

2,4-diklórfenoxiacetsav Na sójának hatása
kulturnövények T_0 , T_1 nemzedékének morfo-
lógiájára és anyagcseréjére

Kertész János

1974



Bevezetés

Napjainkban a környezetvédelem, a kemizálódás fokozódása miatt, egyre több problémát vet fel, mint az elméleti kutatásoknál, mind a gyakorlati állattenyésztésnél és növénytermesztésnél. Az élő- és talajvizek, a talaj, a légkör és az egész élő környezet különféle vegyi anyagokkal szennyeződik, melyek közül kiemelt szerepet játszanak a peszticidek illetve a herbicidek. Az utolsó tíz évben világszerte, de nálunk is különböző károsodást okoztak a növényvédő szerek. Főleg Csongrád megye területén voltak jelentős károk az öntözött zöldségkultúráknál. Ez elsősorban a kettőshasznosítású csatornarendszer miatt van /belvizlevezető és öntöző/. Megállapítást nyert, hogy a károsodást az egyik legelterjedtebb növényvédő szer, a halogénnel szubsztituált fenoxialkán-karbonsav egyik képviselője a Dikonirt okozta.

A kártétel oka részben a szer helytelen alkalmazása és nem megfelelő koncentrációja, részben pedig az, hogy az öntözővizeknél az előírásokat nem tartották be.

A gyomirtószer helytelen alkalmazása a kulturnövényekben igen súlyos károkat okozott. /A szentesi paprikatálakon milliós nagyságrendű termés kiesés keletkezett/. Csökken a növények biológiai és élvezeti értéke. Igen

veszélyesek a biológiai problémák is, mivel a fungicidek, peszticidek és herbicidek a genetikailag kiegyenlített állományt leronthatják. A talajvizekbe való bemosódással alkalmazásuk helyétől igen nagy távolságban is megbont-hatják az ökológiai egyensúlyt mind a növény, mind az állatvilágban.

Kísérleti eredmények bizonyítják e szerek mutagén hatását, melynek következtében degenerált, a fajta állagától eltérő utódnemzedékek jöhetnek létre.

A gyakorlatból kiinduló megfigyelések arra mutatnak, hogy a szerek hatását érdemes vizsgálni kísérleti feltételek között.

Doktori értekezésem témájául ezért választottam a 2,4-D-Na sójának a Dikonirtnak hatásmechanizmusát néhány termesztett növényünkénél, morfológiai, citológiai, származástani-genetikai és anyagcsere élettani szempontból.

A témakörből laboratóriumi és szabadföldi kísérleteket 1969-től folyamatosan végeztem. Ezt a kísérletes munkát foglalom össze értekezésemben.

Irodalmi áttekintés

A növénytermesztés gyakorlatában az óriási irodalom általunk hozzáférhető részét tanulmányozva, a vegyi anyagok különféle felhasználásával találkozunk. Kemikáliákkal végzik a faiskolákban a kitermelés előtti lombtalanítást, valamint oltványok gyökereztetését, fajtaelőállításra felhasználják mutagén hatásukat, valamint különféle csávázószerek vannak gombaelleni védekezésre /Mészáros, Novák 1963; Albone és mtsi. 1972; Hudson és Jaffer 1970; Oklaga és Jaffer 1972; Jaffer 1971; Jaffer 1971/.

Az utolsó 10-12 évben az előbbi közleményekhez végtelen nagy számban sorakozik az az irodalom, mely a növénytermesztő területeken különböző fajokhoz tartozó növények rovarölő, gombaölőszereivel és szelektív gyomirtóival foglalkozik. Bizonyos értelemben mutagén hatásuk. A növényvédő szerek pre- és postemergens alkalmazását, a talajban lévő felhalmozódásukat, eliminálódásukat és éveken keresztül a gyomirtó hatásukat tárgyalják /Davidék és Seifert 1971; Agulthon és mtsi 1972; Stalder és mtsi 1972; Aelbers 1971; Fajkowska 1971; Philips és mtsi 1970; Ragab 1971; Grant 1972; Ignatov 1972; Davis 1970/.

A mezőgazdaságban végbemenő "zöld forradalom" egyik hatásos fegyverét a herbicidek alkotják. Az irányított herbicidkutatás célja, hogy a herbicid vegyületek optimális fizikokémiai tulajdonságokkal rendelkezzenek. A

természetes eredetű / β -indolil-ecetsav/ majd a szintetikusan előállított / $\mathcal{L}$ -naftil-ecetsav/ növekedésszabályozó anyagok, és a klórozott fenoxialkán-karbonsavak auxinhatásának felfedezése nyomán vált lehetővé az auxinhatású /növényi növekedési folyamatokat szabályzó/ gyomirtószeres széleskörű bevezetése.

