

NÖVEKEDÉSSZABÁLYOZÁS A SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMESZTÉSBEN

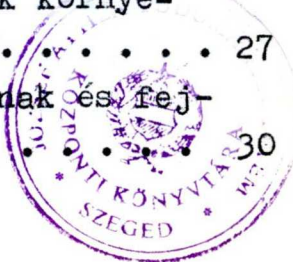
Készítette: Mócsán László
okl. biológus

Zala megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomás
Zalaegerszeg, 1986



Tartalom

I.	BEVEZETÉS	
1.	A mezőgazdasági termelés feladatai	4
2.	A kemizáció szerepe a mezőgazdasági termelésben	5
2.1.	A növénytermesztés kemizálása	5
2.1.1.	A műtrágyázás	5
2.1.2.	A kémiai növényvédelem	6
3.	A növényi életfolyamatok irányítása kémiai anyagokkal: a növényi növekedésszabályozás . .	6
3.1.	A növényi növekedésszabályozás fogalma	6
3.2.	A növekedésszabályozás élettani alapjai: a nö- vényi hormonok	8
4.	A növényi növekedésszabályozók kifejlesztésé- nek történeti áttekintése	9
5.	A növekedésszabályozók elnevezése	11
6.	A növekedésszabályozók csoportosítása	12
6.1.	A természetben előforduló növekedésszabályozó anyagok /hormonok/ és szintetikus analógjaik .	13
6.1.1.	Auxin hatású vegyületek	13
6.1.2.	Gibberellin hatású vegyületek	13
6.1.3.	Citokinin hatású vegyületek	15
6.1.4.	Etilén hatású vegyületek	17
6.2.	Hormontranszport inhibitorok	18
6.3.	Hormonantagonisták	19
6.4.	Növekedési retardánsok	20
6.5.	Növekedési inhibitorok	21
6.6.	Defoliánsok, deszikkánsok, érésgyorsítók . . .	24
6.7.	A növekedésszabályozók egyéb lehetséges típusai	25
7.	A növekedésszabályozók alkalmazásának környe- zetvédelmi kérdései	27
8.	A növekedésszabályozók felhasználásának és fej- lesztésének helyzete hazánkban	30



II.	ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	33
1.	A kísérletekben felhasználásra került regulá- torok	33
2.	A szántóföldi kísérletek beállítási és ér- tékelési körülményei	33
3.	A dolgozatban szereplő laboratóriumi vizsgálá- tok módszerei és eszközei	34
3.1.	Növény tápelemtartalmi vizsgálatok /NVG/	34
3.2.	Kukorica magvigor meghatározása	35
3.3.	Sütőipari érték meghatározása	35
3.4.	Sikértartalom megállapítása	35
3.5.	Fehérjetartalom meghatározása	35
III.	KISÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉSÜK	36
1.	A növekedésszabályozók gyakorlati felhasználási lehetőségei a szántóföldi növénytermesztésben ..	36
1.1.	A növekedésszabályozók gyakorlati alkalmazása során felvetődő problémák	36
1.2.	A vegetatív növekedés szabályozása	38
1.2.1.	A vegetatív növekedés korlátozása gabonafélék szárszilárdságának fokozása céljából	38
1.2.1.1.	A szárszilárdság fokozása CCC-vel	40
1.2.1.2.	Szárszilárdítás etefonnal	42
1.2.1.3.	A szárszilárdság fokozása paklobutrazollal . . .	58
1.2.2.	A vegetatív növekedés szabályozása más szántó- földi kultúrában	60
1.3.	A termés kötődés fokozása	63
1.4.	A termésnövelés lehetőségei citokininszerű ha- tással rendelkező növekedésszabályozókkal	65
1.5.	A kukorica fehérjeprodukciójának növelése ete- fonnal	66
IV.	ÖSSZEFOGLALÁS	70
V.	IRODALOMJEGYZÉK	72

I. BEVEZETÉS

1. A mezőgazdasági termelés feladatai

A Föld népessége napjainkban meghaladja a 4 milliárd főt, az ezredfordulóra pedig az előrejelzések szerint elérheti a 6 milliárdot. A világ lakosságának közel a fele - részben a termelési és elosztási aránytalanságok következtében - éhezik, vagy hiányosan táplált. Az élelmiszer gondok leküzdése megköveteli a mezőgazdaságtól az eddiginél lendületesebb fejlődést.

Országunk mezőgazdasági termelésének átlagos évi növekedési üteme az étszervezést követően 1,2 %, a hatvanas években pedig meghaladta a 4 %-ot. A nyolcvanas évek első felében, a nehezedő világgazdasági helyzet közepette ez a felfelé ívelő szakasz fokozatosan tetőzött.

Az egyre növekvő létszámú lakosság emelkedő életszínvonala, az exportlehetőségek kihasználására a mezőgazdasági termelés szakadatlan fejlesztését teszi szükségessé. A jelenlegi népszaporulat és fogyasztási szint mellett az exportalapok csupán szinten tartásának biztosítása érdekében is évi közel 1 %-os mezőgazdasági termelésnövekedés szükséges.

Országunk területének kb. 54 %-a /közel 54 millió hektár/ a szántóföld. A termőterület kiterjesztésére nincs lehetőségünk, sőt évről-évre csökken, ezért a termésmennyiség növelésének egyetlen lehetősége a területegységenkénti átlaghozamok növelése. Ennek a feladatnak a teljesítésében alapvető szerepet a kemizáció játsza.

A kemizáció segítségével eddig elért eredmények mellett a termésátlagok növelésében világszerte nagy jövőt jósolnak a növényi növekedésszabályozó anyagoknak. Felhasználásuk világszerte rohamosan növekvő tendenciát mutat. Magyarország e téren mind a gyakorlati kutatás, mind pedig a felhasználás vonatkozásában elmarad a fejlett mezőgazdasággal ren-

delkező országokhoz képest. Különösen érvényes ez a szántóföldi kultúrákra.

Dolgozatom célja: a növekedésszabályozók gyakorlati alkalmazása során nyert ismeretekkel, kísérleti tapasztalatokkal hozzájárulni ennek a hátrénynak a törlesztéséhez.

2. A kemizáció szerepe a mezőgazdasági termelésben
Az elmúlt negyed század folyamán a világ és ezen belül hazánk mezőgazdaságában is forradalmi változást hozott létre a kemizáció, a különböző vegyi anyagoknak a mezőgazdasági termelésben történő felhasználása. A mezőgazdaságban, de tágabb értelemben az egész élelmiszergazdaságban - az élelmiszerek iránt megmutatkozó fokozott igények kielégítése érdekében - a kemikáliák használata iránti igény tovább nő.

2.1. A növénytermesztés kemizálása

A kemikáliák közül a szántóföldi és kertészeti növénytermesztésben a műtrágyák és a növényvédő-, gyomirtószeres jelentősége a legnagyobb. Szakszerű alkalmazásuk révén adódó terméstöbblet becslések szerint meghaladja az 50 %-ot. A jelenlegi termelési rendszerünkben ezen kemikáliák nélküli, korszerű mezőgazdasági termelés szinte elképzelhetetlen.

2.1.1. A műtrágyázás

A növénytermesztés kemizálásának csiréi a múlt században Liebig /1803-1874/ német vegyész munkásságában fedezhetők fel, aki rámutatott a növények által a talajból kivont tápanyagok rendszeres utánpótlásának a jelentőségére. A tápanyagok műtrágyák formájában történő utánpótlása mégis csak a 20. század második felében vált általános gyakorlattá, elsősorban a magas tápanyagszinteket igénylő intenzív fajták

köztermesztésbe vonása, valamint a megfelelő háttérpar kialakulása eredményeként.

2.1.2. A kémiai növényvédelem

A növénytermesztés kemizálásának másik jelentős területe a kémiai növényvédelem: a gyomnövények elleni vegyszeres védekezés, valamint a növényi kártevők, fertőző betegségek elleni védelem. A növényvédő szerek /peszticidek/ használata a megtermelt javak megóvása, másrészt a nagymérvű munkaerőfelszabadítás miatt szintén elengedhetetlen.

3. A növényi életfolyamatok irányítása kémiai anyagokkal: a növényi növekedésszabályozás

Napjainkban a növénytermesztés kemizálásában egy új, rohamléptekkel fejlődő technológia van kibontakozóban, mégpedig a növények növekedési-fejlődési folyamatainak célirányos manipulálása vegyi anyagok segítségével.

3.1. A növényi növekedésszabályozás fogalma

A növényi növekedésszabályozás, újonnan meghonosult kifejezéssel élve: a növényi növekedés regulációja, a növények növekedési-fejlődési folyamataiba különböző kémiai anyagokkal /regulátorok/ történő exogén beavatkozások, melyek segítségével a különböző életfolyamatokat valamilyen természeti-, gazdasági célkitűzéseknek megfelelően igyekszünk befolyásolni. Így pl. a termésmennyiség-, minőségi paraméterek, bizonyos növekedési tulajdonságok szabályozása, az ápolási-, betakarítási munkák könnyítése, stb.

Tágabb értelemben véve a gyomnövények irtása, fejlődésük gátlása is a növényi reguláció fogalomkörébe sorolható, szűkebb értelemben viszont csak a kulturnövényeinkre fentiekben definiált beavatkozások értendők ide.

Az utóbbi évtizedek során a növénytermesztésnek nagy len-

dületet adó erőforrások: így a műtrágyázás, a növényvédelem és a mezőgazdasági technika fejlődése várhatóan nem tud lényegesen újat hozni a termesztés hatékonyságának növelésében. A hagyományos módszerekkel dolgozó növénynevelés is egyre csökkenő szerepet játszik a produktivitás növelésében. Ezen a téren ugyan még jelentős kihasználatlan lehetőség rejlik a már köztermesztésbe vont fajtákban, mivel országos átlagban a potenciális termőképesség kihasználtsága gabonafélék esetében csupán 55-60 %-os, zöldségféléknél 40-55 %-os, gyümölcsféléknél pedig 55-60 %-os.

A mennyiségi növelés mellett az élelmiszergazdaság terén egyre gyakrabban felvetődő probléma a minőség kérdése. A piaci értékesítési lehetőség, az exportképesség függése a minőségtől egyre inkább erősödik, a gyorsan változó minőségi igények kielégítése fokozott teherterhel a mezőgazdaság számára.

Bár a technika eszközei a mezőgazdaság kézi munkaerő igényét hatalmas mértékben csökkentették, e téren a munkaerőhiány fokozódó gondot jelent.

Az energia-, a technikai eszközök árának aránytalan növekedése az építési-betakarítási munkák további korszerűsítését követelik.

A felvázolt problémákat a nemesítés, a technikai eszközök további fejlesztése jellegénél fogva nagyrészt nem képes megoldani. Ezen a téren már napjaink gyakorlatában is hatékony segítséget nyújtanak a növényi regulátorok. A növekedésszabályozók valószínűleg számos, ma még szinte beláthatatlan probléma leküzdésében lesznek a segítségünkre. Egyes jóslatok szerint alkalmazásuk erőteljesen fokozódó bevezetésével a mezőgazdasági termesztés kemizációjának újabb forradalmi szakasza következik.

3.2. A növekedésszabályozás élettani alapjai: a növényi hormonok

A növényi növekedés mesterséges szabályozása jórészt a növények életfolyamatait reguláló vegyi szabályozó rendszer befolyásolásán alapszik, ezért ennek a rendszernek bizonyos foku ismerete, összefüggéseinek megértése a növekedésszabályozás gyakorlati alkalmazói számára alapvető fontosságú.

A növények - helyhez kötött életmódjuk következtében - fokozottan ki vannak téve a környezeti hatásoknak. Normális fejlődésüknek alapvető feltétele az, hogy a környezeti tényezők változásaira megfelelő gyorsasággal reagáljanak, kialakuljon a szövetek, sejtek közötti koordináció: a belső egyensúly. Ennek a feladatnak a végrehajtásában legfontosabb szerepet a kémiai anyagok által történő közvetítés játsza. Azokat az endogén szerves anyagokat, amelyek kis mennyiségben képesek a növényi szervezetben a környezeti hatások közvetítésére, az adott feltételekhez alkalmazkodó növekedés - fejlődés szabályozására, a sejtek, szövetek, szervek közötti korreláció fenntartására, növényi hormonoknak nevezzük.

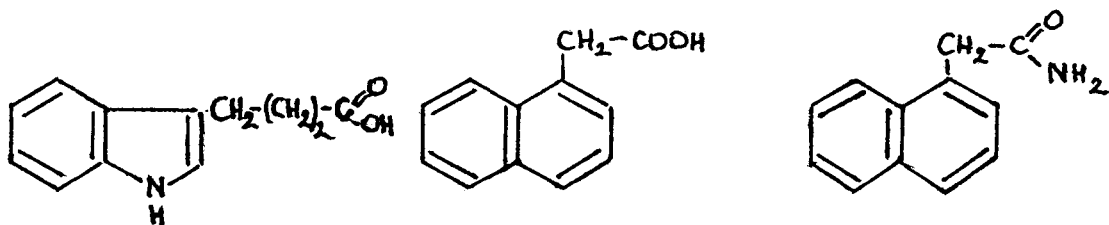
Jelenlegi ismereteink szerint öt növényi hormoncsoport létezik, mely közül három: az auxinok, a gibberellinek és a citokininek a megnyulási és sejt osztódási folyamatokat serkentik, specifikus fehérjék de novo szintézisének indukciójával. A másik két hormon: az abszcizinsav és az etilén a növekedést többnyire gátolják, az öregedési -, lebomlási folyamatok szabályozói és a stresszhatások elleni védekezés eszközei.

Az előbbi meghatározásokhoz feltétlenül szükséges az a kiegészítés, hogy az egyes hormonok hatásai nagyban függenek a koncentrációtól, valamint, hogy a növényi hormonok hatása nem specifikus, így a mindenkori hatás a növényben előfordu-

lő valamennyi hormon együttműködésének /interakciójának/ az eredője. A hatásspecifikusság hiánya teszi lehetővé, hogy a kevés számú hormon rendkívül sokrétű szabályozó tevékenység ellátására képes.

4. A növényi növekedésszabályozók kifejlesztésének történeti áttekintése

A növényi növekedésszabályozás történetében kiinduló pontnak tekinthető az elsőként felismert és a 30-as években azonosított természetes növekedésszabályozó anyag: az indol-3-ecetsav /auxin/ felfedezése. A felfedezést követő években egy sor, az indol-ecetsavhoz hasonló szerkezetű szintetikus vegyületet állítottak elő, mind pl. az indol-3-vaajsav /IBA/, az l-naftilecetsav /NAA/, az l-naftil-acetamid /NAAm/.

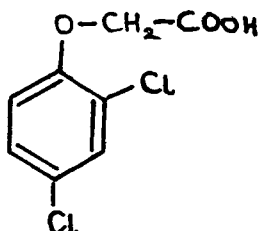


indol3-vaajsav

l-naftilecetsav

l-naftil-acetamid

Ezzel tulajdonképpen megindul a szintetikus növekedésszabályozó anyagok előállításának a folyamata. A felgyorsult kísérletek eredményeként már 1940-ben megjelenik a kereskedelemben az első szintetikusan gyártott növényi növekedésszabályozó anyag, amely 2,4 D néven a későbbi években gyomirtószerként futott be óriási karriert.



2,4-diklórfenoxiecetsav /2,4 D/

Ezt követően az új hatástípusú szintetikus vegyületek, illetve élettani hatásaik felfedezésének sora következik. Hoffman /1949/ felfedezi a néhány évvel megelőzően szintetizált maleinsav-hidrazid /MH/ növekedést retardáló hatását. A maleinsav-hidrazid által megnyitott sort a későbbiek során jó néhány más típusú növekedési retardáns követi /1.sz. táblázat/.

1.sz. táblázat

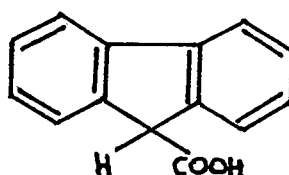
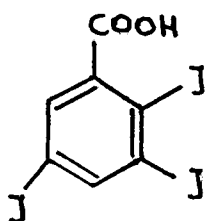
Fontosabb növekedési retardánsok a felfedezésük sorrendjében

Kémiai név	A retardáló effektus felfedezése
Klorfónium-klorid	1955
Klórmekvát-klorid	1960
Daminozid	1962
Metil-klórflurenol	1964
Etefon	1965
Ancimidol	1971
Dikegulak-Na	1975
Piproktanil-bromid	1976
Mepikvat-klorid	1977
M & B 25-105	1979

/J.F. Garrod nyomán /

1961-ben szabadalmaztatják a 2,3,5-trijódbenzooesavat /TIBA/, mind a halogénezett benzooesav származékot egyik legaktívabb és legjelentősebb képviselőjét.

