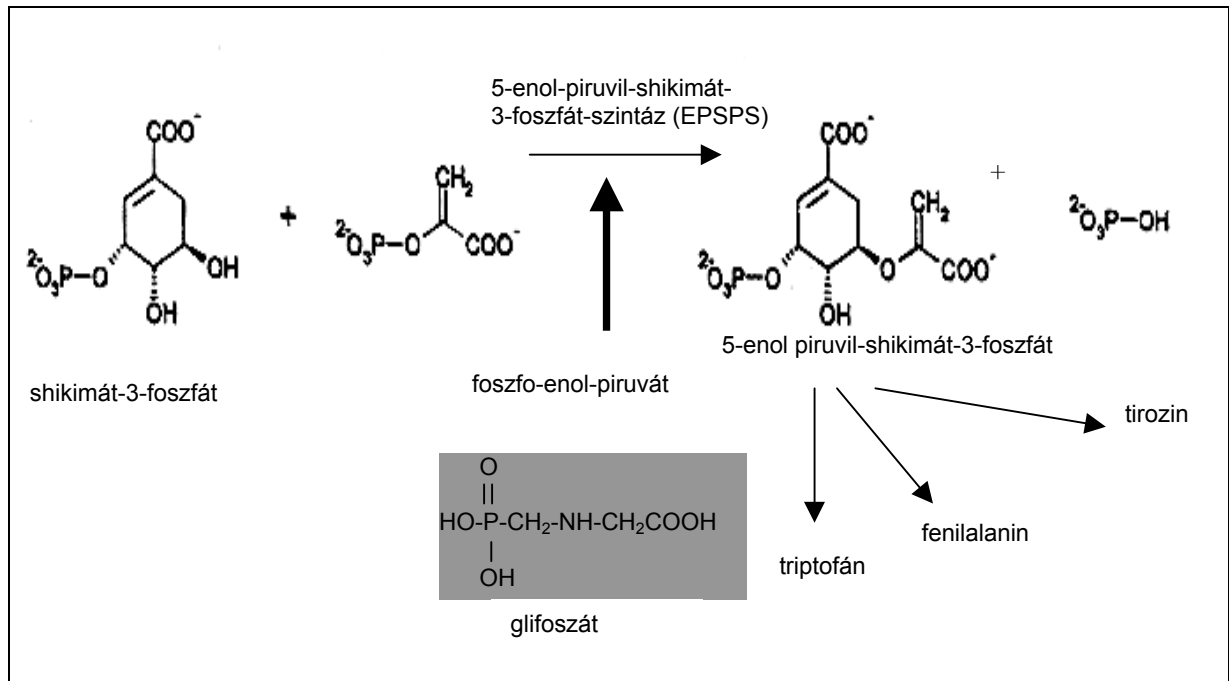
A gyomirtók nagy többsége a növényi kloroplasztokban fejti ki hatását az aminosavak szintézisére vagy a fotoszintézisre. A glifoszfát, a Roundup Ready márkanévű gyomirtó hatóanyaga, három aromás aminosav: a triptofán, a tirozin és a fenilalanin biogenezisét katalizáló enzim, az 5-enolpiruvil-shikimát-3-foszfát-szintáz (EPSPS) működését gátolja. Ez az enzim csaknem az egész növényvilágban nélkülözhetetlen lévén, a glifoszfát a 78 legkártékonyabb gyomnövény közül 76-ra, de a kultúrnövényekre is hat.

Hátra volt még tehát a szelektivitás kidolgozása. Ehhez abból indultak ki, hogy a glifoszfát a baktériumokban is gátolja ugyan az aminosav-bioszintézist, de vannak vele szemben rezisztens fajok is. Ilyen az *Escherichia coli*, amelyben a vizsgálatok az EPSPS-enzim mutált formáját mutatták ki. Ez a mutáns még ellátja a katalitikus funkciót, de a glifoszfát már nem tud úgy hozzákötődni, mint az eredeti enzimhez.

Ennek a glifoszáttal szemben rezisztens *E. coli*-enzimnek a génjét sikerült a Monsanto-kutatóknak beépíteniük a növényi géntechnikában gyakran használt, keresztesvirágú lúdfű (*Arabidopsis thaliana*) kloroplasztjaiba, és ezzel bebizonyítaniuk az enzimgátláson alapuló szelektív rezisztencia alkalmazhatóságát (3. ábra).

A további kísérletekből kiderült, hogy az *E. coli* EPSPS-enzimjének glifoszáttal szembeni érzéketlensége együtt jár szubsztrátuma, a foszfo-enolpiruvát iránti csökkent affinitással. Találtak azonban egy talajlakó *Agrobacterium*-fajban olyan EPSPS-t, amely glifoszfátrezisztenciája ellenére katalitikusan változatlanul aktív. Ezzel az enzimmal sikeresen módosítottak repcét és szóját, e két fontos kultúrnövény transzgenikus, glifoszfátos gyomirtás mellett is jól termő változatai Roundup Ready™ néven világszerte elterjedtek. Ilyen szójababot először 1996-ban vetettek az USA-ban 400 000 hektáron. Vetésterülete ma világviszonylatban eléri az összes szójaültetvényekének 50%-át.