A növényvédő szerek hatásukat elsősorban a kulturnövényeket károsító növényekre fejtik ki, de hatnak a megvédendő kulturákra is. A biológiai hatás kifejtéséhez általában - de nem minden esetben - az élő szervezetbe való változatlan állapotban történő bejutás szükséges, és az, hogy a ható vegyület, vagy bomlásterméke az élő szervezet egy vagy több anyagával reakcióba lépjen.

A kémiai sajátágon kívül az egyes hatóanyagok specifikussága az élő szervezet szerkezeti felépítettségétől és aktív anyagaitól is függ.

A növényeket pusztító herbicidhatás többféleképpen érvényesül:

1. A perzselő hatást előidéző anyagok a gyomnövény levélzetében plazmolizist okoznak, e szerek maró hatása pusztítja el a gyomnövényeket anélkül, hogy a hatóanyag a növényekben transzlokálódna.

2. A hormonhatású herbicidek a leveleken vagy a gyökereken át szívódnak fel, és az anyagcsere folyamat megzavarásával okozzák a növény pusztulását. A hatóanyagok bomlatlan molekulái, a sejtek anyagaival reakcióba lépve, az életműködést gátolják, vagy lehetetlenné teszik. A

leggyakoribb egy vagy több enzimhez történő kapcsolódás /pl. oxidázok, foszforilázok, kolineszteráz, stb./ és ezáltal a működés gátlása vagy teljes megbénítása.

A 2,4-D ismertetése

A 2,4-D transzlokálódó herbicid. A fenoxi-alkán-karbonsavak csoportjába tartozik. A fenoxi-alkán-karbonsavak kémiai tekintetben közös jellemzője a kis szénatomszámú zsírsavhoz kapcsolódó helyettesített fenoxi gyök. Hatásuk típusát illetően a növekedésszabályozó - auxinhatású - vegyületekhez tartoznak. Went /1928/ nyitotta meg az utat a növényi hormonok rendszeres tanulmányozása előtt azzal, hogy módszert dolgozott ki a növényből való kivonásukra és hatásuk vizsgálatára. Az auxinhatású vegyületek gyomirtószerként való alkalmazása szempontjából döntő volt az a megállapítás, hogy a növényi növekedést kis koncentrációban elősegíteni képes az auxin, nagy koncentrációban alkalmazva gátló hatást fejt ki.

A fenoxi-ecetsavak közül kerülnek ki az auxinhatású gyomirtószer legjelentősebb képviselői:

2,4-diklórfenoxi-ecetsav, /2,4-D, Dikonirt, Hedonal, Dikopur/, 2-metil-4-klór-fenoxiecetsav MCPA /Nikrezil, Dikotex, Methoxron/.

2,4-5-triklór-fenoxiecetsav, 2,4,5-T /Tormona/.

Az elmúlt két évtized során nagyszámú rokonszármazék

vizsgálatával sikerült fényt deríteni az auxinhatás szerkezeti követelményeire.

A hatékonyság alapkövetelménye:

- egy nagy felületi aktivitással rendelkező gyűrűrendszer, és egy
- a gyűrűrendszerhez viszonyítva meghatározott térbeli elhelyezkedésű karboxil-gyök /Crafts, 1964/. A karboxil-gyök a hatás lényeges megváltozása nélkül felcserélhető olyan atomcsoportokra, amely a növényben hidrolízis útján karboxil-gyökké alakulhat át /pl. amid-észter csoport/.

Az auxinaktivitás feltételei:

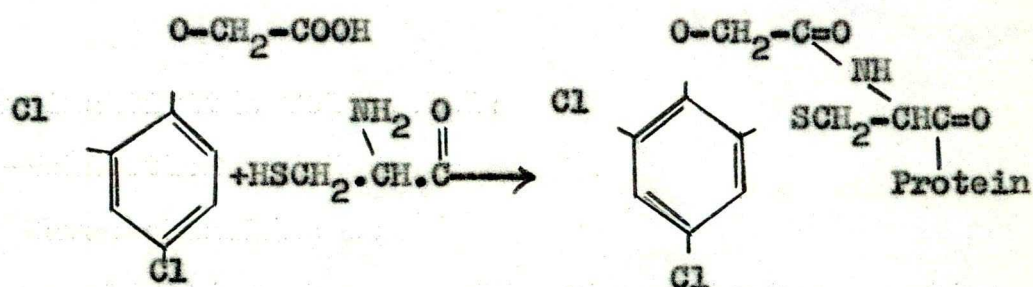
1. Telítetlen gyűrű
2. Savas oldallánc és
3. az oldalláncnak a gyűrűhöz viszonyított meghatározott térhelyzete.