A hatvanas évek első felében jelenik meg az első közlemény a fluoren - 9 - karbonsav származékokról /Schneider, 1964/. A növekedésszabályozók ezen új csoportja a morfaktin elnevezést kapja /Schneider et al., 1965/, főleg a morfológiai bélyegek megváltoztatására gyakorolt hatásuk miatt.



2,3,5-trijód-benzooesav /TIBA/ 9-fluoren-karbonsav

A retardánsok közül a legjelentősebbnek tekinthető etefon első leírása a szovjet Kabacsnik és Roszijszkaja /1946/ érdeme. Mint etiléngenerátor növényi növekedésszabályozó, 1965-ben lett szabadalmaztatva.

Jelentőségénél fogva említést érdemel még az abszcissziós égensok közül a cikloheximid /Cooper et al., 1969/, a glioxim /Wilson et al., 1977/. A deszikkáns defoliánsok közül pedig a dimetipin /Ames et al., 1974/, valamint a dinoszab, mely igen kis dózisban /6-7 g/ha/ termésnövelő hatásu is pl. kukoricában /Ohlrogge, 1976/.

5. A növekedésszabályozók elnevezése

A növekedésszabályozó anyagok elnevezése a fejlesztési munkák során többször változik, a fejlesztés egyes lépcső-

fokain a vegyületek mindig újabb és újabb elnevezést kaphatnak.

A gyártó az ígéretesnek tűnő vegyületeket először kódszámmal bocsájtja a kísérletbe. A szabadalmaztatás után adják közzé a kémiai elnevezést. Mivel ennek a gyakorlati használata többnyire kényelmetlen, ezért azokat akronimek formájában rövidítik vagy pedig un. triviális nevet kap a vegyület. Gyakran ez is rendelkezik akronimmal /pl. klór-kolin-klorid CCC/.

A kereskedelmi forgalomba kerülő hatóanyagot azután a gyártó cégek különböző kereskedelmi név alatt forgalmazhatják. A 2-9.sz. táblázat tartalmazza a fontosabb regulátoranyagok elnevezéseit.

6. A növekedésszabályozók csoportosítása

A növekedésszabályozó anyagokat többféleképpen csoportosíthatjuk, így pl.:

- természetes vagy mesterséges eredetük szerint
- kémiai szerkezetük alapján
- hatásmódjuk alapján
- a növényekre kifejtett hatástünetek alapján, stb.

A gyakorlat számára egyetlen kiragadott szempont szerinti felosztás azonban többnyire nem elég informatív, vagy pedig hiányos ismereteink gátjába ütközik.

A következőkben megadott önkényes csoportosításban többféle szempontot vettem alapul, a felosztás többnyire az eredetre, hatásmódra vagy a mezőgazdasági alkalmazhatóság lehetőségére utal. Tekintettel arra, hogy a növekedési regulátorok hatása nem specifikus, a kiváltott hatásuk alapján előfordulhat, hogy ugyanaz a vegyület több felosztási kategóriába is beilleszthető.

6.1. A természetben előforduló növekedésszabályozó anyagok /hormonok/ és szintetikus analógjaik

A növényekben természetes körülmények között előforduló hormonok közül egyesek exogén módon alkalmazva növekedési regulátorokként használhatók. A természetes növényi hormonokat ilyen módon bejuttatva a növényi szervezetbe azonban az enzimszisztéma révén gyorsan eliminálódnak. Ezért elterjedtebb a nagyobb hatású és általában olcsóbban előállítható szintetikus hormonanalóg vegyületek alkalmazása.

6.1.1. Auxin hatású vegyületek

Az egyik legrégebben ismert növényi hormon az indol-3-ecetsav, mint a növényvilágban általánosan elterjedt auxin, de különösen a szintetikusan előállított auxinok, mint pl. a 3-szubsztituált indolok, az 1-naftil-ecetsav, 2-naftoilecetsav, a klórozott fenoxieacet- és propionsav származékok a mezőgazdaságban felhasználható regulátoranyagok széles választékát adják.

A szintetikus auxinok zöme a növények endogén etilénszintézisét fokozza, ami gyakran módosíthatja elsődleges hatásukat /Gawadi és Avery, 1950; Burg és Claggett, 1967; Looney, 1971/.

A legismertebb auxinszerű hatással rendelkező vegyületek a 2.sz. táblázatban szerepelnek.

6.1.2. Gibberellin hatású vegyületek

A gibberellinek közül - számuk napjainkban már több tucatra tehető - legáltalánosabban a gibberellinsav /GA₃/ kerül felhasználásra. Előállítását a Gibberella fujikuroi gomba tenyésztésének fermentációjával történik.

A jelentősebb gibberellin tartalmú készítmények a 3.sz. táblázatban találhatók.

2.sz. táblázat

A növénytermesztésben alkalmazott fontosabb auxinszerű hatással rendelkező vegyületek

Kémiai elnevezés	Egyéb elnevezés /akronim v. tri- viális név/	Ismertebb keres- kedelmi elneve- zéseik
1-naftil-metil-karbamát	Karbaril	"Sevin"
4-klórphenoxiecetsav	4-CPA	"Sure-Set"
2,4-diklórphenoxiecetsav	2,4-D	Számos elnevezés
Indol-3-il-ecetsav	IAA, Auxin, Heteroauxin	
4-/indol-3-il/-vajsav	IBA	"Seradix"
Indol-3-vajsav		"Hormodin"
1-naftilecetsav	NAA	"Planofix"
		"Tre-gold"
		"Anastop"
2-/1-naftil/-acetamid	NAAm	"Amid-thin"
2-naftoxiecetsav	2-NOA, BNOA, NOXA	"Betapal"
		"Fulset"
2,4,5-triklórphenoxi- ecetsav	2,4,5-T	Számos elnevezés
2-/2,4,5-triklórphenoxi/- propionsav	Fenoprop 2,4,5-TP	"Silvex"
		"Nu-set"

3.sz. táblázat

A növénytermesztésben alkalmazott gibberellin tartalmú készítmények

Kémiai elnevezés	Egyéb elnevezés /akronim v. tri- viális név/	Ismertebb keres- kedelmi elneve- zéseik
/3S, 3AS, 4S, 4aS, 6S, 8aR, 8bR, 11S/-6, 11-dihidroxí-3-metil- 12-metilén-2-oxo-4a, 6-etano-3, 8b-prop-1- anoperhidroindeno/1,2- b/furán-4-karboxilsav Kb. 30 % GA ₄ és 70 % GA ₇ keveréke GA ₁ és GA ₂ keveréke	GA ₃ , GA, gibbe- rellinsav GA _{4/7} GA _{1/2}	"Berelex" "Gibrofit" "Activol" "Pro-Gibb 47" "Gibrescol"

6.1.3. Citokinin hatású vegyületek

A természetes citokininek előállítása rendkívül költséges. Helyettük az olcsóbban előállítható és gyakran nagyobb hatékonyságú vegyületeket használják. A leghatékonyabb és leggyakrabban használt szintetikus citokinin a beziladenin /BA/, /6-benzilaminopurin/.

Ma már a kinetint is előállítják szintetikusan. A 6-os helyzetben szubsztituált aminopurin származékokhoz hasonló szerkezetű benzimidazol, mint a fungicidek egyik jelentős csoportjának /pl. benomil/ az alapvegyülete, maga is jelentős citokinin-szerű hatással bír. Hazánkban kifejlesztett ígéretes vegyületek az Sz-11 és Sz-28 kódszámmal ismert 1,4 dihidroxí-ftalazin-diguanidin só, valamint az

N-/i-propil/-benzimidazólium-klorid.

Szerkezetileg különbözik az aminopurinoktól az N,N' difenilurea /DPU/, amely ugyancsak citokininszerű aktivitást mutat.

A jelentősebb citokininszerű hatásokkal rendelkező vegyületeket a 4.sz. táblázat foglalja össze.

4.sz. táblázat

A jelentősebb citokinin szerű hatással rendelkező növekedési regulátorok

Kémiai elnevezés	Egyéb elnevezés /akronim v. tri- viális név/	Ismertebb keres- kedelmi elneve- zéseik
6-benzilaminopurin	BAP, BA	"Accel"
6-benziladenin		
6-benziladenozin	6-BAR	
Metil-1-/butilkarbamil/ benzimidazol-2il-karbamát	Benomil	"Benlate"
N,N'-difenilurea	DPU	
6-furfurilaminopurin	Kinetin	
6/benzilamino/9/2-tetra- hidropiranyl/-9-H-purin	PBA	
6-/4-hidroxi-3-metilbut- 2-enil/-aminopurin	Zeatin	

6.1.4. Az etilénhatású vegyületek

Az etilénné, mint rendkívül egyszerű szerkezetű, gáznemű hormonnak a felhasználása gáznemű formában, illékonyasága miatt korlátozott, csupán jól záródó helyiségekben lehetséges.

Az etilén hatásainak szabadföldi körülmények között történő alkalmazása az etilénképző vegyületek felfedezésével vált lehetővé /5.sz. táblázat/.

A kémiaiilag különböző vegyületek között hatástani szempontból három csoportot alakíthatunk ki:

a./ azok a vegyületek tartoznak ide, melyek a növényi szövetekben lebomlanak, s belőlük etilén gáz szabadul fel /pl. az etefon, a hidroxietil-hidrazin/.

b./ egyes vegyületek, pl. az indol-ecetsav, naftil-ecetsav, a 2,4 D, az abszcizinsav, a gibberellinsav arra készítetik a növényt, hogy etilént termeljen az etilén endogén prekursorából: a metioninból /Burg és Claggett, 1967/.

c./ a cikloheximid, aszkorbinsav, jódecetsav, maleinsavimid, stb. károsítják a növényi szövetet és metioninból ún. "sérülés-indukálta" etiléntermelést váltanak ki /Abeles és Abeles, 1972/.

Az etilénképző vegyületek közül a gyakorlatban legkiterjedtebben felhasznált szer az etefon, amely pH=4 körüli munkakörülményben viszonylagos stabilitást mutat, a növényi szövetekbe kerülve viszont a kevésbé savas közeg hatására lebomlik és fokozatosan felszabadul belőle az etilén.

Bizonyos mértékű etilénképződést a növényekben a felsoroltakon kívül számos más tényező is kivált, így pl. a környezeti tényezők /tápanyagviszonyok, hőmérséklet, nedvességi állapot/ hirtelen változása, az optimálistól eltérő volta, összefoglaló néven az ún. "stresszhelyzetek" előállása.

5.sz. táblázat

A fontosabb etilénképző vegyületek

Kémiai elnevezés	Egyéb elnevezés /akronim v. tri- viális név/	Ismertebb keres- kedelmi elneve- zéseik
2-klóretil-trisz-/2- metoxi-etoxi/szilán	CGA 15 281	"Alsol"
5-klór-3-metil-4-nitro- 1H-pirazol	CMNP	"Release"
3-/2-/3,5-dimetil-2- ixociklohexil/-2-hid- roxietil/-glutárimid	Cikloheximid, CHI, Actidione	"Acti-aid"
Glioxal-dioxim	Glioxim	"Pik-off"
2-klór-etil-foszfonsav	Etefon, CEPA	"Threl" "Cepa" "Florel" "Bromeflor"

Az ily módon keletkező etilén elősegíti a megváltozott körülményekhez való adaptálódást, biztosítja a növény túlélését.

6.2. Hormontranszport inhibitorok

Az endogén hormontranszportot gátló anyagok lokális hormonfelhalmozódást okoznak és ezáltal drasztikus hatásokat fejthetnek ki a növények növekedésére és morfogenezisére /6.sz. táblázat/.

A vegyületcsoport legismertebb képviselője a 2-3-5 trijód-benzoe-sav /TIBA/, mely az auxinok transzportját gátolja. Valószínűsíthető, hogy a morfaktin néven ismert fluorén-9-karbonsav származékok is a hormontranszport befolyásolása által fejtik ki hatásukat. Ezek a vegyületek megakadályozzák az auxin eltávozását a terminális rügyből, aminek követ-

6.sz. táblázat

A közismertebb hormontranszport inhibitorok

Kémiai elnevezés	Egyéb elnevezés /akronom v. tri- viális név/	Ismertebb keres- kedelmi elneve- zéseik
2-klór-9-hidroxifluorén- 9-karbolsav /metilészter/	Klórflurekol Klórflurenol Morfaktin	"Maintain"
N-m-tolilftélaminsav	MTPA	"Duraset" "Tomaset"
2,3,5-trijódbenzoesav	TIBA	"Floral-tone" "Regim-8"

keztében a laterális rügyek nyugalmi periódusa megszakad, és oldalhajtásokat fejlesztenek. Az így létrejött polifерáció során képződött oldalhajtások többnyire nem vegetatív jellegűek, hanem virágokat fejlesztenek. Ezt a tulajdonságot felhasználják egyes haszonnövények /pl. a paradicsom/ termesztésében.

A többi növekedésgátlótól a morfaktinok lényegesen különböznek abban, hogy igen széles koncentráció tartományban aktívak /1-10000 ppm-es nagyságrendben/, de még magasabb koncentrációban sem toxikusak.

Igen kedvezőek a lebomlási tulajdonságaik, mind a növényi szövetekben, mind pedig a talajban. Néhány nap elteltével a termésben szermaradvány már nem mutatható ki. A gyors lebomlást követően a kezelt növények normálisan tovább növekszenek.

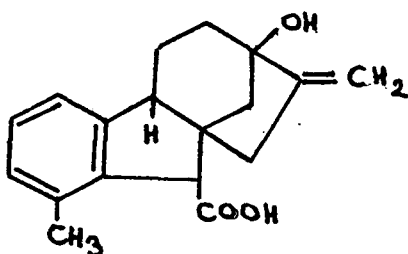
6.3. Hormonantagonisták

A növényi hormonok akkor képesek hatásuk kifejtésére, ha előzőleg kapcsolódnak a sejt specifikus felismerő helyeivel /receptorok/. A receptorokhoz olyan vegyületek is kötődhetnek, melyek hasonló szerkezeti felépítést mutatnak



az aktív hormonéval, de hatásuk azokénál jóval gyengébb vagy teljesen inaktívak. Ezeket az anyagokat a növényekbe juttatva a kötőhelyek blokkolása révén nagymértékben csökkenthetők az aktív hormonok hatásai. Ezt a kompetatív antagonizmusnak is nevezett tulajdonságot a farmakológiában széleskörűen alkalmazzák.

A növények esetében az önmagában gyenge aktivitással bíró allogibberellinsav pl. igen erősen antagonizálja a GA_3 megnyúlásos növekedésre gyakorolt hatását, valamint egyes növények /pl. a *Lemna perpusilla*/ virágzása is meggátolható az alkalmazásával.



Allogibberellinsav /AGA/

Az auxinok körében a 2,6-diklórfenoxiecetsav antagonizálja a 2,4-D hatását. Az auxin antagonistaként szereplő vegyületek gyakran elősegítik a gyökerek növekedését, így pl. a 4-klórfenoxi-izo-vajsav /PCIB/.

Gyakorlati felhasználására egyelőre még nem találtak jelentősebb lehetőséget.

6.4. Növekedési retardánsok

Nagy koncentrációban alkalmazva számos vegyület - így pl. még az auxinok is - csökkentik a növények növekedését.

Ennek ellenére szűkebb értelemben vett növekedési retar-

dánsoknak azokat az anyagokat nevezzük, melyek specifikusan gátolják a hajtások szubapikális régióiban található sejtek osztódását, illetve megnyulását. Ennek eredményeként a növényekinternódiumai a kezelést követően megrövidülnek, míg a levelek mérete, száma, továbbá az apikális dominancia jelensége lényegében változatlan marad.

A növekedési retardánsok nagyrésze feltehetően a GA szintézist gátolja, mivel GA adagolással a szártagok rövidülése kivédhető.