3. ábra A gyomirtó glifozát gátol egy a növényi aminosav-szintézishez nélkülözhetetlen enzimátikus lépést

### Citokró-m-P450-monooxigenázok

A citokró-m-P450-monooxigenázok, ismert rövidített nevükön P450-enzimek a magasabb rendű növények enzimfehérjéinek legnagyobb csoportját alkotják. Az *Arabidopsis* immár teljesen feltérképezett DNS-ében 286 olyan gént azonosítottak, amely kódolhat egy P450-enzimet.

A P450-ek ún. hemfehérjék, amelyek NADPH-redukció segítségével aktiválják a molekuláris oxigént. Az elektronokat egy reduktáz enzim viszi át a P450-re. Az ezt követő katalitikus monooxidálás eredménye az oxidált NADP forma (olykor dimer- és izomerképződés, dehidratálódás és redukció is.) A csoport neve onnan ered, hogy tagjai szén-monoxiddal mint inhibitorokkal a fény 450 nm-es hullámhosszát abszorbeáló komplexet adnak.

A P450-enzimek valószínűleg részt vesznek a magasabb rendű növények által előállított – nem létfontosságú – több mint 100 000 szekunder termék szintézisében, továbbá gyomirtók ártalmatlanításában, azok szelektivitását is alakítva. Nagy számuk lehetővé teszi a megfelelő gének célzott bejuttatását a haszonnövény genomjába, és ezáltal növelni egy-egy gyomirtó tűrését.

A P450-enzimek az ún. biztosítók (safener) célpontjai is lehetnek. Ez esetben a „biztosító” kémiai szerkezetében hasonlít a gyomirtóhoz, de hatás

tan. A növény viszont a hasonlóságra reagálva több P450-et termel, és ezáltal felgyorsul a gyomirtó detoxikálása.

## Egyéb rezisztenciák

A növények, egyelőre ismeretlen mechanizmus alapján „beolthatók” vírusbetegségek ellen. Eőször 1986-ban számolt be a szakirodalom a dohánymozaikvírusnak ellenálló transzgenikus dohányról, amelyet a dohány-növényben a vírus burokfehérjéjét kódoló gén expressziójával állítottak elő. A módszert egy sor kultúrnövényen és víruson tanulmányozzák, az USA-ban már piacon vannak „vírusálló” cukkini- és papajafajták.

A növényvédelem fontos anyaga a *Bt*-toxin, a *Bacillus thuringiensis* rovarmérge. A baktériumspórák egyik fehérjéje voltaképpen a mérge ún. protoxinja, amely csak a rovarlárvában alakul át *Bt*-toxinná, ha a táplálékkal annak belébe jut. Az egyes *B. thuringiensis* törzsek *Bt*-toxinjai más-más rovarokra hatnak, emberre teljesen ártalmatlanok. (Az USA Nemzeti Kutatótanácsának (National Research Council) rovarkártevők ellen genetikailag védett növényekkel foglalkozó 2000. évi kiadványa több mint 100 azonosított mérgeanyagot sorol fel.)

Ha egy *Bt*-toxint kódoló gén beépül egy növényi genomba, akkor a növény folyamatosan termeli a mérget, amely megvédi bizonyos kártevőktől. A számos *Bt*-toxint termelő haszonnövény közül említést érdemel

- a Novartis *Bt*-kukoricája és
- a Monsanto Bollgard márkanévű gyapotfajtája.

## Várható fejlemények

A nemzetközi becslések a világ növényvédőszer-piacán a géntechnikailag módosított növények iránti kereslet növekedésére a hagyományos növényvédelemnek nagyjából stagnálására számítanak (2. táblázat), miközben pl. a német piacon az elmúlt években 5–10%-kal visszaesett az utóbbiaknak mind a termelése, mind a vásárlása.

2. táblázat

A hagyományos és biotechnológiai növényvédelem világpiaca,  
M USD

Év	Hagyományos	Biotechnológiai	Σ
	növényvédelem		
1997	29 086	670	29 756
1998	28 995	1640	30 635
1999	28 090	2370	30 460
1998/1999	–3,1%	+44,5%	–0,6%

A módosított kultúrnövények első termelési éve, 1996 óta eltelt négy év alatt világviszonylatban 40 M ha-ra nőtt a transzgenikus változatokkal beültetett terület (3. táblázat). De sok jel utal rá, hogy az irányzat megfordul. A fogyasztók ugyanis, főként Európában mindinkább a hagyományos vagy éppen biotermesztésű élelmiszerek felé fordulnak, de az USA-ban néhány kereskedelmi vállalat felárat fizet pl. „géntechnikamentes” szójababért. Sok farmer ezért valószínűleg visszatér a régi kukorica- és szójafajtákhoz, nemcsak a jobb árak kedvéért, hanem azért is, hogy elkerüljék az Európába és Ázsiába irányuló export akadályait.