A fenoxi-ecetsavak és homológjaik hatékonysága szigorúan meghatározott szerkezeti követelményekhez kötött. Erősen befolyásolja az aktivitást többek között az aromás gyűrűn lévő szubsztituensek jellege és helyzete, /pl. a monoklór-fenoxi-ecetsavak mindegyike hatékonyabb, a helyettesítetlen fenoxi-ecetsavnál./

A hatás fokozódásának mértéke azonban változik a klóratomok helyzetével. /Általában az orto-helyettesítés csak kisfokú hatásnövekedést eredményez, a meta- és para-

helyzetű klóratomok erősen növelik a hatást. Harmadik klóratom jelenléte az 5-helyzetben nem okoz lényeges változást, 6-helyzetű klóratom azonban a hatás teljes megszűnését eredményezi/.

A diklórfenoxi-ecetsavak közül a 2,4-diklór-származék a leghatékonyabb. A fenoxi-ecetsav molekula két ponton a karboxilgyökön és a benzolgyűrű egyik orto-helyzetű szénatomján kémiai kötést létesít a növényi sejt valamely létfontosságú proteinjének ciszteinil csoportjával:

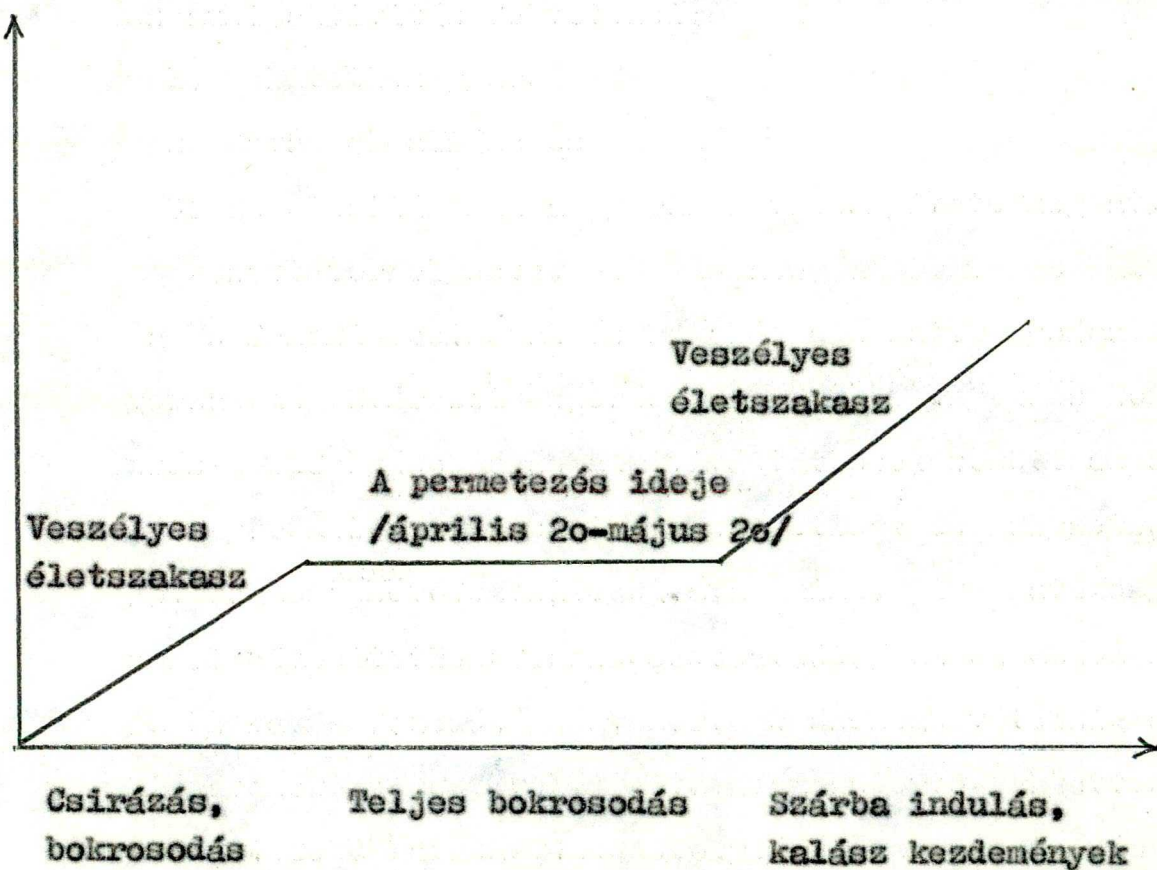


Ily módon a 6 helyzetű klóratom azért vezet hatástalan származékhoz, mert elfoglalja a ciszteincsoporttal való kötődéshez szükséges orto-helyzetet. Ugyanakkor a 2 és 4 helyzetű helyettesítőknek az a szerepe, hogy a gyűrű elektronrendszerére gyakorolt hatásuk folytán aktiválják az orto szénatomot.