A GA bioszintézisének gátlása mellett a retardánsok egyes képviselői az abszcizinsav szintet is megnövelik, elképzelhető, hogy az egyik út blokkolása a másik javára történik, mivel bioszintézisüknek a mevalonsav közös prekursora. Több fontos retardáns a kvaterner-ammónium vagy foszfónium vegyületek közé tartozik. De más típusu vegyületek /dami-nozid, ancimidol/ is megtalálhatók köztük /7.sz. táblázat/. A növekedési retardánsok napjainkban a mezőgazdaságban legelterjedtebben használt regulátorok.

6.5. Növekedési inhibitorok

Az ide sorolható vegyületek abban különböznek a növekedési retardánsoktól, hogy hatásaikat elsődlegesen nem a szubapikális, hanem az apikális merisztémára fejtik ki és gibberellines kezeléssel a hatás nem reverzálható. Ez az elkülönítés azonban kissé erőltetett, mivel egyes vegyületek mindkét csoport bizonyos jellegyszerűségeivel rendelkeznek. Pl. a dikegulak-Na gátolja a sejtosztódást az apikális merisztémában, csökkenti az apikális dominanciát, a levelek méretét, ugyanakkor a retardánsokhoz hasonlóan megrövidíti az internódiumokat is.

Megjegyzendő az is, hogy a hormontranszport inhibitorok közé sorolt morfaktinok és bizonyos, a növekedési inhibitorra jellemző hatásokkal rendelkeznek.

7.sz. táblázat

A növénytermesztésben használatos növekedési retardánsok

Kémiai elnevezés	Egyéb elnevezés /akronim v. tri- viális név/	Ismertebb keres- kedelmi elneve- zéseik
5-izopropil-2-metil-4- /piperidinokarboniloxi/ fenil-trimetil-ammónium- klorid	AMO 1618, ACPC	"Carvadan"
Alfa-ciklopropil-4-me- toxi-alfa-/pirimidin-5- il/-bezilalkohol	Ancimidol, EL-531	"Quel" "A-rest" "Reducymol"
2-klóretil-trimetil- ammónium-klorid	Klórmekvát CCC, Klór- kolin-klorid	"Cycocel", "Tur"
2,4-diklórbenzil-tri- butil-foszfónium-klorid	Klórfónium /klorid/, CBBP	"Phosfon"
N-dimetilaminoborostyán- kősav	Daminozid, B.9, B. 995, DIMAS, SADH	"Alar", "Kylar" "B-Nine" "Aminosol"
1-allil-1-l/3,7-dimetil- oktil-/piperidinium bro- mid	Piproktanil /bromid/ ACR-1222	"Alden"

Ebbe a csoportba kívánkoznak azok a növényi regulátorként alkalmazott 6-12 C-atomszámú alifás zsírsavészterek és zsíralkoholok, amelyek közvetlen hatásuk révén károsítják vagy elpusztítják a fiatal hajtáscsucst, s ennek következményeként a növekedési inhibitorokra jellemző hatástünetek alakulnak ki. A szénatomszám fontos abból a szempontból, hogy főképpen a fiatal hajtáscsucok szöveti kutikuláján képesek csak áthatolni, az idősebb részeket így nem károsítják.

Ezeket a vegyületeket un. "kémiai metsző ágensek" néven is emlegetik, mivel a csucsrügy károsításával elősegítik a laterális bokrosodást. Emellett fiatal hónaljhajítások gyérítésére is alkalmazhatók /pl. a dohánytermesztésben/. A növekedési inhibitoroként ismert anyagok a 8.sz. táblázatban találhatók.

8.sz. táblázat

Növekedési inhibitorok

Kémiai elnevezés	Egyéb elnevezés /akronim v. tri- viális név/	Ismertebb keres- kedelmi elneve- zéseik
2,3,4,6-di-o-izopropili- dén-alfa-L-xilo-2-hexulo- furanozánsav	Dikegulak /Na/	"Atrinal" "Cutless"
C ₆ és C ₁₂ lánc hosszúságu zsírsavak metilészterei- nek keverékei	Zsírsavészterek	"Off-shoot O" "Emgard 2077"
C ₆ és C ₁₂ lánc hosszúságu zsírsavak keverékei	Zsíralkoholok	"Off-shoot T" "Royaltac" "Delspray T-148" "Emtrol"
6-hidroxi-3-(2H)-piri- dazinon	Malein-hidrazid MH, MH-30	"Regulox" "Retard", "Slogro", "Burtolin" "Desprout"

Meg kell jegyezni, hogy a gyakorlati alkalmazásban többnyire valamennyi növényi növekedést gátló regulátort a "növekedési-retardánsok" összefoglaló elnevezéssel illetik; függetlenül

a hatás kifejtésének helyétől és módjától, nem alkalmazzák a csoportosításban vázolt megkülönböztetéseket.

6.6. Defoliánsok, deszikkánsok, érésgyorsítók

A modern, gépesített betakarítási munkákat gyakran akadályozza, vagy egyszerűen lehetetlenné teszi a még viszonylag zöld lombozat jelenléte. A betakarítást megelőző lombtalanítás /defoliálás/, a hajtásrendszer gyors száritása /deszikkálás/ ezért nagy jelentőségű és széles körben elterjedt művelet. Defoliánsként és deszikkánsként alkalmazott regulátorok nagyrészt olyan kontakt herbicidek, melyek károsítják vagy elpusztítják a növényi szöveteket, közvetlen hatásuk révén, illetve az endogén hormontermelés fokozásával a növények gyors öregedését, kiszáradását okozzák. A felhasznált koncentrációk függvényében defoliáló vagy teljes deszikkáló hatás érhető el. Az ilyen típusú beavatkozások következtében a még éretlen és részben érett termések érése is felgyorsul.

A termesztés igényeinek sok esetben az ilyen drasztikus hatású anyagok nem felelnek meg. Pl. csemetekertekben, faiskolákban a téli betárolást megelőző defoliálásnál maradó rügy- és szövetkárosodást okozó anyagok nem alkalmazhatók.

Igéretes defoliánsnak ígérkezik ilyen célokra a dimetipin nevű vegyület.

Az érési folyamatok meggyorsítására, ahol nem cél a lombozat gyors kiszáritása, eredményesen alkalmazhatók az etiléngenerátor vegyületek.

A 9.sz. táblázat a jelentősebb deszikkáns, defoliáns anyagokat tünteti fel.

9.sz. táblázat

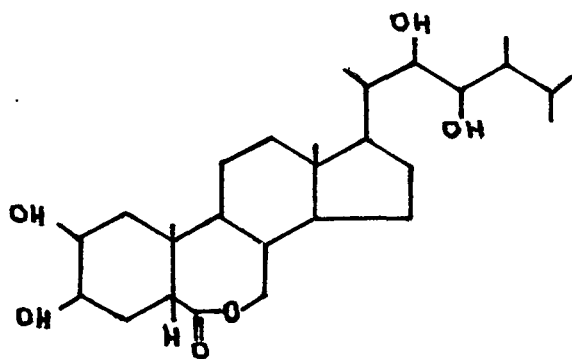
Az ismertebb deszikkáns-defoliáns vegyületek

Kémiai elnevezés	Egyéb elnevezés /akronim v. tri- viális név/	Ismertebb keres- kedelmi elneve- zéseik
5-bróm-3-szek-butil-6-metil-uracil	Bromacil, bromouracil	
1-1'-etilén-2,2'-bipiridilium ion	Dikvat	"Reglone"
7-oxabicyklo/2,2,1/heptán-2,3-dikarboxilsav	Endotal	"Des-I-Cate"
NN-di/foszfometil/glicin	Glifozin	"Aquathol"
N-/foszfometil/glicin	Glifozát	"Polaris"
2,3-dihidro-5,6-dimetil-1,4-ditiin 1,1,4,4 tetraoxid	Dimetipin	"Roundup"
		"Glialka"
		"Harvade"

6.7. A növekedésszabályozók egyéb lehetséges típusai
Az előzőekben ismertetett regulátoranyagok - néhány kivételtől eltekintve - a növényi szervezet endogén kémiai szabályozó rendszerére, a növényi hormonrendszerre fejtik ki hatásukat. A hormonrendszerben okozott módosulások a nukleinsavak és fehérjék szintjén előidézett változások révén hatnak. Jóval közvetlenebb és megbízhatóbb hatást lehetne gyakorolni a termelékenységet limitáló folyamatokra, ha sikerülne megtalálni az érintett enzimreakciók /pl. a fotoszintézis, nitrát-redukció/ sebességére specifikusan ható szisztémikus vegyületeket. Több kísérleti megfigyelés alátámasztja ezeknek az elképzeléseknek a létjogosultságát. Néhány herbicidként használt vegyületről /pl. a simazin, 2,4-D/ kiderült,

hogy igen alacsony koncentrációkban alkalmazva egyes kultúrnövényekben szuboptimális viszonyok között szignifikáns terméstöbbletet eredményeznek. Hatásukat többek között a nitrát-reduktáz aktivitás fokozásának tulajdonítják.

Az eddig ismert regulátoranyagokra jellemző továbbá az is, hogy csupán speciális célokra, meghatározott növényfajokon alkalmazhatók eredményesen. A legújabb tudományos közlemények beszámolnak olyan új típusu regulátorokról, melyek univerzálisan hatnak a növényi teljesítmény fokozására. Az egyik ilyen anyag a repcepollenből izolált szteránvázis vegyület, a brasszinolid és szintetikus analógjai.

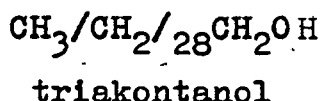


Brasszinolid

A brasszinoszteroidokból a kísérletek szerint igen kis mennyiségek felhasználása szükséges: 1 hektárnyi terület kezeléséhez 0,5 g mennyiség elegendő. Szántóföldi kísérletekben bab és paprika esetében 6-7 %-os, retekénél és salátánál 15-30 %-os, burgonyánál pedig 25 %-os produktum növekedést értek el a brasszinoszteroidok alkalmazása révén /Maugh, 1981/.

Ujabban nagy érdeklődés kíséri a triakontanol nevű növekedésszabályozóval végzett kutatásokat. A triakontanol is a természetben előforduló növekedésszabályozó anyag. Elsőként a lucerna levél kutikulájából izolálták /Ries et. al, 1977./, de több más növényben és a méhviaszban is megtalálható. Ez a

vegyület egy 30 szénatomos alifás zsíralkohol.



A triakontanol már igen kis mennyiségben stimulálja a legtöbb haszonnövény növekedését. A legkedvezőbb hatásokat akkor váltja ki, ha a növényeket optimális körülmények között tartják. Hatásmódja egyelőre nem ismeretes, de a szerkezeti felépítés arra enged következtetni, hogy a membránfunkciókra gyakorolt hatása révén idéz elő kedvező változásokat.

A triakontanolból egy hektárnyi terület kezeléséhez 20 mg-nyi /l/ mennyiség elegendő. Szabadföldi kísérletek során a kukorica termését 15-20 %-kal, a csemegekukoricáét 51-54 %-kal, a paradicsomét 65-72 %-kal, a babét pedig 90 %-kal növelte. A szántóföldi kísérletekben a triakontanol kezdetben rendkívül váltakozó sikerrel szerepelt. Tekintettel a rendkívül alacsony felhasználási mennyiségre, igen fontos kérdés a formulázás és a növénybe történő bejutás kérdésének a megoldása. Nagymértékben nőtt a hatásbiztonság, amióta felismerték, hogy hatásához Ca^{2+} ionok és pH 8 kémhatás szükséges /Maugh, 1981; Ries et al., 1978/.

7. A növekedésszabályozók alkalmazásának környezetvédelmi kérdései

A civilizáció rohamos fejlődésével az ember környezetét átalakító tevékenysége következtében a környezetünkben olyan nemkívánatos változások léptek fel, amely az élővilág egyensúlyát, egyes fajok létét komoly veszélybe sodorta. Ebből a sajnálatos folyamatból a mezőgazdasági termelés átalakítása is nagymértékben kiveszi a részét, elsősorban azzal, hogy az utóbbi évtizedekben ugrásszerűen megnőtt a kemikáliák felhasználása. Napjainkban az élet minden területén jelentkező kemizációt világszerte egyre erősödő kritika éri.

Noha a mezőgazdaságban alkalmazott vegyi anyagok közül egyelőre feltehetően a regulátorok jelentik a legkisebb gondot és veszélyt, mivel általában alacsony dózisban és a felhasznált szerekhez viszonyítva kis részarányban kerülnek alkalmazásra. Továbbá a felhasználási cél értelmében az élő környezetben nem okoznak olyan zavarokat, mint pl. az inszekticidekkel. Bár ezek a feltételezések a regulátoranyagok helyzetét környezetvédelmi szempontból kedvezőbb színben tüntetik fel, mint a mezőgazdaságban használatos egyéb kemikáliákat, ennek ellenére a mezőgazdasági kemizáció komplex rendszeréből e tekintetben nem vonhatók ki, már csak azért sem, mert kémiai szerkezetüket tekintve sem képviselnek különálló csoportot.

Többek között a mezőgazdaságban alkalmazott vegyi anyagok eredményeképpen sorra jelennek meg olyan negatív következmények, mint a környezet fokozatos elszennyeződése, az élővilág természetes egyensúlyának a felbomlása, az egészségünket potenciálisan veszélyeztető szermaradványok felhalmozódása a környezetünkben és a fogyasztásra kerülő élelmiszerekben.

A kemikáliák környezetkárosító és az egészséget veszélyeztető hatásának elhárítása érdekében világszerte terjednek az olyan termelési módok, melyek számüzik a műtrágyák és növényvédőszeresek használatát, helyettük természetes eredetű anyagok felhasználásával igyekeznek a tápanyagutánpótlási és növényvédelmi követelményeket kielégíteni.

Több országban komoly felmérés, gazdasági elemzés készült arról, hogy milyen következményekkel járna a jelenlegi kemikáliák fokozódó felhasználásán alapuló gazdálkodásról történő átállás az ún. "szerves" vagy "biodinamikus" módszerre. Az USA-ban végzett felmérések szerint 1974-78. közötti időszakban 30-50 %-os hozamcsökkenést eredményezett volna egy ilyen átállás. Továbbá új törvényszerűségeket

szülne az élelmiszerpiacon, a többlet munkaerőráfordítás a munkaerők frontján nem kívánatos mozgásokat és szociális problémákat okozna. De ugyanígy feszültségek keletkeznének a mezőgazdasági termékek export-importjának területén.

Ezek a kiragadott példák is érzékeltetik, hogy a kemikáliák elhagyása révén milyen súlyos gazdasági problémák jelentkeznenek világszerte. Ezt a váltást tehát egyelőre az emberiség szaporodásával egyenes arányban növekvő éhezés és a világszerte csökkenő kézi munkaerő elképzelhetlenné teszi, legfeljebb kistermelői vagy egyes farmok szintjén valósítható meg.

A vegyszerek tulzott mértékű felhasználását érő kritikák nagy része valóban megalapozott. Más esetekben viszont nem sikerült tudományos módszerekkel és mérésekkel igazolni, hogy például a kistermesztésben megtermelt élelmiszer jobb minőségű lenne, vagy pedig kevesebb szermaradványt tartalmazna, mint a hagyományos módszerekkel termesztett.

A megalapozott kritika és a gyakorta súlyos környezetvédelmi gondok megoldása viszont sürgős és hathatós intézkedéseket kíván. Napjaink kemizálási gyakorlata mellett feltétlenül indokolt a vegyszerek felhasználási technológiáinak a szigorítása, korszerűsítése. Ezt a célt kívánja elérni az "integrált növénytermesztés" néven egyre gyakrabban emlegetett gazdálkodási irányzat. Ez a gazdálkodási mód olyan korszerű, ökonómiailag megalapozott eljárások kidolgozását és széles körű elterjesztését szorgalmazza, melyek maximálisan figyelembe veszik a beavatkozások nyomán fellépő ökológiai és cönológiai hatásokat. A célkitűzések elérése érdekében elsődlegesen is kézenfekvőnek látszik a hagyományos, valamint a biológiai gazdálkodás gyakorlatából vett legjobb elemek egyesítése, jelenlegi körülmények között a kemikália felhasználásban a szakmai szükségszerűség megalapozottságának a fokozása. Jelentős feladat hárul a vegyi készítményeket kikísérletező

és előállító intézményekre, cégekre is. A környezetvédelmi gondok leküzdése előreláthatólag ugyanis nem a kemikália gyártás visszafogásától, leépítésétől várható, hanem ellenkezőleg: egyre újabb, az eddigi készítményeknél hatékonyabb, környezetkimélő vegyületek előállítása a cél. Továbbá a bővebb, a mindenkori körülményekhez szakmailag jobban alkalmazkodó választék megteremtése.