3. táblázat

Genetikailag módosított termények vetésterülete, M ha

Ország	1998	1999	98/99, %
USA	20,5	28,7	+40,0%
Argentína	4,3	6,7	+66,0%
Kanada	2,8	4,0	+43,0%
Kína	<0,1	0,3	+200,0%
Egyéb	0,5	0,8	+60,0%
Összesen	27,8	39,9	+44,0%

A géntechnikai növényvédelem piacát egyre bizonytalanabbá teszik

- az alig kalkulálható kereslet,
- további transzgenikus termények engedélyezésének kilátástalansága az EU részéről,
- valamint az egészségügyi és környezeti biztonságukról folytatott éles viták.

A kémiai növényvédelem, a géntechnika jövőjétől függetlenül nagyrészt biokémiai védelemmé fog átalakulni. A biológiai és a növényi anyagcsere molekuláris alapjaira vonatkozó ismeretek bővülése nyomán a gyógyszerekhez hasonlóan meg lehet majd tervezni a hatóanyagokat.

Ebben az összefüggésben meglepő, hogy a gombaölők és a gyomirtók világpiacának 75%-át ma hatféle, a rovarirtókéét csupán kétféle hatásmechanizmusú szer uralja. A jövőben nem lesz elegendő ez a kémiai megközelítésű fejlesztés. Előtérbe kerül új biológiai mechanizmusok feltárása, ami – megfelelő hatóerősség mellett – eddig alárendelt jelentőségű volt. Ezzel valószínűleg megszűnik potenciális rovarirtók tömeges gyártása, viszont továbbra is megmarad új peszticidek szintetizálásának feladata.

Egyébként sem várható el a géntechnikától, hogy egymagában véglegesen megoldja a kártevőkben és a gyomnövényekben az ellenállás kifejlődésének problémáját. Új hatóanyagok kutatásának tehát folytatódnia kell új utakon és bizonyára továbbra sem csekély nyereség ígéretével.

(Dr. Boros Tiborné)

Wünschiers, R.: Gentechnik im Pflanzenschutz: ist Chemie am Ende? = CLB Chemie in Labor und Biotechnik, 52. k. 2. sz. 2001. p. 48–56.

Fletcher, L.: GM crops are no panacea for poverty. = Nature Biotechnology, 19. k. 9. sz. 2001. p. 797–798.

**BUDAPESTI MŰSZAKI  
ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI  
EGYETEM**



**ORSZÁGOS MŰSZAKI  
INFORMÁCIÓS  
KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR**

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
**Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár** Műszaki Információ  
sorozatában jelenik meg a

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár Műszaki Információ  
sorozatában jelenik meg a

## KÖRNYEZETVÉDELEM

című kiadvány.

A vezető külföldi szaklapokból válogatott cikkek tömörített fordításai az alábbi témakörökkel foglalkoznak:

### 1. ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEK

Szervezési, jogi, közgazdasági szempontok  
Szakoktatás, nevelés, tájékoztatás  
Globális kérdések, nemzetközi

együtműködés

Természeti erőforrásokkal való takarékoság  
Környezetvédelem egyes iparágakban  
Környezetihatás-vizsgálatok, -tanulmányok

### 2. LEVEGŐTISZTASÁG-VÉDELEM

Az emisszió és immisszió mérése  
Technológiák  
Korlátozások és szabványok

### 3. VÍZGAZDÁLKODÁS ÉS SZENNYVIZEK

Vízgazdálkodás  
Felszíni és felszín alatti vizek vizsgálata  
Technológiák  
Korlátozások és szabványok

### 4. HULLADÉKOK ÉS KEZELÉSÜK

Szilárd és folyékony hulladékok  
keletkezése, gyűjtése, szállítása, vizsgálata –  
égetése és lerakása  
Veszélyes hulladékok

### 5. SUGÁRZÁSOK

Radioaktív anyagok és a környezet  
Zaj és rezgés elleni védelem

### 6. A TERMÉSZETES ÉS ÉPÍTETT KÖRNYEZET VÉDELME

Talaj és rekultiváció, zöldterületek  
Természet- és tájvédelem, biomonitoring  
Települési környezet, emberre gyakorolt  
hatások, higiénia

A folyóirat havonta jelenik meg, éves előfizetési díja 2002-ben:

nyomtatott – 25 000,- Ft + ÁFA

CD – 22 500,- Ft + ÁFA

nyomtatott + CD – 36 200,- Ft + ÁFA

**Bővebb információ, megrendelés:**

BME-OMIKK Műszaki-Gazdasági Kiadványok Osztálya

1011 Budapest, Gyorskocsi u. 5-7.

Tel.: 457-5322 Tel./Fax: 457-5323 E-mail: mgksz@omk.omikk.hu

### MEGRENDELÉS

Megrendeljük az OMIKK kiadásában megjelenő Műszaki Információ

**Környezetvédelem** című kiadványt.

Megrendelt pld. szám: .....

Megrendelő neve: ..... Tel./Fax: .....

Címe: .....

A megrendelő pénzforgalmi jelzőszáma: .....

A megrendelés száma: ..... Ügyintézője: .....

Kelt: ..... cégszerű aláírás, bélyegző

Szállítási feltételek: legkésőbb a tárgyhót követő hó vége