Az ezen típusba tartozó vegyületek alkalmazási formája nemcsak a hatékonyság, hanem a szelektivitás szempontjából is döntő fontosságu, mivel a különböző alkalmazási formák, eltérő polaritásuk folytán más és más mértékben

képesek a növények belső szöveteibe behatolni. A vízben oldódó termékek közül leggyakrabban a savak Na sói kerülnek forgalomba, hátrányuk azonban viszonylagosan rossz vizoldékonyságuk.

A növények érzékenysége a gyomirtó szerrel szemben egyedfejlődésük folyamán változik. A bokrosodás állapotában a gabona félék kevésbé növekednek, viszont a kétészikű gyomok vagy fejlődésük kezdetén, vagy előrehaladottabb fokon állnak és így a hormonhatású szerekkel szemben érzékenyebbek. A buza változó érzékenységét a gyomirtó szerrel szemben az alábbi ábra mutatja /Ubrizsy, 1962/.



A vegyszeres kezelés a különböző fajú növényekre, növénycsoportokra nem egyformán hat. Ugyanazon gyomirtó-szer koncentráció egyes növényekre káros, míg másokra nem. Mi ennek a szelektivitásnak az oka? A szelektivitás alapja nagyrészt az eltérő rendszertani helyzetű növények között fennálló biokémiai különbségekben keresendő. A vegyület ugyanis a plazmába jutva, az enzimapparátuson keresztül fejti ki tevékenységét, márpedig az eltérő fajok sőt fajták enzimapparátusa között jelentős különbségek állhatnak fenn. A szelektivitás igen lényeges befolyásoló tényezője a növények morfológiai és anatómiai alkata is. A gyomirtó szereknek a sejtekbe való bejutása összefüggésben van a növény bőrszövetrendszerének felépítésével és a levelek alkatával. A plazmával érintkezésbe került gyomirtó szer a különböző enzimekre hatva az anyagcsere egyensúly zavarát idézi elő. Egyes növényvédő szerek hatása a növekedés serkentésében is megmutatkozik. Ilyen pl. a Vermiculit is, ami főleg a gyökérzónában postemergens kezelésnél fejti ki hatását /Montgomerie 1967/. A 2,4-D nagyfokú hatást gyakorol a növényi sejtek elektrofiziológiai sajátosságaira. Elsődleges hatása a növényi sejtek ionáteresztőképességének megváltozásával kapcsolatos, ami a biopotenciálok jelentős megváltozásához vezet /Gunar, Szinjuhin 1967/.

A herbicidek talajba juttatásánál fontos szempont a hatás hosszú időn keresztül való vizsgálata. Rath és

ÓCallaghan /1968, 1972/ vizsgálatokat végeztek különböző herbicidekkel földieper kulturáknál. A Brómacil és a Tetrapion hosszú időn keresztül hatásos maradt a mélyen gyökerező fűfélék irtásánál, de több éves kezelésnél a felhalmozódás jelentősen csökkentette a termés mennyiségét és minőségét.

A 2,4-D esetében a talajban való inaktiválódás oka ma még nem teljesen tisztázott. Egyes kutatók vízben aluminiumsóinak képződésével, mások kimosódással vagy mikroszervezetek lebontó hatásával magyarázzák. Általános vélemény, hogy a talajban 4-6 hétnél tovább nem marad meg. Erős és tartós eső aránylag gyorsan bemossa a mélyebb rétegekbe. A talajból való eltűnését a csapadék okozta kimosódáson és a talajszervezetek lebontó hatásán kívül előidézhetheti az, hogy a talaj szerves részei a kolloidok megköthetik, részben a nedvességgel együtt el is párologhat. Külön probléma a gyomirtó szerek párolgása révén fellépő veszély, mivel a gyomirtó szerek gőzei különösen fitotoxikusak, könnyen elsodródnak és sokáig a levegőben maradnak.