A környezetvédelmi gondok leküzdésében ezen kívül a mezőgazdasági háttérpar is hatékony részt vállalhat, így például az eddiginél hatékonyabb, modernebb kijuttatási eszközök kifejlesztése, előállítása szintén nagymértékben befolyásolhatja a környezetünk vegyi elszennyeződését.

A regulátoranyagoknak a jövőben várható fokozódó felhasználása megkívánja a környezetvédelmi szempontok előrejelző tudatos érvényesítését. Kedvező fogadtatásra számíthatnak az olyan típusu regulátorok, melyeknek a környezetkárosító hatása minimálisnak jósolható, mint például a brasszinoszteroidok és a triakontanol.

8. A növekedésszabályozók felhasználásának és fejlesztésének helyzete hazánkban

Az utóbbi negyedszázad folyamán a kemizáció alapvetően megváltoztatta mezőgazdasági termelésünk arculatát. A tápanyag műtrágyák formájában történő utánpótlása, a gyomnövények és a fertőző betegségek elterjedésének vegyszerekkel történő leküzdése mindennapos gyakorlattá vált. Mindezek eredményeképpen látványosan nőttek a terméseredmények, óriási mennyiségű kézi munkaerő vált szabaddá.

Míg hazánk mezőgazdaságának kemizálási színvonala a növényvédelem és műtrágyázás tekintetében nyomonkövette a nemzetközi fejlődést, és gyakorlati felhasználás tekintetében pedig megközelítette a legfejlettebb országokat, addig ilyen sikeres eredményeket a növekedésszabályozók terén nem értünk el.

Hazánkban a mezőgazdaságban felhasználásra szánt anyagok és technológiák a MÉM Növényvédelmi Főosztály engedélyéhez kötöttek. Az engedélyezett növekedésszabályozók száma nyugat-európai összehasonlításban igen szerény választékot kínál /10.sz. táblázat/. A BCPC /British Crop Protection Council/ 1982-es kiadványa már közel 60 vegyületet ismertet, melyet a világ mezőgazdasága a gyakorlatban használ, a készítmények száma pedig ennek a számnak a többszöröse.

10.sz. táblázat

Magyarországon mezőgazdasági felhasználásra engedélyezett regulátoranyagok /MÉM NAK, 1986/

Kereskedelmi név	Hatóanyag	Engedélyezett felhasználási terület
Alar 85	daminozid	Hajtásnövekedés gátlás, virágképződés serkentése
Bercema CCC	klórmekvat	gabonafélék szárszilárdítása
Ethrel	etefon	érésgyorsítás, nővirágok fejlődésének elősegítése
Gibberellin	gibberellin-sav	növekedés fokozása
Ju-Knoll	gibberellin-sav	csirázási erély fokozása
Keim-Stop-Fumigant	klórprofám	burgonya csirázásgátlás
Limbolid	heptopargil	hozamfokozás
Nevirol	N-fenil-ftálaminsav	terméskötődés elősegítése
Off-Shoot-T	zsiralkohol	hónaljajtások gátlása
Rhizopon B	l-naftilecet-sav	gyökeresedés serkentése
Royal MH-30	maleinsav-hidrazid	hónaljajtások gátlása

A felsorolás nem tartalmazza a regulátorként is használatos herbicideket/

A mezőgazdasági vegyi termékeket előállító jelentősebb cégek az utóbbi években kiemelten kezelik és finanszírozzák a növényi regulátorokkal kapcsolatos alapkutatásokat.

A hetvenes évek második felétől kezdődően több hazai vállalat is foglalkozni kezdett a növekedésszabályozó anyagok kutatásával. Ennek a tevékenységnek az eredményeképpen már néhány ígéretes vegyület jutott az alapkutatás szűrőjén - az alkalmazott kutatásban nyer kipróbálást /11.sz. táblázat/.

11.sz. táblázat

A jelentősebb hazai fejlesztésű növekedésszabályozó anyagok

Várható készítmény név	Hatóanyag neve, kódszáma	Hatás
Limbolid ^x	heptopargil	klorofill stabilizáló, termésnövelő
Neviol ^x	N-fenil-ftál- aminsav	terméskötődést fokozó
Phorban	EGIS 2164 /ciobutid/	hozamfokozó
Sz-11	1,4 dihidroxif- talazin-digu- anidin só	citokiniszerü
Sz-28	N-/i-propil/- benzimidazolium- klorid	hozamnövelők
Zealistin	H-152 /dinitro- fenol származék/	hozamnövelő kukoricában

/x-gal jelzett készítmények már fogalmazási-felhasználási engedélyt kaptak/

II. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

1. A kísérletekben felhasználásra került regulátorok:

- a./ Buvireg /82-K-1/ - 9,4 % etefon
- b./ Ethrel - 40 % etefon
- c./ Flordimex - 30 % etefon
- d./ Rol Fruct - 40 % etefon
- e./ Cultar /PP-333/ - 30 % paklobutrazol
- f./ 1-naftil ecetsav - 10 ppm-es oldat
- g./ Sz-11 - 20 % 1,4 dihidroxi-ftalazin-diguanidin só
- h./ Sz-28 - 20 % N-/i-propil/-benzimidazólium-klorid

2. A szántóföldi kísérletek beállítási és értékelési körülményei:

A tárgyalásra kerülő kísérletek beállítására és kiértékelésére vonatkozóan a MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ "Levéltrágyák, regulátorok és a talaj termékenységet kedvezően befolyásoló anyagok vizsgálatának módszertana"

1983. Bp.c. kiadvány szolgált útmutatóul.

A dolgozatban szereplő kísérletek vizsgálatai kisparcellán /50-200 m²/, az un. "Irányított növénytaáplálás" /INT/ vizsgálatok pedig ha-os nagyságrendű nagyparcellákon kerültek végrehajtásra.

A kísérleti parcellák elrendezése véletlen blokk, 4 ismétléses kezelésekkel.

A parcellák kijelölésénél alapkövetelményként vettük figyelembe, hogy a terület lehetőleg sík, talajtani adottságait tekintve homogén legyen, valamint azt, hogy legalább 2 évre visszamenőleg azonos talajművelésben és tápanyagutánpótlásban részesüljön.

Az állománykezelést kisparcellák esetében Wan der Weij típusú parcellapermetezővel, esetenként háti permetezőgéppel végeztük. A nagyparcellák kezelései üzemi munkagépekkel történt. A kísérleti területek talajművelési, tápanyagutánpótlási és

növényvédelmi jellemzői megegyeznek az üzemi gyakorlattal, ugyanis lényeges szempontnak ítéltük meg az alkalmazott kezelések, eljárások beilleszthetőségét a hagyományos üzemi technológiába.

A termés nagyságát meghatározó jellegek értékei reprezentatív jelleggel történő mintavétel alapján kerültek meghatározásra. Gabonaféléknél a kalászméret, kalássonkénti magszám, kalássonkénti magtömeg és a bokrosodás mértékének megállapítása valamennyi ismétlésben parcellánként 100-100 db kalász ill. növényegyed értékelése alapján, a területegységenkénti kalácsszám meghatározás pedig 1 m²-es mintakereten belül parcellánként 5x1 m²-ről történt. Őszi káposztarepcében az értékelést 25-25 db növényegyeden végeztük.

A terméseredmények megállapítása a kisparcellák esetében a teljes terület parcellakombájnnal történő betakarítása alapján történt. Nagyparcellák esetében az ún. "kombájncsikos" módszert alkalmaztuk, ahol a mérésre kerülő parcella jobb és bal felében a parcella teljes hosszában kivágatunk egy-egy kombájncsikot. A parcella hossza és a kombájn vágószélessége ismeretében számítjuk a betakarított területet, ill. a ha-onkénti termésátlagot.

A terméseredményeket eltérő nedvességtartalom esetén azonos nedvességi értékre átszámítva adtuk meg.

3. A dolgozatban szereplő laboratóriumi vizsgálatok módszerei és eszközei

3.1. Növény tápelemtartalmi vizsgálatok /NVG/:

A növény tápelemtartalmi vizsgálatok a megyei Növényvédelmi és Agrokémiai Állomásokon rendszeresített Contiflo automata vegyelemző műszersoron készültek.

A N, P, K és Na tartalom kénsavas roncsolatból, a Ca, Mg, Fe, Mn, Zn és Cu pedig a szárított és megőrölt növényi részek sósavas hidrolizisét követően kerülnek meghatározásra.

A N, P mérése spektrofómeteren, a K és Na lángfotométeren, a Ca, Mg, Fe, Mn, Zn és Cu tartalom megállapítása pedig atomabszorpciós készülékkel történik.

A minta előkészítése és a mérésre vonatkozó részletes leírást a "A növényvizsgáló laboratórium /NVG/ módszerfüzete" /MÉM NAK: 1981. Bp./ c. kiadvány tartalmazza.

3.2. Kukorica magvigor meghatározása

A magvigor vizsgálat lényegét tekintve a magvak életképességének meghatározása laboratóriumi körülmények között. A vigor meghatározást a szántóföldi körülményeket talán leginkább megközelítő módszerrel, az un. "cold test" eljárás segítségével végeztük.

A módszer lényege: a vizsgálandó magvakat laboratóriumban olyan talajba vetjük, amelyben megelőzően kukoricát termesztettek. Az egyenletes mélységben /kb. 40 mm/ elvetett magvakat klimakamrába helyezünk, ahol a hőmérséklet 12 óránként váltakozva 6 °C-ra, ill. 25 °C-ra van beállítva. A 12-14. napon értékeljük a normális csirákat fejlesztő magvak számát. A vigor meghatározását 100-100 db maggal, 4 ismétlésben végeztük.

3.3. Sütőipari érték meghatározása

MSZ 6369/6-73. alapján került meghatározásra

3.4. Sikértartalom megállapítása

MSZ 6369/5-70. alapján

3.5. Fehérjetartalom meghatározása

MSZ 6369/13-79. alapján történt

III. KISÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉSÜK

1. A növekedésszabályozók gyakorlati felhasználási

lehetőségei a szántóföldi növénytermesztésben

A viszonylag rövid multra visszatekintő növekedésszabályozó anyagok a későbbiek során vázolt, még megoldásra váró problémák ellenére már napjainkban széleskörű felhasználási lehetőséget kínálnak. Az utóbbi években örvendetes módon megszaporodott azoknak a munkáknak a száma, melyek a mezőgazdasági növénytermesztés egy-egy ágával foglalkozva külön fejezetet szánnak a regulátorok gyakorlati felhasználásai lehetőségeinek a bemutatására. Ez főleg a kertészeti kultúrákra érvényes. A szántóföldi növénytermesztésben a növekedésszabályozókkal szerzett kísérleti tapasztalatok, valamint azoknak a propagálása már szerényebb.

A következőkben a szántóföldi növénytermesztésnek olyan területeivel kívánok foglalkozni, ahol a növekedésszabályozókkal eddig elért eredmények indokolttá teszik a gyakorlati alkalmazás szélesebb körű elterjesztését. A témák kiválasztásánál elsődleges szempontként vettem figyelembe a bennük rejlő népgazdasági haszon lehetőségét.

1.1. A növekedésszabályozók gyakorlati alkalmazása során felvetődő problémák

A regulátorok gyakorlati felhasználásának viszonylagos lassu térhódítása több okra vezethető vissza. Az egyik ilyen ok, hogy sokkal nagyobb szakértelmet, mélyebb növényélettani ismereteket kíván, mint a hagyományos növényvédőszeres használata.

Alkalmazásuk mellett lényegesen nagyobb a kockázatvállalás, a felhasználó az ok- és célszerűség mérlegelésénél nehezebben megoldható probléma előtt áll. A növekedésszabályozók nagy részénél valószínűleg a későbbiek folyamán sem tudunk olyan

megbízható, szinte rutinszerűen végezhető technológiai - felhasználási ajánlásokat adni, mint történetesen az egyéb növényvédelmi és agrokémiai beavatkozásoknál. Ez pedig jórészt annak az élettani ténynek tulajdonítható, hogy a növények életfolyamatai rendkívül plasztikusan szervezettek. Ez a plasticitás azt jelenti, hogy a fennmaradás érdekében a belső egyensúlyt biztosító hormonális rendszer folyamatosan változik a környezeti tényezők módosulása következtében. Többnyire a hormonális rendszert érintő exogén beavatkozás így egy állandóan változó, a környezettel mindenkor egyensúlyi helyzet megteremtésére törekvő belső szabályozó mechanizmussal találkozunk. Ilyen körülmények között az ökológiai tényezők nagymértékben befolyásolhatják a szabadföldi körülmények között végzett beavatkozások eredményességét.

A környezeti tényezőktől való nagyfokú függőség mellett számos más bizonytalansági tényező vár megoldásra. A regulátorok felhasználásának legtöbb területén nagyon fontos, hogy a növény által felvett hatóanyag mennyisége jól kontrollálható legyen. A felvétel szempontjából meghatározó a hatóanyag kiszerezésének a minősége, a lombfelület kora, a növény kutikula szerkezete, az egyes fajták gyakran eltérő válaszreakciói, stb..

A már bejutott regulátorok további sorsa a növényben ugyancsak megválaszolatlan kérdések egész sorát veti fel. A hatóanyag transzportja a növényben, ill. annak metabolizmusa a hatás szempontjából döntő kérdés, ennél fogva alapvető feladat ezek élettani háttérének tisztázása.

A növényi növekedésszabályozás technológiaként akkor helyezhető biztos alapokra, ha ezek a felvetődő problémák megnyugtató módon rendeződnek. Ez a terület tehát még számos megoldandó feladat elé állítja az érintett kutatókat.

1.2. A vegetatív növekedés szabályozása

A növényi növekedésszabályozók felhasználásának talán a legtöbb lehetőséget rejtő területe a vegetatív növekedés szabályozása.

A növekedés fokozása növekedésszabályozók segítségével ritkán kedvező és gazdaságos. Ezzel ellentétben a vegetatív növekedés korlátozása, valamint az ebből származó kedvező hatások a gyakorlatban szinte megszámlálhatatlan előnyt kínálnak. Csak példaként említve: a kertészeti kultúrákban a genetikailag egyébként kitűnő, de tulzott hosszanti növekedésű, rossz elágazódási tulajdonságu fajták esetében a megfelelő koronaforma kialakításában és a korai termőreformatásban nagy jelentőséggel bírnak egyes növekedési retardánsok.

A szántóföldi egyéves kultúrákban a vegetatív növekedés kérdése nem jelent ilyen kifejezett gondot, viszont kiderült, hogy ez a terület is nagy lehetőségeket rejt magában. A megfelelő vegetatív - generatív arány "beállítása" és egyéb kedvezően alakuló morfológiai jellegek eredményeként egyes növényeknél jelentős produktumnövekedés érhető el.

1.2.1. A vegetatív növekedés korlátozása gabonafélék szárszilárdságának fokozása céljából

A gabonafélék megdőlésének a megakadályozása gazdasági szempontból igen jelentős tényező. E megdőlés által okozott kár jelentős lehet attól függően, hogy mikor következik be az állományban. A korán megdőlő gabona fertőző szárbetegségek melegágya. Csökken továbbá a megtört szár tápanyag felvétele, romlik a fotoszintetikus tevékenysége, aminek következtében kedvezőtlenebbek a magkötődés és az érés feltételei.

A későn megdőlő állomány pedig jelentősen lelassítja a betakarítási munkát, és megnöveli a betakarítási veszteséget. A szárszilárdság fokozására irányuló genetikai törekvések csupán egyes buzafajtáknál hoztak elfogadható eredményeket,

az árpa esetében nem.

Még a genetikailag megfelelőnek nyilvánított szárszilárd-ságu fajtáknál is szükséges esetenként szárszilárdító növekedésszabályozók alkalmazása. Az intenzív termesztési módokban felhasznált egyre növekvő nitrogén műtrágya adagok ugyanis kedvező ökokörnyezetben tulzott mértékű vegetatív növekedést, esetenként pedig az állomány megdőlését okozhatják.