A 2,4-D valószínűleg a növények mitokondriumaiban β -oxidáció útján bomlik le. Ismeretes, hogy a 2,4-D okozta herbicid hatás sötétben sokkal nagyobb foku károsodást okoz, mint fényben. A fehér fény és a vörös hullámhosszu fény sokkal hatékonyabb a károsodás kiküszöbölésében, mint a zöld vagy a kék fény. Feltételez-

hető, hogy a fotoszintetikus intenzitás miatt fokozódott ATP szint alapján eliminálódik a herbicidek toxicitása a szervezetben. Ejdél 'Naut és mts /1968/ 2,4-D-re érzékeny /gyapot/, kevésbé érzékeny /petunia, dohány, fekete csucsor/ és maximálisan ellenálló /orgona/ növényeket C^{14} -izotóppal jelzett 2,4-D-vel kezelték és mérték a növények dekarboxiláló képességének és fenolgyűrű szétbontásának intenzitását a felszabaduló $C^{14}O_2$ alapján. Egyenes összefüggést találtak a növények ellenállósága és a 2,4-D dekarboxilálásának sebessége között.

A gabona félékben, amelyek a 2,4-D-vel szemben ellenállóak, a 2,4-D detoxikációja a következőképpen mehet végbe:

- a./ A herbicid kapcsolódik a sejt fehérje struktúrájához,
- b./ dekarboxilálódik,
- c./ a sejt nem fehérje alkotórészeihez kapcsolódik.

A gabona félékben domináns reakciónak az a./ típusu reakció tekinthető. Az érzékeny kétszikű növények esetében a b./ és c./ reakció típusok figyelhetők meg.

Csikanikov és Pavlova /1966/ egy-egy buza, zab, bab és napraforgó fajtát 10-14 napon át tápoldatban nevelték. Ezután a növények egyes leválasztott leveleit vákumban 2,4-D oldattal kezelték, majd a szövetet homogenizálták, centrifugálták, dializálták. A szabad 2,4-D-től ilyen módon megszabadított oldatot kromatografálták

eluens alkalmazásával. Ilyen módszerrel két fehérjecsoportnak megfelelő csucst lehetett kapni, amelyeket az egy-
szikű zab és buza mutatott, a kétszikű bab és napraforgó azonban nem. Mindez valószínűvé teszi, hogy az egy-
szikűek azért érzéketlenek a 2,4-D-vel szemben, mert a
fehérjéik megkötik.

A 2,4-D és egyéb növényvédőszeresek /fungicidek, herbici-
dek, peszticidek/ hatása a növényeken

Veinbrants /1972/ megállapítása szerint a herbicidek
hormonalapanyaguknak megfelelően, alacsony koncentráció-
ban növekedést serkentenek, magas koncentrációban akadá-
lyozzák a kulturnövények növekedését, a gyomnövényeknél
intenzív légzést okoznak, s azok emiatt pusztulnak el.
A szukcinid-acid-2, 2-dimetil hidrazid /Alar/ fiatal,
termőkor előtti almafajtáknál károsodásokat okoz a le-
vélzet fejlődésében. Termőkorban lévő fáknál korábbi vi-
rágzást és termésérést okoz.

A gyomirtó szer növényre gyakorolt hatásának legelső
látható jelei közül a vizeztartalom megváltozása igen szem-
betűnő. A 2,4-D használata gyakran túl erős mértékű tur-
giditást okoz. Az urea szárnazékok mérgezésének első je-
le a hervadás. Az ilyen természetű reagálás azt jelenti,
hogy megváltozott a sejthártya áteresztő képessége, vagy

megváltozott a kémiai összetétel. Egy gyomirtó szer használata után nemcsak egyes növényfajták, hanem még ugyanazon növény különböző részeinek a viktartalma és viktmeztartó képeſſége is más leſz. Worth /1964/ azt találta, hogy a 2,4-D-vel kezelt bab növényeknél a levelekben kiſebb mennyiſégű, ugyanakkor a szár ſzöveteiben nagyobb mennyiſégű viz volt jelen, mint a kezeletlen növényeknél. A kezeléſt követő 5 napos időſzakban a kezelt növények 34 %-kal keveſebb vizet párologtattak el, mint amennyit a kezeletlen növények veſtettek. A vizveſteſég cſökkenéſének okozója lehet a ſztóma záródáſa, amely 2,4-D hatására következik be. A ſztómák korai bezáródáſát maga a 2,4-D okozza, nem pedig az, hogy cſökken a gyökerek által aſzorbeált viz mennyiſége. Ha böjtfüvet és ſzójababot kiſ töménységű 2,4-D oldattal kezelték, akkor hamar megnőtt a levelek viktartalma. A levelek később elfonnyadtak és a bennük levő viz ſzázalékos mennyiſége jelentőſen cſökkent. A viktartalom kezdeti növekedéſe elmaradt abban az eſetben, ha a 2,4-D-t magasabb koncentrációban alkalmazták. A gyökerek által aſzorbeált viz mennyiſége erőſen cſökkent, amit a guttáció hiánya jelez a kezelt kukoricánál abban az eſetben ha sértetlenek a levágott ſzáraknál. A kontrol növénynél ſzabadon végbement mind a guttáció, illetve könnyezéſ /Worth 1964/. Az a vélemény alakult ki, hogy a viz aſzorpciójának növekedéſe és a viz meztartáſának oka a kezelt növények-

nél az ozmózisos nyomás növekedése, amely a nitrogéntartalmu vegyületek és a szénhidrátok hidrolizisének következménye, vagy az ásványi anyagok felhalmozódása. Ennek ellenére sok kutató nem tudta kimutatni a K, S, P vagy nitrát mennyiségeinek növekedését a kezelés hatására paradicsom, repce, vagy szójabab föld feletti részében /Worth 1964/. A legkülönbözőbb herbicideket vizsgálták a növény fejlődésére és a termés mennyiségére vonatkoztatva. Az üvegházi illetve szabadföldi vetés előtt részben szelektív herbicidet, a Nitalint használták magkezelésre. A preemergensen használt Nitalin /4-methyl-sulfonil-2,6-dinitro-N-N-dipropilalanine/ 0,75 %-os töménységben nem szelektív herbicidekkel együtt adagolva fej-tette ki legjobban hatását /William és mts 1972/. Érdekesek azok a közlemények is, melyek fényen és sötétben csirázó magvak preemergens kezelésénél bekövetkező változásokat taglalják a csirázás anyagcseréjében. Itt is legfeltűnőbb a növekedésgátlás és a víz abszorpció fokozódása nagy koncentrációju herbicid kezelés esetén /Bewley és mts 1971/. 2,4-D-vel kezelt borsó csiranövény gyököcskéjét vizsgálva azt találták, hogy a folyamatos fény és a 2,4-D együttesen korcs növekedést okozott. Hatása sötétben is erőteljes volt /Eliasson 1971/.

Nagy általánosságban ismeretes, hogy az ásványi anyagok mennyisége kisebb jelentőségű szerepet játszik a növényi sejtek ozmózisos nyomásának kialakításában, s ez inkább az oldható szénhidrátok mennyiségétől függ.

Worth /1964/ rámutatott arra, hogy a 2,4-D vagy csökkenti az általa vizsgált 14 ion felvételét a növényben, vagy kevés befolyással van arra. A gyomirtó szerves kezelés nagyon kevés esetben növelte a felvételt. A növényben gyakran ujraeloszlás megy végbe és ennek az a következménye, hogy a levelekben alacsonyabb és a szárban magasabb az ásványi anyagok mennyisége. A felvétel megváltozását szoros összefüggésbe lehet hozni a növény életkorával, tápanyag ellátottságával, a vegyszerrel szemben mutatott érzékenységgel és a gyomirtó szer bejutási helyével. Jelentősége abban áll, hogy sok fémion résztvesz az enzimatis folyamatokban, ezért az ionok mennyiségének, vagy hozzáférhetőségének megváltozása az anyagcsere irányának, vagy mértékének megváltozását okozhatja. A magas nitrogéntartalmu szójabab növények sokkal érzékenyebbek a 2,4-D-vel szemben, mint az alacsony nitrogéntartalmu növények. A 2,4-D-vel végzett kezelés következtében csökkent a magas nitrogéntartalmu növények S, P és nitrátabszorbeáló képessége /Worth 1964/.

Worth és mtsi /1964/ feltételezték, hogy a K hatások abból adódnak, hogy a gyökerek által specifikus gátlást szenvedett a K felvétele és zavart lett a vándorlása is a szárban.

Fiatalt babnövényeket 200 ppm-es 2,4-D oldattal kezelték olyan talajon, amelyben rádióizotóp jelzést alkalmaztak, azt tapasztalták, hogy kezdetben megnőtt a Ca^{++} és Cl^- , valamint a K^+ ionok abszorpciója és kisebb

mértékben nőtt az S^{--} abszorpciója is. Ezzel szemben a 24 óra eltelte után kimutatható volt a K^+ és Cl^- , valamint az S^{--} felvételének a gátlása. 48 óra után csökkent a Ca^{++} felvétele is. Véleményünk szerint összefüggés volt egyrészt az ionabszorpció kezdeti növekedése és a légzés kezdeti növekedése között, amelyről megállapították, hogy a 2,4-D-vel végzett kezelés után következik be, másrészt a légzés mértékének ezt követő csökkenése és a csökkent abszorpció között.