A növekedési retardánsok megrövidítik a szártagot és ezzel merevebbé teszik a szalmaszálat. Alkalmazásuk révén jelentősen nőhetnek a terméseredmények, ami nemcsak a megdőlés megakadályozásából eredő közvetlen károk kivédéséből ered. A különböző típusú szárszilárdítókkal végzett kísérletekben kimutatták, hogy a főhajtás növekedésének retardálása révén a zömökebb állomány a fény, levegő számára jobban átjárható, szöveti szerkezete kevésbé fellazult, mint az intenzíven táplált növényeké, ezáltal pedig lényegesen csökkenhet a fertőző betegségek fellépésének valószínűsége. Továbbá a tulzott vegetatív növekedés visszafogása a produktív kalászt hozó sarjhajtások nagyobb arányú kifejlődését és jobb tápanyagellátottságát biztosítja.

Az exogén módon alkalmazott növekedést gátló anyagok felhasználása a gabonafélék szárszilárdtságának a fokozására a '60-as évek elején kezdődött.

Szárszilárdításra elméletileg minden olyan növekedésszabályozó felhasználható, amely a szár hosszanti növekedését korlátozza. Az első eredményeket a szárszilárdításban CCC-vel /klórmekvát/ érték el. Azóta már több vegyülettel, illetve azok kombinációjával történtek próbálkozások. Napjainkban alkalmazott készítmények főképpen az alábbi vegyületeket tartalmazzák:

- CCC, illetve a CCC-hez hasonló hatástípusú vegyületek,
- etilénképző vegyületek,
- az előzőek kombinációi.

Az ismertebb szárszilárdító készítményeket a 12.sz. táblázatban foglaltam össze.

12.sz. táblázat

Az ismertebb szárszilárdításra használt készítmények

Kereskedelmi név	Hatóanyag
Cycoceel	klórmekvát-klorid /CCC/
Camposan	
/Flórdimex/	etefon
Ethrel, Rol-Fruct, Buvireg	etefon
Cerone	etefon
Phynasol	etefon + klórmekvát-klorid
Bercema-CCC	klórmekvát-klorid
Terpal	mepikvát-klorid + etefon
Bettaquat	klórmekvát-klorid
Barleyquat	klórmekvát-klorid

1.2.1.1. Szárszilárdság fokozása CCC-vel

A CCC hatóanyagu készítmények főleg buzán adtak kedvező eredményeket. A klórmekvát, a növények gibberellin szintézisét gátolja. Hatása a buzára 10-15 cm-es fejlettségi állapot mellett a legkedvezőbb. Ilyenkor csak a szár alsó harmada rövidül meg, a kalász és a zászlós levelek közötti izköz nem. Ez a kalász szeptóriás és fuzáriumos fertőzésének mérséklése végett fontos.

Későbbi alkalmazás esetén a szár felsőbb része is megrövidül, ezért csak igen valószínű megdőlésveszély esetén javasolt a későbbi kezelés. Gyomirtószerral együttesen kijuttatva figyelembe kell venni, hogy egyes gyomirtószerek a hatását erősen felfokozhatják.

A hagyományos CCC-t tartalmazó készítmények árpán, valamint más kalászos fajtáknál nem váltottak ki megfelelő hatást. Ezért új formációit dolgozták ki, melyek a csucsdominanciát jobban befolyásolják /Sampson, 1979/. Ilyen új készítmények a Bettaquat, amely buza és zab kezelésénél bokrosodáskori beavatkozással megfelelő hatást biztosít. Árpára és rozsra hasonlóan ható készítmény a Barleyquat. Elhúzódo hatást biztosító formulációval készült a Hele Stone árpára és rozsra, illetve a Halloween buzára és zabra. Ezek az új formulációk 6-25 %-os termésnövekedést eredményeztek akkor is, amikor a kontroll megdőlése nem következett be /13.sz. táblázat/.

13.sz. táblázat

Új szárrövidítő szerek hatása az őszi árpa és őszi buza termésére /In: Sági, 1983/.

Regulátor	Fajta		Termés		Termés- növekedés	
	Őszi árpa	Őszi búza	t/ha Kontroll	t/ha Kezelt	t/ha	%
Barleyquat	Gerbel		5,57	6,13	0,56	10,1
Barleyquat	Igri		7,61	8,67	1,06	13,9
Barleyquat	M. Otter		5,93	6,69	0,76	12,8
Barleyquat	Robur		5,27	6,55	1,28	24,3
Barleyquat	Sonja		5,85	6,70	0,85	14,5
Hele Stone	Igri		7,42	9,32	1,90	25,6
Hele Stone	M. Otter		6,20	6,99	0,79	12,7
Bettaquet		M. Hunstman	7,86	8,40	0,54	6,9
Halloween		Flanders	7,16	7,77	0,61	8,5

/MANDOPS., 1980 adataiból/
Ltd.

A megfigyelések szerint a termésnövekedés annak tulajdonítható, hogy nőtt a sarjhajtások életképessége, és javult a kalászaik

fertilitása, amit a nagyobb termés mellett a nagyobb harvest index is demonstrál /Cutting, 1979; Williams et al., 1982; Baumer, 1981; Knittel et al., 1981; Herbert, 1982/.

Továbbá általános tapasztalat, hogy az egyes fajták nem ugyanabban a fejlődési állapotban reagálnak a legérzékenyebben. Nagy jelentőségű a hatás kifejtésében az időjárás szerepe: nedves, hűvös időben magasabb dózis szükséges a kívánt hatás eléréséhez, a száraz, meleg időszak pedig fokozza a hatást, ezért ilyenkor csökkenteni kell a felhasznált hatóanyag mennyiségeket.

A szermaradvány vizsgálatok szerint a CCC-vel kezelt gabonafélék szalmája és a maghéj lenetős mennyiségű hatóanyagot tartalmaz. Magyarországon ezért CCC-vel kezelt növények szalmája és korpája takarmányozási - élelmezési célra nem használható fel.

1.2.1.2. Szárszilárdítás etefonnal

Azok a felismerések, amelyek a növekedésgátlók szárszilárdító hatása mellett a gabonaféléknél a termés nagyságát befolyásoló egyéb kedvező hatásokról tanuskodnak, kiemelt fontosságuvá tették az e téren végzett kutatásokat. A különböző típusu növekedésgátló anyagok alkalmazása a gabonafélék termesztésében így ma már a termésnövelés hatékony eszköze lehet. A problémakör gazdasági jelentőségénél fogva, továbbá a klórmekvát kedvezőtlen lebomlási tulajdonságai miatt a CCC-vel végzett növekedésszabályozási kísérletek mellett más típusu hatóanyagokkal is folynak próbálkozások. Sok kísérlet történt az etiléngenerátor hatóanyagú készítményekkel, legfőképpen pedig az etefonnal.

Az etefonnal végzett szabadföldi retardálási kísérletek sok kérdőjelet hagynak maguk után, sokszor pedig merőben ellentétes eredményeket produkálnak.

Az exogén etilénes kezelésekkel történő retardálás hatékonyságának alapvető feltétele több szerző adatai szerint a növény fejlődése szempontjából kedvező ökokörnyezet. Ezek közül is kiemelt szerepet tulajdonítanak a jó vizellátottnak, a növény fejlődésében jelentős szerepet játszó talajtulajdonságoknak, mint pl. a pH értéknek, a termőhelyi kategóriáknak /14-16.sz. táblázatok/.

14.sz. táblázat

Vizellátottság hatása etiléngenerátorral retardált őszi rozs szemtermésére

/Wicke és Richter, 1976; Grunert el al., 1979. in: Hoffman, 1980/.

Kézelések Etiléngenerátor	Öntözés	Szemtermés	
		kg/ha	rel.é.%
0	0	3260	100,0
0	3-szor öntözve magtöltődésig	3350	102,8
Camposan	0	3640	111,6
Camposan	2-szer öntözve kálácsolásig	4000	122,7
Camposan	3-szor öntözve magtöltődésig	4810	147,5
0	0	2450	100,0
Camposan	0	2560	104,5
0	öntözött	4090	166,9
Camposan	öntözött	4740	193,5

15.sz. táblázat

Szárszilárdítók hatása az őszi buza termésére a talaj pH alapján csoportosítva
/Sturm, 1975/

Talaj pH száma, db		Kísérletek 5 %-nál nagyobb terméstöbblet	Hatástalan, vagy 5 %-nál nagyobb termés csökkenés a kísérletek százalékában kifejezve
Savanyú	17	18	82
Semleges körüli	130	48	52
Lugos	8	50	50

16.sz. táblázat

Az etiléngenerátor Camposan hatása az őszi rozs termésére a termőhelyminőségtől függően 1974-ben.
/Difimar et al., 1979. in: Szirtes, 1984/

Természeti termőhely kategóriák	Kísérletek száma db	Szemtermés kg/ha		Szemterméstöbblet	
		kezeletlen	Camposan 4 l/ha	kg/ha	%
D 1	9	2380	2600	220	+ 9,2
D 2	14	3230	3680	450	+14,0
D 3	15	3280	3800	520	+16,0
D 4	8	4000	4300	300	+ 7,5
		3210	3610	400	+12,6

Az ökológiai tényezők jelentőségére mutat rá két igen eltérő hatású esztendőben tavaszi árpában végzett retardálási kísérletünk /Mócsán és Szirtes, 1982/. Az 1979-es év ökológiai viszonyai között az etefonos retardálás nem hozott terméstöbbletet. A rendkívül kedvező, csapadékos 1982-es év Zala megyei viszonyok között rekordterméseket eredményezett tavaszi árpából. Ebben az évben a retardálás hatására hektáronként közel 650 kg terméstöbbletet kaptunk egy kiugróan magas kontroll termésszintjén is /17.sz. táblázat/.

17.sz. táblázat

Etefonos szárszilárdítás hatása tavaszi árpa szemtermésére két eltérő hatású évben /Szirtes és Mócsán, 1982/

Év	Kezelések	Szemtermés	
		kg/ha	rel.é.,%
1979.	Kontroll	4.210	100
	Ethrel 0,5 l/ha	4.230	100
	SzD _{5%}	275	
1982.	Kontroll	7.843	100
	Rol-Fruct 1 l/ha	8.486	108
	SzD _{5%}	434	

A gabonafélék szemtermésének a nagyságát alapvetően három jellemző alapján ítéldhetjük meg. Ezek a következők: a területegységre eső kalászsorszám, a kalászonként kialakult szemszám és az egyes szemek átlagos tömege, illetve a gyakrabban használt ezerszem-tömeg. Megvizsgálva az etefonos kezelések nyomán ezeknek a jellemzőknek az alakulását, az alábbi megállapításokra juthatunk. Hoffman /1980/ adatait elemelve a terméstöbblet kialakulásáért etefonos kezeléseket követően az esetek döntő többségében a fokozott mértékű bokrosodás, illetve ennek következtében kialakult nagyobb kalászsorszám a felelős. A megnövekedett kalászsorszám az ezerszem tömeget és a kalászonkénti szemszámot általában lecsökkenti.

Az esetek kisebb százalékában a kalászonkénti szemszám és az ezerszem-tömeg növekedése állapítható meg, ami a kontrollhoz képest alacsonyabb állomány-sűrűséget is jelenthet /18.sz. táblázat/.

A legkifejezettebb termésnövekedési értékeket az állomány-sűrűség megnövekedésével járó kísérletek adják, mérsékeltebbek az eredmények a kalászonkénti szemszám és az ezerszem-tömeg megnövekedése eseteiben.

Szabó Miklós /1976, 1977, 1978/ több év adatait tartalmazó közleményeiből is arra a következtetésre juthatunk, hogy a terméstöbbletet elsőrendűen a megnövekedett produktív hajtásszám eredményezi /19.sz. táblázat/. A megnövekedett kalászsorszám mellett a kalászonkénti szemszám és az ezerszem-tömeg alakulása ellentétes tendenciájú: kisebb kalászonkénti szemszám nagy ezerszem-tömeeggel párosul és fordítva.

Saját kísérleti tapasztalataink alapján /Mócsán és Szirtes, 1982/ a termésnövekedés kifejezetten a kalászsorszám növekedésének a következménye. Emellett az ezerszem-tömeg és a kalászonkénti szemszám ellentétes, csökkenő tendenciát mutat, ami az oldalhajtások zömében kisméretű, apróbb magvu kalászszaínak tulajdonítható /1.sz. ábra/.

18.sz. táblázat

Az etiléngenerátoros Camposan hatásainak termésösszetevők szerinti csoportosítása őszi rozs termesztésekor

/HOFFMANN, 1980/

Camposan hatás	Kezelés Camposan l/ha	Kísérletek száma	Termés kg/ha	%	Állomány sűrűség kalász/m ²	Szemtő- meg g/kalász	Szemszám db/ kalász	Ezerszem- tömeg g
Állománysűrűség	0	22	30.800	100	178	1,75	45,4	38,6
	4	22	35.800	116	233	1,65	43,2	37,5
Szemszám/kalász és	0	7	35.600	100	239	1,38	43,3	34,7
ezerszemtömeg	4	7	39.300	110	224	1,77	46,5	37,4
Termésösszetevőkre	0	6	36.400	100	203	1,86	45,5	41,4
indiferens	4	6	37.300	102	204	1,84	44,8	41,8



19.sz. táblázat

Etiléngenerátoros retardánsok alkalmazásának hazai eredményei

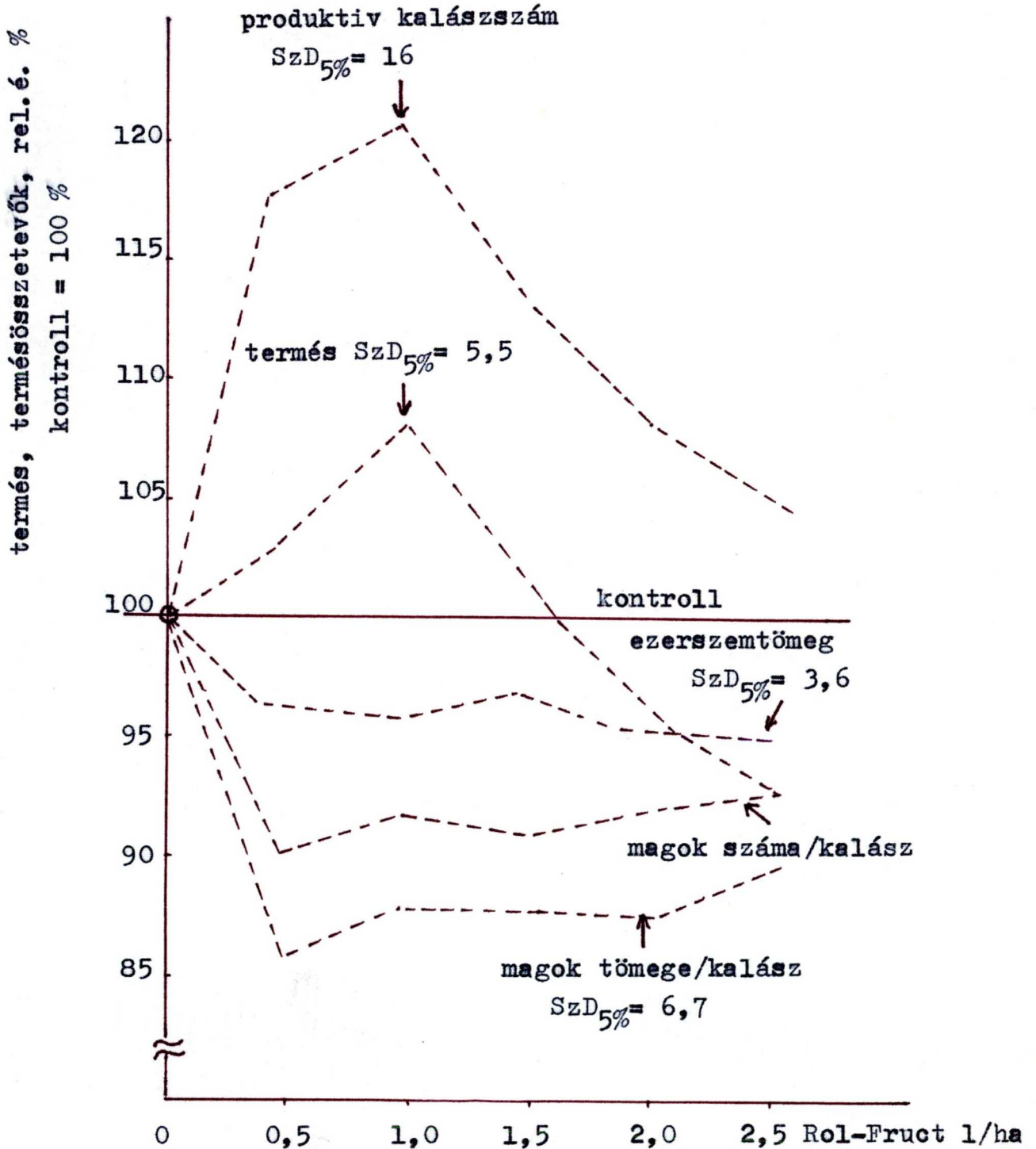
/Szabó Miklós, 1976, 1977 és 1978/

Év	Gabonaféle	Kezelés	Szemtermés kg/ha	Kalászsorszám db/m ²	Szemszám db/kalász	Ezerszemtömeg g
1976	őszai árpa 3 fajta	kontroll	5790	765	20	38,9
	átlaga	Rol Fruct	5970	807	19,2	40,3
		Camposan	5990	770	20,9	39,9
1977	őszai árpa 3 fajta	kontroll	5490	650	25,1	36,4
	átlaga	Rol Fruct	5580	684	20,4	36,7
		Camposan	5540	697	21,2	37,6
1976	őszai rozs 2 fajta	kontroll	4190	-	23,5	28,1
	átlaga	Rol Fruct	4860	-	28,9	29,4
		Camposan	4780	-	24,9	29,5
1978	őszai rozs 2 fajta	kontroll	3710	615	21,8	28,6
	átlaga	Rol Fruct	3780	645	20,8	29,4
		Camposan	3870	619	21,5	29,4
1978	őszai buza 5 fajta	kontroll	5365	753	16,8	44,1
	átlaga	Rol Fruct	5460	764	17,5	42,7
		CCC	5855	780	17,8	43,6
		Camposan	5515	781	17,2	42,0

1.sz. ábra

Etefonos szárszilárdítás hatása a tavaszi árpa
termésösszetevőire

/Mócsán és Szirtes, 1982/



1981-ben a MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ irányításával széles körű országos kísérletsorozat indult etefon hatóanyagu növekedési retardánssal /82-K-1, Buvireg/. A kísérletekbe őszi búzában és árpában az ország különböző területein összesen 14.000 ha-t meghaladó terület került bevonásra.