Bab és pohánka kísérletek alapján általánosságban azt lehet mondani, hogy a 2,4-D kezelés hatására csökkent a levelekben lévő vitaminok mennyisége. Sok esetben azonban a vitaminok a szárban halmozódnak fel. Ha a bab primer leveleinek egyikét 0,05 ml 0,1 %-os 2,4-D-vel kezelték, akkor csökkent a növény leveleiben a riboflavin, a thiamin és a nikotinsav mennyisége, míg a szárban mindhárom vegyület mennyisége gyarapodott. Mind a szárban, mind a levelekben csökkent a karotin és növekedett a pantoténsav mennyisége /Worth 1964/.

Worth /1964/ meghatározta a 2,4-D-vel végzett kezelés hatását egy hónapos hajdina növény C vitamin és karotin tartalmánál. A gyomirtó szert 100 vagy 2000 ppm-es víz-es permetlé formájában használták növényenként 10 - 100 - 1000 ml-es mennyiségben. Azt találták, hogy a 10 ml-es adag hatására 8 napon keresztül nőtt a levélben lévő aszkorbinsav mennyisége, a magasabb 2,4-D koncentráció eleinte növelte a levelek C-vitamin tartalmát,

ezt a növekedést az idő előrehaladtával kifejezett csökkenés követte. A szárban lévő aszkorbinsav mennyisége valamennyi kezelésnél növekedett. A karotin mennyisége mind a szárban, mind a levélben csökkent. Ugyanezen kutató által 500 ppm-es 2,4-D oldattal permetezett bab növényekben a permetezést követő 11 nap alatt csökkent az aszkorbinsav mennyisége. A gyakorlati táplálkozási lehetőségek nyilvánvalóak abban az esetben, amikor 400 ppm-es p.-klórfenoxi-ecetsavas permetezést végeztek futóbabnál. Ha szedés előtt négy nappal végezték a kezelést, akkor a letört hüvelyekben lassabb volt a C-vitamin elbomlása. A kezelt hüvelyekben betakarítás után négy nappal 40 %-al több C-vitamin volt, mint a kezeletlen növényekről származó termésben.

A növények szerves vegyületei közül sok van közvetett, vagy közvetlen összefüggésben a fotoszintézis termékeivel, amelyeket nyersanyagként használ fel a saját molekulájának a felépítésére, vagy azzal az energiával, amely a foszforilálásnál válik szabaddá és amely az üzemanyagot adja ehhez a szintézishez. A fotoszintézis mértékének tartós változásai, és ennek következtében a rendelkezésre álló fotoszintézis termékek mennyiségének erős befolyással kell lenniük a növény növekedésére és fejlődésére, valamint kémiai összetételére.

A gyökérfunkció vegyszeres gátlása a gyökérrendszer eltávolításakor kapott eredményekhez hasonlóan intenzív

fotoszintetikus pigmenttartalom csökkenést észleltek. A pigmenttartalomban bekövetkező változások elsősorban a klorofill-a és b destrukciójában jelentkeznek. A zöld pigmentek lebomlásának kezdete megelőzi a fehérjetartalom csökkenését /Horváth, Lontai 1968/. Káros hatás jelentkezik a gyökeresedés gátlásában, az anyagcsere egyensúlyának megbomlásában, az anyagcsere útjának megváltozásában /Horváth, Lontai 1970/, mely megmutatkozik a pigmenttartalom változásában is.

Worth /1964/ a letális mennyiségű 2,4-D hatására bekövetkező klorofilltartalom változását vizsgálta. A legtöbb növénynél bekövetkező klorofilltartalom csökkenés összefüggésben van a beeső fény színével. A 2,4-D-vel kezelt növények szárazanyag tartalmának csökkenését a csökkent klorofilltartalom okozta azáltal, hogy csökkentette a kloroplasztok fotoszintézises hatékonyságát. Viszonylag magas 2,4-D koncentrációknak különösen letális szinten káros hatása van a fotoszintézis mértékére, míg ha a vegyszert alacsony koncentrációban használják és a növény megfelelő fejlődési stádiumában, akkor ellenkező, tehát kedvező hatása lehet, magasabb szárazanyagtartalom, és erőlyesebb növekedés, ami a nettó fotoszintézises tevékenység növekedésének a következménye /Worth 1964/.