Az Irányított növény táplálási eljárás /INT/ kidolgozója /Karsai/ lényegében egy etefonos növekedésretardálást alkalmaz, az eljáráshoz kapcsolt, a hagyományostól némileg eltérő technológiával. A technológia kritikus pontnak tekinti a talaj tápanyagszolgáltató képességének az optimalizálását. A tápanyagszükségletet a megcélzott emelt szintű termésnek megfelelően határozza meg, a makroelemek mellett figyelembe veszi a talaj mezo- és mikroelem ellátottságát, ill. kitér a tápanyagfelvételt befolyásoló egyéb talajtényezők /pH, vizgazdálkodásban szerepet játszó tényezők, stb./ rendezésére is.

A kezelés a növények fokozott alkalmazkodó képességét fiziológiai, morfológiai és tápanyagfelvevő képességük kedvező befolyásával éri el. A felhasznált regulátor /etefon + mikroelemek/ a növényben intenzív /30-60 %-os/ gyökértöbbletet idéz elő, amely a növények megnövekedett víz és tápanyagigényét képes kielégíteni /Karsai, 1984/.

Az 1981/82. évi országos kísérletsorozat az összterület 77 %-án volt eredményes, átlagosan 9 % /475 kg/ha/ termés-többletet eredményezett. A fennmaradó területen vagy eredménytelen, vagy pedig negatív hatású volt a beavatkozás. A Buvireg regulátorral végzett megyei kísérleteink ennél kedvezőtlenebb eredménnyel zárultak /20.sz. táblázat/.

Az országos kísérleti adatsor számítógépes elemzése alapján az etefonos növekedésretardálásnál az a tapasztalat szűrhető le, hogy igen fontos a növényzet beavatkozáskori és az azt követő harmonikus tápanyagellátottsága. A mesterségesen felfokozott bokrosodású növényegyedeknek ugyanis

20.sz. táblázat

Buvireg regulátorral végzett nagyparcellás retardálási kísérletek eredményei
Zala megyében

Kísérlet száma, éve	Állomány mag- /cm/		Kalásszám db/m ²		Kalászonkénti szemszám		Termésátlag kg/ha		Kontrolltól való elt. kg/ha
1983.	kezelt kontroll		kezelt kontroll		kezelt kontroll		kezelt kontroll		
/Őszi buza/	74,6	83,0	780	770	25,2	30,0	5560	5840	-280
I. SzD _{5%}	5,1		26		3,9				
II. SzD _{5%}	81,6	82,5	752	744	27,2	31,4	5050	5420	-370
	4,6		21		3,7				
1982.									
/Őszi árpa/ III.	77,8	90,2	852	856	24,4	22,6	4800	5200	-400
1982.									
/Őszi buza/	Forrás: I-II: Mócsán, 1983								
IV.	III: Lendvai, 1982						6600	6280	+320
V.	IV-IX: Lendvai és Németh, 1982						4640	4380	+260
VI.							4640	4380	+260
VII.							4180	4250	- 70
							4350	4640	-290
VIII.							4460	4000	+460
IX.							5260	5700	-430

lényegesen több tápanyagra, optimálisabb ellátottságra van szüksége, mint a kezelésben nem részesített növénynek. Egy esetleges tápanyaghiány, vagy egyéb fejlődést gátló tényező fellépése sokkal jobban érinti az előzőt, s gyakran a termés csökkenéséhez vezethet. Az egyes szerzők által kiragadott ökológiai tényezők /14-16.sz. táblázat/ is valószínűleg nem közvetlenül, hanem a tápanyagellátottságra gyakorolt hatásuk révén érvényesülnek.

Újszerű szemléletmóddal találkozhatunk Szirtes etefonos kísérleteiben. Szirtes elmélete szerint az etilén hatású retardánsok alkalmazásánál alapvető fontosságu, hogy ebben az átmeneti időszakban a gyökércsucsban a citokinin szintézis feltételei zavartalanok legyenek. A retardálást követően egy felfokozott citokinin aktivitás többek között kivédheti az etilén indukálta káros lebomlási folyamatokat, az IES okozta apikális dominancia mérséklésével több mellék-hajtás képződését, ill. megerősödését teszi lehetővé /Szirtes, 1984/.

Szirtes szerint a hajtásra juttatott retardáns a hosszanti növekedés gátlásával a gyökérzet intenzív növekedésének kedvez. A megnövekedett gyökérzet pedig kedvezőbb víz- és tápanyagellátást biztosít a növénynek, valamint több citokinin termelésére képes.

Meg kell jegyeznem, hogy az etilénhatású regulátoranyagokkal végzett nagyszámu szabadföldi kísérleteink során tett megfigyeléseink alapján abszolút értékben kifejezett, fokozott funkció ellátására képes gyökérnövekedést nem tapasztaltunk, csupán a relativ értelemben vett gyökér/hajtás arány nőtt meg a hajtásnövekedés fokozottabb retardálása következtében. A gyökérnövekedés intenzitásában, méretének kialakításában szántóföldi körülmények között a tápanyag- és vizellátottság, bizonyos talajfizikai tényezők mérvadóak, nagy eltéréseket eredményezhetnek. A gyökér növekedésére vonatkozó hormonális szabályozási ismeretek alapján



is az exogén etilén a gyökér megnyulását éppugy gátolja, mint a szárét. Kivétel a rizs, melynél az etilénes kezelés mind a szár, mind pedig a gyökér növekedését serkenti /Wareing és Phillips, 1978/.

Szirtes az exogén etilén negatív hatásainak kivédésére a retardáns kijuttatását ásványi tápanyagokkal, ún. "komplex"-szel kiegészítve javasolja. Kísérleteiben az önmagában negatív hatást előidéző retardánst "komplex" kiegészítéssel alkalmazva döntő többségében jelentős termésnövekedést ért el. Különösen fontosnak tartja a nitrogén szerepét, mely fokozott citokinin szintézist indukál a növényben /Szirtes et al., 1982; Szirtes, 1979/.

Megítélésem szerint az ilyen kiegészítő "komplexek"-től csak akkor várható eredmény, ha ténylegesen fennálló tápanyaghiányokat tudunk vele enyhíteni a növényben. Ez pedig, mint azt a lombtrágyázási kísérleteink és a gyakorlat is igazolja, csak akkor lehet eredményes, ha a talaj, legfőképpen pedig a kérdéses növényzet tápelemtartalmi analízise előzi meg a beavatkozást, s ennek alapján állapítjuk meg a fennálló tápanyaghiányt /Mócsán és Lendvai, 1984; Mócsán, 1986/. Ellenkező esetben egy adott "komplex" kiegészítés hatástalan lesz, esetleg még fokozhatja az etilén által kiváltott stresszhatást.

Megjegyzendő az is, hogy egy ilyen tápanyagutánpótlási kérdésekkel szorosan kapcsolt és maximális igényeket támasztó eljárás a gyakorlatban nem vitelezhető ki, ennél fogva széleskörű elterjedése sem várható.

A legtöbb növekedésszabályozó gyakorlati alkalmazásának egyik sarkalatos kérdése a cél szempontjából leghatékonyabb beavatkozási időpont megtalálása. Ez az időszak az esetek többségében igen rövid, sokszor csak néhány napra terjedő időintervallum.

Számos megfigyelés történt arra vonatkozólag, hogy

a szemtermések kialakulásánál a nagyobb mértékű ^amegnövekedés a "serkentő" hormonok nagyobb mennyiségével, illetve magasabb aktivitásával társul /Michael et al., 1973, 1974/. Logikailag már ebből is következik, hogy az etiléngenerátoros retardálást olyan időpontban kell végrehajtani, hogy az általa beindított etiléntermelés, valamint annak negatív hatásai a generatív fázisig lehetőleg a normál szintre álljanak vissza.

Tapasztalatok szerint a növekedési retardánsok bokrosodást fokozó hatása akkor érvényesül a legelőnyösebben, ha a gabonafélék fejlődésének E-F stádiumában történik a beavatkozás /21.sz. táblázat/. Így viszont fennáll annak a veszélye, hogy a szárbaszökés időszakára a megfelelő szárszilárdító hatás már nem fog érvényesülni és az oldalhajtások fejlődése is visszaszorulhat. Ez ellensúlyozható lenne a dózis növelésével, vagy pedig egy későbbi időpontban végrehajtott újabb kezeléssel. Viszont mindkettő magában hordozza a termés csökkenés veszélyét és növeli a költségeket.

Az átlagos viszonyok között legoptimálisabbnak őszi buzában a G-H stádiumban végzett retardálás tűnik, amely még jelentősen növelheti a produktív kalászszaámot és a szárszilárdító hatás is megfelelően funkcionálhat /Szirtes et al., 1982/.

A szárbaindulást követően alkalmazott etefonos szárszilárdítók az esetek nagy részében termés csökkenést idéznek elő, mivel hatásuk negatívan befolyásolja a generatív fejlődést. Kivételesen kedvező ökokörnyezetben és kielégítő tápanyagellátottság mellett végrehajtott kísérletünkben viszont még az ilyen kései beavatkozások hatására is jelentős termésnövekedést mértünk /Mócsán és Szirtes, 1982/. A nagymérvű kalászszaám növekedés a kalásonkénti szemszám és az ezermagtömeg csökkenése ellenére is termésnövelő hatásnak bizonyult /2.sz. ábra/. A felhasznált dózist illetően egyszeri kijut-

21.sz. táblázat

A gabonafélék fejlődési stádiumai

Jelölés ¹	Fejlődési stádium /állapot/	Feekes-skála ²
A	kelés	
B	1 leveles	1
C	2 leveles	
D	3 leveles	
E	Bokrosodás kezdete	2
F	Bokrosodás	3
G	Bokrosodás vége	4
H	Szárbaindulás kezdete	5
I	1. nodusz megjelenése	6
J	2. nodusz megjelenése	7
K	Utolsó levél megjelenése	8
L	Ligula állapot	9
M	Az utolsó levéllemez kitárulása	10
N	Kalászolás kezdete	
O	Kalászolás vége	
P	Virágzás kezdete	
Q	Virágzás vége	10,5
R	Magképzés	
S	Tejesérés	
T	Viaszérés	11
U	Sárgaérés	
V	Teljesérés	
W	Tulérés /utóérés/	

¹Merkblatt /1964/ Nr. 27. jun. BBA.

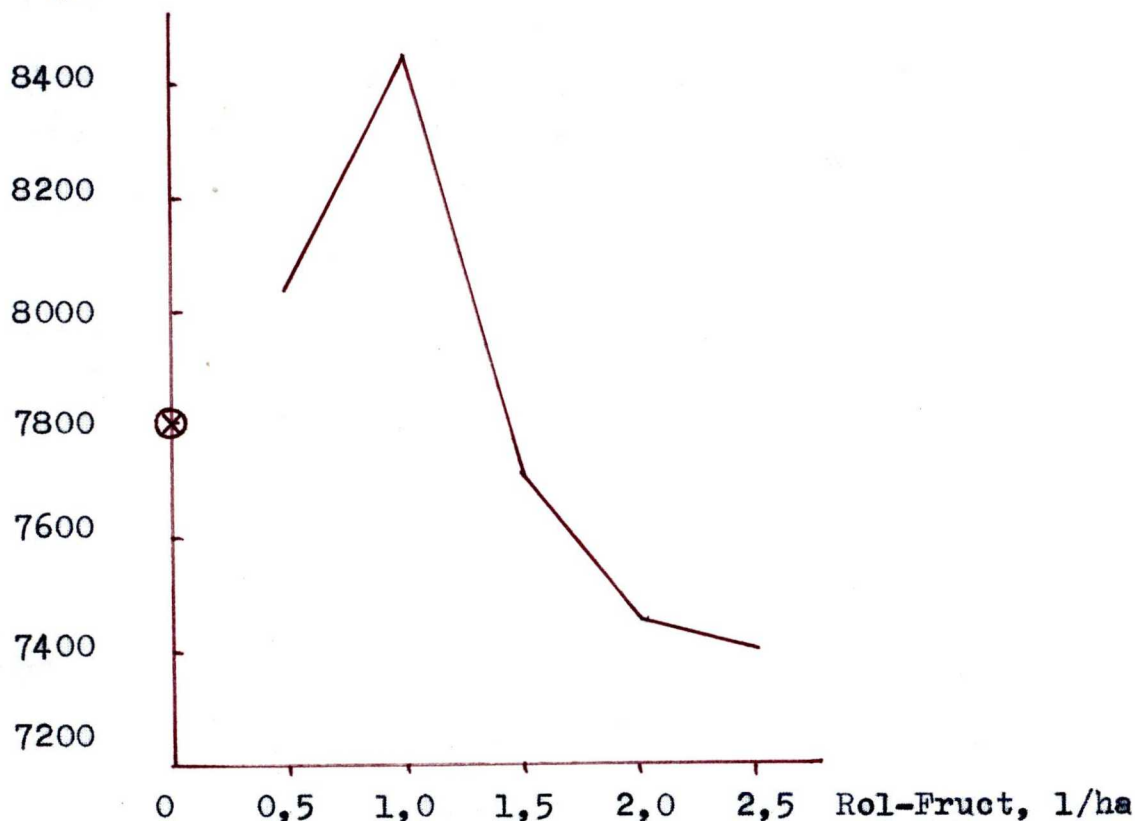
²Large, Plant Pathol., 3.kötet, 4.sz.54. 128-129.o.

2.sz. ábra

Két noduszos fenológiai stádiumban etefonnal retardált
tavaszi árpa terméseredményének alakulása
/Mócsán és Szirtes, 1982/

szemtermés

kg/ha



⊗:kontroll értéke

tatásnál a 0,4-0,6 l/ha etefon hatóanyag mennyiség a leg-
optimálisabb..

Az etefonnal végzett szabadföldi kísérleteink alapján
az a véleményem, hogy szárszilárdításra és a vegetatív nö-
vekedés korlátozásából adódó egyéb előnyök kiváltására az
etefon - mint a gyakorlatban is használható anyag - nem

alkalmazható nagy biztonsággal. Bár ezideig a különböző típusu szárszilárdító anyagok eredményességének közvetlen összehasonlítására kevés kísérlet történt, de a meglévő adatokból úgy tűnik, hogy etefon hatóanyagú készítmények mérsékeltebb termésnövekedést produkáltak, mint a párhuzamba állított más hatóanyagú szerek /19,22.sz. táblázat/

22.sz. táblázat

Különböző hatóanyagtartalmu szárszilárdító készítmények hatása az őszi buza terméseredményeire /144 nagyüzemi parcella átlaga/
/Farkas és Oláh, 1985/

Regulátorok	I.	II.	III.	IV.
CCC	110,4	105,0	107,8	105,4
Flordimex	106,6	103,3	106,9	105,1
Phynazol	103,4	102,0	104,0	104,1
Buvireg	103,4	99,3	102,7	100,9
Kontroll	100,0	100,0	100,0	100,0
t/ha	7,42	7,38	6,66	6,77

/I-IV.: eltérő N-fejtrágya dózis és tőszám alapján kialakított csoportok/

Az etefon hátrányait az alábbiakban látom:

a./ Az etefonból történő etilén felszabadulás intenzitása rendkívül eltérő mértékű lehet. Mivel a folyamat nehezen kontrollálható, egy adott dózissal történő beavatkozás - a körülményektől függően - gyakorlatilag a hatástalanságtól a toxikus mértékig terjedhet /több kísérletünkben előfordult, hogy a kezelést követő gyors, tartós felmelegedés és csapadékhiány hatására a felfokozott etilénhatás virágképződési zavarokat okozott, a növények idő előtti öregedését váltotta ki/.

b./ Az exogén etilén hatása összegződhet egy előálló stresszhelyzetben a növényben keletkező etilén hatásával.

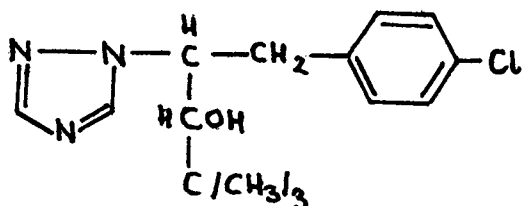
c./ Az etilénes kezelés eredményeként bekövetkező lebomlási, öregedési folyamatok a növény produktivitását hosszabb-rövidebb időre visszavetik. Az eredmény annak a függvénye, hogy a növény a növekedés retardálásából eredő potenciális előnyt, mint pl. a fokozott bokrosodás, az adott ökokörnyezetben milyen mértékben tudja érvényre juttatni, képes-e az említett hátrányokat kompenzálni, esetleg tulszárnyalni.

A felsorolt bizonytalansági faktorok jellege következtében nehéz a biztonságos felhasználási technológia kidolgozása, a beavatkozási kritériumok betartása fokozott figyelmet igényel.

1.2.1.3. A szárszilárdság fokozása paklobutrazollal

A jelenleg alkalmazott szárszilárdító anyagokkal az ismertett hiányosságaik miatt a szárszilárdítás és az ezzel összefüggő termésnövelés még nem oldható meg nagy biztonsággal, valamint a klórmekvát hatóanyagot toxikológiai és szermaradvány problémák miatt számos bírálat éri. Ezért a kutatások tovább folynak újabb, eredményesen alkalmazható hatóanyagok kifejlesztésére.

Kísérleteimben kedvező tapasztalatokat szereztem egy új növekedésszabályozó anyaggal, a paklobutrazollal.



paklobutrazol

A korábban PP-333 néven ismert anyag hazánkban a közeljövőben Cultar kereskedelmi néven kap forgalombahozatali engedélyt gyümölcsfák növekedésszabályozására.

A paklobutrazol a gibberellinek bioszintézisének gátlásával redukálja a megnyúlásos növekedést. Gyümölcsösökben végzett kísérletek során a megnyúlásos növekedés gátlásában kifejtett közvetlen hatása mellett a paklobutrazol számos egyéb kedvező tulajdonságát is felismerték.

Szántóföldi kultúrákban ezideig csak fűfélék növekedésének gátlására történtek próbálkozások. Kísérleteimben őszi buza növekedésének retardálására, szárszilárdságának fokozására alkalmaztam, két vegetáció során /Mócsán, 1985a/.

A kísérleti parcellák kezeléseit a szárbaindulás kezdeti szakaszában /H-I stádium/ végeztem, 1,5 l/ha-os dózissal. A kezelést követően 4-5 héttel az állománymagasságban már 10-15 cm-es eltérés volt mérhető. A retardáló hatás még a betakarítás időpontjában is kedvezően érvényesült.

A kezelésben részesített növényzet kifejezetten üdőbb, zöldőbb színű volt, a levélzet viaszossága erőteljesebb.

A kezelt területen a buza alsó levélszintjeinek leszáradása lényegesen később következett be, mint a kontrollnál, így ezek a levelek fotoszintetikus tevékenységüket a termésképzés idején is megőrizték /1.sz. fénykép/.

1.sz. fénykép

Paklobutrazolos kezelés hatása

az őszi buza növekedésére

1. kezelt

2. kontroll

Fotó:Mócsán L.



A kalászt hízó mellékhajtások száma közel 15 %-kal meghaladta a kontroll értékét.

Lényeges különbség mutatkozott a lisztharmat fertőzöttség mértékében. Míg a kontroll terület fertőzöttsége elérte a 65-70 %-ot, addig a kezelt terület fertőzöttsége elenyésző volt.

Tekintettel arra, hogy a beavatkozás időpontja őszi búzában egybeesik az esedékes fungicides beavatkozások időpontjával, kisebb mértékű lisztharmatos állományfertőzöttség esetében a paklobutrazolos növekedésretardálás egyuttal helyettesítheti a gombaölőszeres védekezést is.

A paklobutrazollal végzett retardálással mindkét évben jelentős termésnövekedést értem el. Az 1983-84. gazdasági évben a kísérleti táblán rekordnak számító 7,5 tonnás kontroll termését 400 kg-al meghaladta a kezelt terület termésátlaga. 1984-85-ben egy kifejezetten gyenge tápanyagellátottságú táblán állítottam be a kísérletet. A búzatermesztés szempontjából helyi viszonylatban kedvezőtlen évjárat során az előző évinél jelentősebb termésnövekedést eredményezett a paklobutrazol alkalmazása. Egy igen alacsony termésszinten 36 %-os /1,05 t/ha/ termésnövekedést mértem.

A paklobutrazolos kezelések hatására előálló termésnövekedés magasabb produktív kalászs szám és ezerszem-tömeg eredménye /23.sz. táblázat/. Mindezek mellett a növényzet tápelem-tartalmi analízise kedvezőbb ellátottsági értékeket jelzett egyes tápelemekből /24.sz. táblázat/.

1.2.2. A vegetatív növekedés szabályozása más szántóföldi kultúrában

A gabonafélék szárszilárdságának fokozására irányuló növekedés retardálási kísérletek során jelentkező másodlagos kedvező hatások, történetesen az oldalhajtások fokozott növekedése és produktivitása egyéb kultúrákban is felveti a növeke-

23.sz. táblázat

Paklobutrazolos növekedésretardálás hatása az őszi buza terméseredményére és a termésösszetevőkre /Mócsán, 1985a/

Kísérlet éve	Növénymagasság /cm/	Kalászonkénti szemszám	Ezerszem tömeg /g/	Kalászszer db/m ²	Termés átlag kg/ha
1984. kezelt	70,83	32,29	42,15	598	7900
1984. kontroll	81,76	31,85	39,84	541	7500
SzD _{5%}	6,60	0,86	2,01	48	318
1985. kezelt			35,14	610	3960
1985. kontroll			33,43	552	2910
SzD _{5%}			1,52	42	548

24.sz. táblázat

Paklobutrazolos szárszilárdítás hatása az őszi buza tápelem-tartalmára 1984-ben /3 ismétlés átlaga/ /Mócsán, 1985a/
Vizsgált növényi rész: teljes föld feletti növény, a virágzás stádiumában

	Paklobutrazollal kezelt	Kezeletlen kontroll	SzD _{5%}
N %	2,26	1,79	0,32
P %	0,33	0,27	0,04
K %	2,10	1,88	0,24
Na %	0,01	0,01	-
Ca %	0,29	0,29	-
Mg %	0,109	0,101	0,016
Fe mg/kg	434	449	41,0
Mn mg/kg	54,1	44,3	23,60
Zn mg/kg	14,9	13,9	3,10
Cu mg/kg	7,9	10,5	3,60

dési retardánsok használatából adódó előnyök kiaknázását. Különösen olyan növényeknél várhatunk eredményt, ahol az oldalágak is szerepet vállalnak a termés kialakításában. Ilyen növény például a repce, a mustár.

Az őszi káposztarepce fontossági sorrend tekintetében Zala megyében a harmadik helyen áll. Országos jelentősége az utóbbi években, mint fontos olajtermő növényé, egyre nő. Termésátlaga viszont nem követte más növények termésátlag növekedési ütemét, az új fajták és a fejlett agrotechnikai színvonal ellenére alig haladja meg a század elején elért szintet. A repcetermesztésben a termésátlagok növekedésére irányuló törekvések tehát rendkívül időszerűek.

Az őszi káposztarepce növekedésére a legtöbb fajta esetében jellemző, hogy a főhajtás erőteljes növekedése következtében



az oldalágak nem jutnak kellő mennyiségű tápanyaghoz, így azok fejlődése nem kielégítő. A hiányosan táplált oldalhajtásokon nagyobb mérvű a terméselrugás mértéke, csökken a termés hozamuk.

A felvázolt növekedési tulajdonságok alapján eredmény várható, olyan növekedési retardánsok alkalmazásától, melyek a csucsi dominanciát visszaszorítva elősegítik az oldalágak fokozottabb kifejlődését.

Különböző növekedési retardánsokkal végzett szántóföldi kísérleteim során /Mócsán, 1984a/ a paklobutrazollal végzett növekedésszabályozás adta a legjobb eredményeket /25.sz. táblázat/.

A paklobutrazolos permetezést a bimbózás végi fenofázisban végeztem 1,5 l/ha-os dózissal. A kezelésben részesített növények magassága a kifejlett becő stádiumban 25-30 cm-el alacsonyabb volt a kontrollnál. Jelentősen korlátozódott a csucsi hajtások növekedése, az oldalhajtások többnyire túlnőtték a főhajtást. Gyakori volt az oldalhajtások újbóli elágazása, amely még termést is hozott. A bonitálási adatok alapján lényeges különbség jött létre az egyes elágazási szintek becőszámában /25.sz. táblázat/.

A jelentős becőszám növekedés mellett még számolni kell a szármegdőlés kivédéséből származó előnyökkel is, amely a repcénél is hasonló problémákat vet fel, mint a kalászosok esetében.

1.3. A terméskötődés fokozása

Számos mezőgazdasági kultúrában a termés hozam növelésének eddig kellően ki nem használt területe a terméskötődés fokozása bioaktív anyagokkal. A terméskötődés hiányossága a megtermékenyülés elégtelenségéből, valamint a megtermékenyülést követő terméselrugásból /abszcisszió/ adódhat. A termés kötődése a fajta genetikai adottsága mellett nagy mértékben függ a környezeti tényezők, így pl. a hőmérséklet,

25.sz. táblázat

Paklobutrazollal kezelt őszi káposztarepce becőszámának alakulása az egyes elágazási szinteken /4 ismétlés átlaga, 25-25 db növény bonitálása alapján/
/Mócsán, 1984a/

Elágazási szint /csucstól lefelé/	Kezelt becő szám /db/hajtás/	Kontroll becő szám /db/hajtás/
1.	20	23
2.	13	9
3.	14	11
4.	12	11
5.	12	9
6.	15	8
7.	14	8
8.	10	6
9.	11	1
10.	1	0
Összesen	122/141%/	86/100 %/
/becő db/növény/		

tápanyag és víz ellátottság hatásaitól.

Hazánkban jelenleg szinte kizárólag az N-fenil-ftálaminsav tartalmu Neviról készítményeket használják üzemi körülmények között a termés-kötődés fokozására. Az N-fenil-ftálaminsav a vizsgálatok szerint kedvezően befolyásolja virágok /virágzat/ megtermékenyülési folyamatát, valamint csökkenti a termés-elrugást /Bésán és Nádasy, 1983/. A Neviról készítményekkel végzett kísérletekben a hiányos kötődésre hajlaoms növényfajoknál, különösen kedvezőtlen agronómiai hatások fennállása esetében érték el kedvező eredményeket. Így pl. bab, repce, csillagfürt, napraforgó, rizs kultúrákban 5-30 %-os termés-

növekedést eredményezett a terméskötődés vegyszeres javítása /Sárvári és Kölcsi, 1982; Eöri és Teleky, 1983; Teleky és Szakál, 1983; Teleky és Veress, 1983; Teleky és Eöri, 1984/.

A legtöbb növényfaj termésselrugása és a termés auxintartalma között közvetlen összefüggés áll fenn. Kimutatták, hogy egyes fajok termései akkor hullanak le nagyobb mennyiségben, amikor auxintartalmuk kicsi és fordítva, hullásuk akkor csökken, ha sok auxint tartalmaznak.

Őszi káposztarepcében végzett kísérletben /Mócsán, 1984b/ a termésselrugást nagy mértékben sikerült csökkenteni 1-naftil-ecetsavas permetezéssel. A kezeléseket 10 ppm-es oldattal végeztem a virágzás befejezésének időszakában. A kezelésben részesített parcellákon szignifikánsan nőtt a megkötött becők száma, 21 %-kal nőtt a magtermés /26.sz. táblázat/.

26.sz. táblázat

10 ppm-es 1-naftil-ecetsavas oldattal történő permetezés hatása az őszi káposztarepce terméskötődésére, 4 ismétlés átlagában /Mócsán, 1984b/

	Virágok száma /db/növény/	Megkötött becők száma /db/növény/	Termés kg/ha
Kontroll	168	129	1960
Kezelt	159	144	2370
SzD _{5%}	14,10	11,40	224

1.4. A termésnövelés lehetőségei citokininszerű hatással rendelkező növekedésszabályozókkal

A citokininek növényi fejlődésben betöltött szerepének felismerését követően hamarosan felmerült az a gondolat, hogy az exogén citokinines kezelések várhatóan fokozzák a növé-

nyek termés hozamát és javítják a termés minőségét. A későbbiekben elvégzett kísérletek igazolták e feltevés helyességét. Árpán benzilaminopurinnal /BAP/ végzett ismételt permetezések eredményeként 25-50 %-os termésnövekedés adódott. Jelentősen nőtt az ezerszem tömeg, nőtt a sarjhajtások életképessége, a csucsi és alapi szemek kiegyenlítettebbek voltak /Williams és Cartwright, 1980/.

Az endogén és szintetikus citokininek jelentős mértékű termésnövelő és fehérjehozam fokozó hatással rendelkeznek, viszont ezek agrotechnikai alkalmazását gátolja költséges előállításuk /Skoog, Strong és Miller, 1965/.

Az utóbbi években előállított természetes eredetű és szintetikus vegyületek révén viszont megoldást nyert a citokininek gazdaságos alkalmazása a mezőgazdasági termesztésben. Ilyen külföldi készítmények pl. a hinárból előállított Cytex és Seamac 600 elnevezésű citokinin kivonatok. Magyarországon jó eredményt értek el az Sz-11 /1,4-dihidroxi-ftalazin-diguanidin só /és az Sz-28/ N-izopropil-benzimidazolium-klorid/ kódszámú szintetikus vegyületekkel. Az Sz-11 és Sz-28 regulátorokkal különböző kultúrákban végzett kísérletek során nagy mértékű termésnövekedést, ezzel párhuzamosan a legtöbb esetben a beltartalmi paraméterek javulását észlelték /Pavlicsák és Tarpai, 1982; Szarvas, 1983/.

Őszi búzában végzett kísérleteimben 2 év átlagában hatékony termésnövelő és minőségjavító hatásúnak találtam e két vegyületet /27.sz. táblázat/.

1.5. A kukorica fehérjeprodukciónak növelése etefonnal
Takarmánynövényeink legfontosabb beltartalmi mutatójának a fehérje tartalmat tekintjük. A növény-nemesítési munkák is kiemelt figyelmet szentelnek fehérjetartalmat növelő tulajdonságok erősítésének.

A termés genetikailag determinált fehérjetartalmának regu-

27.sz. táblázat

Sz-11 és Sz-28 regulátorok hatása az őszi buza termésére és a sütőipari jellemzőkre
/Mócsán, 1985b/

Kezelés	Dózis /l/ha/	Sütőipari érték	Sikértartalom	Termésátlag kg/ha	Eltérés a kontrolltól kg/ha
1. Sz-11 + Sz-28 /virágzásban/	2+2	A ₂ /73,5/	36,5	5860	+870
2. kontroll SzD _{5%}	---	B ₁ /67,2/	36,0	4990 580	
1. Sz-11 + Sz-28 /virágzásban/	2+2	B ₁ /57,6/	37,0	3410	+500
2. kontroll SzD _{5%}	---	B ₂ /54,0/	36,0	2910 406	

látoros növelhetőségére kaptunk példát kukoricában végzett etefonos kezelések során /Mócsán, Szirtes és Szirtes, 1982/. A különböző célzattal elvégzett etefonos beavatkozások nyomán azt tapasztaltuk, hogy a generatív fázisban alkalmazva a retardánst a szemtermés mennyisége nem csökken, viszont jelentősen megnő a magvak nyersfehérje tartalma /28.sz. táblázat/. Zink /1978/ vizsgálatai alapján a normál mennyiségű fehérjét tartalmazó kukorica hibrideknél a magvak a N-tartalmu komponenseket a cső alatti levelektől kapják, a cső feletti N-t gyakorlatilag nem adnak le a mag felé, asszimilátákat viszont igen. A genetikailag magas protein tartalmu hibridek fehérjetöbblete abból a képességükből adódhat, hogy a cső feletti levelek is jelentős mértékben szállítanak N-tartalmu komponenseket a magvakba. A normál fehérjetartalmu hibridek erre genetikailag képtelenek.

A 28.sz táblázatban ismertetett területegységenkénti fehérjeproduktum jelentős mértékű növelhetősége a generatív fázisban alkalmazott etefon hatása feltehetően azzal magyarázható, hogy az etilénstressz a cső feletti levelek idő előtti előregedésének előidézésével azok fehérje-, illetőleg N-komponenseinek leadására, a magvakba vándoroltatására kényszerítik a növényt. Ezeknél a hibrideknél a felső levelekben ez a folyamat feltehetően csak ezek mesterséges, idő előtti előregedésének kiváltásával jön létre.

A beavatkozásnak nemcsak a területegységről nyerhető fehérjében dusabb takarmány előállításában van jelentősége, de nagy perspektívát nyújt a hibrid vetőmag termesztésében is, mivel a vetőmag vigorosságát nem rontja,

28.sz. táblázat

A generatív fázisban adott exogén retardáns hatása a kukorica szemtermés mennyiségére, N- és P- tartalmára, a nyersfehérjetermésre, valamint a vetőmagvigorra
/Mócsán, Szirtes és Szirtes, 1982/

Kezelések	Abszolút száraz szemtermés kg/ha	Szemtermés N%-a	P%-a	Nyers- fehérje termés kg/ha	Vigoros csira- növények %-a	Ezerszem- tömeg g
Kézeletlen	9715	1,63	0,29	990	99,3	308
Flordimex 2l/ha, meg- termékenyü- lés után 5 hétre	9641	1,68	0,32	1012	98,7	306
Flordimex 2l/ha, meg- termékenyü- lést követő- en 5 hét el- teltével meg- ismételve	9562	2,01	0,38	1201	98,3	310
SzD _{5%}	311					

IV. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban a szántóföldi növények növekedésszabályozásának a lehetőségeivel foglalkozom, kiemelten azokkal a területekkel, amelyeknek kiaknázása a növekedésszabályozás gyakorlatának jelenlegi szintjén is jelentős népgazdasági hasznot eredményezhetne, ezért feltétlenül nagyobb figyelmet érdemelnek.

A munkámban áttekintem a növényi növekedésszabályozás koncepciójának kialakulását, valamint a jelentősebb növekedésszabályozó anyagok felfedezésének történetét.

Ismertetem a növekedésszabályozás elméleti alapját képező növényi hormonok fontosabb jellemzőit.

Főképpen a gyakorlati igények figyelembe vételével csoportosítom a napjainkig megismert jelentősebb növekedésszabályozó anyagokat.

Foglalkozom a regulátor felhasználás és kutatás hazai helyzetével, valamint a gyakorlati felhasználás során felvetődő problémákkal.

A növekedésszabályozók gyakorlati alkalmazása terén kiemelt jelentőségűnek tartomanövekedési retardánsokban rejlő lehetőségek kihasználását. Ezek közül elemeztem a gabonafélék szárszilárdtságának fokozására irányuló törekvések eddigi általános tapasztalatait. Szántóföldi kísérleteink, valamint az irodalmi adatok elemzése alapján a különböző hatóanyagok közül az etefont kevésbé tartom alkalmasnak gabonafélék szárszilárdítására.

Kedvező tapasztalatokat szereztünk viszont egy új növekedési retardánssal, a paklobutrazollal. Hatására őszi búzában két egymást követő évben 400 illetve 1050 kg/ha termésnövekedést mértünk. A kísérletben a paklobutrazol figyelemre méltó fungicid hatást fejtett ki. Mindezek mellett szignifikánsan nőtt a kezelt növények N és P tartalma.

A csucsi főhajtás túlzott mértékű növekedésének visszafogása egyes növényfajok esetében kedvezően hat az oldalágak fejlődésére és azok termés hozamára. A paklobutrazollal végzett növekedés-



retardálás így jelentősen megnövelte az őszi káposztarepce oldalhajtásainak a produktivitását. A kontrollhoz viszonyított 41 %-os becőtöbblet mellett nőtt a termést hozó elágazódások száma is.

Jelentősen növelhető egyes növényfajok terméshozama a terméskötődés biztonságának regulátoros fokozásával. A gyakorlatban használt készítmények mellett eredményesen használható az 1-naftilecetsav az őszi káposztarepce terméskötődésének javítására. Virágzáskori permetezés eredményeképpen 410 kg/ha terméstöbbletet kaptunk.

A dolgozatomban foglalkozom továbbá az új és olcsó citokinin hatású vegyületek felhasználhatóságával a produkciónövelésben. Az Sz-11 és Sz-28 kódszámú vegyületek őszi búzában 500 kg/ha-tól 870 kg/ha-ig terjedő termésnövekedést eredményeztek egyszeri kezelés hatására. Javult továbbá a liszt sütőipari minősége.

Végezetül pedig ismertetem a kukorica fehérjeprodukciónak növelésében elért kísérleti eredményeinket. A generatív fázisban végrehajtott etefonos beavatkozás hektáronként 210 kg-al növelte a nyersfehérje hozamot.

V. IRODALOMJEGYZÉK

- Abeles, A.L. - Abeles, F.B. /1972/: Biochemical pathway of stress-induced ethylene. *Plant Physiol.* 50:496-498.
- Ames, R.B. - Brewer, A.D. - McIntyre, W.S. /1974/: UNI-N252- A new harvest aid chemical. *Proceedings of the Beltwide Cotton Research Conference*, 61.
- Baumer, M. /1981/: Jede Sorte muss anders geführt werden. *Topagrar* 2:72-76.
- Bésán J. - Nádas M. /1983 /: A NEVIKI-nél kifejlesztett terméskötődést elősegítő anyagok. In: *Növényi növekedésszabályozó anyagok. Tanácskozás. Budapesti Vegyiművek*, 56-70.
- Burg, S.P. - Claggett, C.O. /1967/: Conversion of methionine to ethylene in vegetative tissue and fruits, *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 27:125-130.
- Cooper, W.C. - Rasmussen, G.K. - Hutchinson, D.L. /1969/: Promotion of Abscission of Orange Fruits by Cycloheximide as related to Site of Treatment. *Bioscience* 19: 443-444
- Cutting, O. /1979 /: A lot to be learned about barley growth regulators. *Arable Farming* 6. 10: 26-27.
- Eöri T. - Teleky A. /1983 / A repce termésfokozása. In: *A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely ATE, 1.köt.* 61-64.
- Farkas B. - Oláh A. /1985/: Szárszilárdítók és regulátorok hatásának vizsgálata őszi búzában. In: *Szántóföldi növénytermesztési rendszerek II. országos tanácskozása, Budapest*, 45-47.
- Garrod, J.F. - Hewitt, H.G. - Copping, L.G. - Greenwood, D. /1980/: A new group of ternary sulphonium growth retardants. *Recent Developments in the use of plant growth retardants.* /Lenton, J.R. and Clifford, D.R./. *British Plant Growth Regulator Group Monograph No 4, UK*, 67-74.
- Gawadi, A.G. - Avery, G.S. Jr. /1950/: Leaf abscission and the so-called "abscission layer". *Amer. J. Bot.* 37:172-180.
- Herbert, C.D. /1982/: Growth regulation in cereals-chance or design? In: *Chemical Manipulation of Crop Growth and Development. London, Butterworths* 315-327.

- Hoffmann, G./1980/: Einsatz von Halustabilisatoren bei Getreide. Berlin, 18. Bd. 15. H. 44.
- Hoffmann, O. L./1949/: Maleic hydrazide, a unique growth regulant. Science /NY/ 109:588-590
- /Kabacsnik, M. I.-Roszijszkaja, P. A./Kabachnick, M. I.-Rossiyskaya, P. A./1946/: Investigation in the field of organic Compounds of phosphorus. Part. II. On the conversion of trichloroetil phosphite into compounds of pentavalent phosphorus. Izv. Akad. Nauk. SSSR. Ser. Kh., 4:403-410.
- Karsai J./1984/: A potenciális és tényleges termőképesség közelitésének lehetősége irányított növénytráplálással. In: A genetikai potenciál javításának és jobb kihasználásának lehetőségei. Mezőgazdasági Tudományos Napok, 1984. február 2-3., Gödöllő, 2:24-27.
- Knittel, H.-Behrendt, S.-Schott, P. E./1981/: Einfluss eines Wachstumsregulators auf Wachstum und Ertrag von Wintergerste bei unterschiedlichem Lagerdruck. Z. Acker- u. Pflanzenbau 150. 1:50-61.
- Lendvai Z./1982/ Irányított növénytráplálási kísérletek /őszi árpa/. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg
- Lendvai Z.-Németh T./1982/: Irányított növénytráplálási kísérletek /őszi buza/. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg
- Looney, N. E./1971/: Interaction of ethylene, auxin and succinic acid-2,2-dimethylhydrazide in apple fruit ripening control. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 350-353.
- Maugh, T. H. II./1981/: New chemicals promise larger crops. Science 212:33-34.
- MÉM NAK /1986/: Növényvédő szerek, műtrágyák. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Michael, G.-Mounla, M. A. KH.-Goldbach, H./1974/: Proc. 7th Int. Coll. on Plant Analysis and Fertilizer Problems. Hannover, 307-316.
- Michaël, G.-Seiler-Kelbitsch, H.-Wagner, H./1973/: Breeding and productivity of barley. Proc. Int. Symp., Kromeritz, 397-412.

- Mócsán L./1983/: Irányított növény táplálási kísérletek vizsgálata morfológiai, szárszilárdsági és szövettani elváltozások szempontjából. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll. Zalaegerszeg
- Mócsán L./1984a/: PP-333 regulátor hatásai őszi káposztarepceben. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg.
- Mócsán L./1984b/: Őszi káposztarepce terméskötődésének szabályozása. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg
- Mócsán L./1985a/: PP-333 regulátor hatásainak vizsgálata őszi búzában. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg
- Mócsán L./1985b/: Sz-11 és Sz-28. kódszámú regulátorok vizsgálata őszi búzában. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg
- Mócsán L./1986/: A növényvizsgálatok és a levéltrágyázás tapasztalatai és lehetőségei Zala megyében. Előadás. Fitohorm tájértekező, 1986. febr. 20., Zalaegerszeg
- Mócsán L.-Lendvai Z./1984/: Tájegységre jellemző levéltrágyák fajtaösszetétele és a felhasználási szokások változása. Pályázati dolgozat. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg
- Mócsán L.-Szirtes V./1982/: Tavaszi árpa szárszilárdságának fokozása etefonnal. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg
- Mócsán L.-Szirtes V.-Szirtes J./1982/: Etefonos kezelések hatásai a kukorica termésének nagyságára és minőségére. Zárójelentés. Zala m-i Növényvéd. és Agrokém. Áll., Zalaegerszeg
- Ohlrogge, A.J./1976/: 'Spark' and 'Premerge' as biostimulants for corn. Agronomy Guide, /Corn/ AY-207. Co-operative extension Service, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA.

- Pauliscsák Cs.- Tarpai Gy./1982/: Sz-11 és Sz-28 jelű regulátorok hatásának vizsgálata kukoricában. In: A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely, ATE, 2. köt. 64-68.
- Ries, S.K.-Richmann, T.L.-Wert, V.F./1978/: Growth and yield of crops treated with triacontand. J. Amer.Soc.Hort.Sci. 103: 361-364.
- Ries, S.K.-Wert, V.F.-Sweeley, C.-Leawitt, R.A./1977/: Triacontanol: A New Naturally Occuring Plant Growth Regulator. Science 195:1339-1341.
- Sampson, M.J./1979/: 'Barleyquat' and 'Bettaquat' - new cereal growth regulators. News Bulletin, British Plant Growth Regulator Group 3.2: 10-14
- Sági F./1983/: Biológiai növénytermesztés, energiatakarékos talajművelés. Agroinform, Budapest 56.
- Sárvári B.-Kölcsi M./1982/: A Neviról 20 WP mezőgazdasági alkalmazásának tapasztalatai. In: A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely ATE, 2. köt. 109-111.
- Schneider, G./1964/: Eine neue Gruppe von syntetischen Pflanzenwachstumsregulatoren. Naturwissenschaften 51:416-417.
- Schneider, G.-Erdmann, D.-Lust, S.-Mohr, G.-Niethammer, K./1965/: Gibberellins - a novel group of plant growth regulators. Nature / Lond. / 208:1013
- Skoog, F.M.-Strong, F.M.-Miller, C.O./1965/: Cytokinins. Science 148:532-533.
- Szabó M: Országos Mg. Fajtakísérleti Intézet Kiadványa, 1976., 1977. és 1978.
- Szarvas T. /1983/: Citokinin szerű regulátorokkal végzett kísérletek eredményei. In: Növényi növekedésszabályozó anyagok. Tanácskozás. Budapesti Vegyiművek, 70-114.
- Szirtes V. /1979/: Storage processes of plants influenced by mineral nutrients and hormones. Symposium on Mineral Nutrition. 24-30. september 1979. Varna, Bulgária, Vol. 1: 241-251.
- Szirtes V./1984/: Hormonális szabályozás, levéltrágyázás I-II. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

- Szirtes V.-Szirtes J.-Varga S.-Máté J.-Csibor J./1982/: Növekedésszabályozással a rekord buzatermésekért. Vetőmaggazdálkodás 3:21-34.
- Teleky A.-Eöry T. /1984/: Neviról készítmények a repcetermesztésben. In: A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely ATE, 1. köt. 189-193.
- Teleky A.-Szakál Gy. /1983/: Új Neviról készítmény a rizstermesztésben. In: A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely ATE, 1. köt. 64-67.
- Teleky A.-Veress Z./1983/: A csillagfürt hozamnövelése Neviról 20 WP készítménnyel. In: A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely ATE, 1.köt. 67-71.
- Wareing, P.F.-Phillips, I.D. /1978/: Növényi növekedés-élettan. / The control of growth and differentiation in plants. Pergamon Press, Oxford-London 1978. Ford. Turcsányi G./ Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 135.
- Williams, R.H.-Cartwright, P.M. /1980/: The effect of applications of a synthetic cytokinin on shoot dominance and grain yield in spring barley. Ann. Bot. 46. 4: 445-452.
- Williams, R.H.-Turner, J.A.-Sampson, M.J./1982/: New approaches to increasing the yield capacity of cereals. In: Chemical Manipulation of Crop Growth and Development. London, Butterworths 399-414.
- Wilson, W.C.-Kenney, D.S.-Holm, R.E./1977/: The Florida Department of Citrus co-operative screening programme for citrus. Proceedings of the International Society for Citriculture 2:692-696.
- Zink, F./1978/: Effekt of late Application of Nitrogen on the Grain Protein of three high yielding Mais Hybrid with different Protein or Lysine Content. International Symposium on Seed Protein Improvement in Cereals and Grain Legumes, Neuherberg, 4-8. Sept. 1978.