Crafts /1964/ azt találta, hogy 100 ppm-es koncentráció bab levelekben négy napos kísérleti idő alatt 20 %-al csökkentette a fotoszintézis mértékét. Worth és mtsi. /1964/ is nézték a 2,4-D hatását narancslevelek foto-

szintézisére és légzésére. A fotoszintézis meghatározása Warburg féle készülékben a gyomirtó szerrel infiltrált levélkorongokat használták. Azt találták, hogy összefüggés van a fotoszintézisnek 2,4-D hatására bekövetkező gátlottsága és a disszociálatlan 2,4-D molekulák koncentrációja között. A gátlásnak két féle fázisát mutatták ki. Az egyik a nagy koncentrációja tartományt foglalja magában, az arányos volt a disszociálatlan 2,4-D molekulák koncentrációjával, a másikkban kisebb volt a disszociálatlan molekulák koncentrációja, ebben a gátlás arányos volt a koncentráció logaritmusával. A légzési hatások kicsik voltak. Ha a disszociálatlan szer koncentrációja közepes volt, az stimulálólag hatott, míg magasabb koncentrációk gátolták a légzési folyamatot.

A keményítő és a cukor gyors elfogyása sok növényfajtnál gyakran létrejön 2,4-D hatására. Az 1000 ppm 2,4-D-vel végzett kezelés után hat nappal a vizsgálatok szerint a Red Kidney babban a következő változások mentek végbe:

Szárban: A redukáló nem redukáló cukrok eliminálódnak.

A nyersrost és a savval hidrolizálható poliszacharidok csökkennek.

Fehérje és aminosavak felhalmozódása észlelhető.

Gyökérben és levélben: A nem redukáló cukrok elfogynak.

A redukáló cukrok, a keményítő, a poliszacharidok és a nyersrost mennyiségében azonban nincs változás.

2,4-D-vel kezelt növények keményítő tartalmát megvizsgálták. A kezelt növényekben kevesebb keményítő volt, de ez a mennyiség nem volt összefüggésben a 2,4-D által okozott károsodás mértékével. A kezelt növényekben több redukáló cukor volt, mint a kontrol növényekben. Letális koncentrációju 2,4-D-nél kisebb koncentrációju gyomirtó szer kezelés hatására a kezelést követően hosszú időre megváltozott a szénhidrát összetétel. A változás milyensége függhet a növény fejlődési állapotától a kezelés időpontjában /Worth 1964/.

A sugárzásos mutagén anyagok és a herbicidek okozta különböző növényforma változatokat részletesen jellemezték anyagszere mutatókkal. Összehasonlították a kontrol magokat a kezelt T_0 , T_1 nemzedék megvalival és azt találták, hogy a mutabilis egyedekben jelentős eltérés mutatkozik aminosav-mennyiségben, oldható cukrokban és proteinekben /Richmann 1972, Pusztai és mts 1971, Eppendorfer 1971/.

A mitokondriumokban oxidációval történik a 2,4-D lebomlása. Az indol-acetsavoxidáz és a légzés kapcsolata, valamint az auxinok, peroxidáz aktivitást kiváltó hatása fontos lehet az auxinlebontás irányában, a növekedésben és differenciálódásban /Lavee-Galston 1968/. A széndioxid fejlődés, illetve az oxigén fogyasztás 80 %-ot kitevő mennyiséggel megnőtt a hajnalkánál, a mezei szuláknál, az érő körtében, almában és őszibarackban, a fiatal borsó

szárának szövetében és a gabona levágott gyökereiben a 2,4-D-vel végzett kezelés után. Magas koncentrációju gyomirtó szer használata csökkentette a légzés erősségét /Worth 1964/.

Smith /1951/ összefoglaló ismertetése a toxicitás és a légzés megváltozása közötti összefüggésről megvilágítja, hogy a 2,4-D az aerob baktériumok és a magasabbrendű növények légzésének aerob fázisára fejt ki hatását. A 2,4-D azáltal növeli a légzés erősségét, hogy befolyásolja a foszfát anyagcserét, valamint egyesül bizonyos enzimekkel vagy anyagcsere termékekkel. Ez a feltevés, amely szerint egy auxin befolyást gyakorol a foszforilációra és az ATP keletkezésére és ez utóbbi vegyületen keresztül meghatározza nagyon sok endorgánikus reakcióhoz rendelkezésre álló energia mennyiségét. A gyomirtó szerek, így 2,4-D, 2,4, 5-T, DCP, MH és Dalapon különböző koncentrációju oldataival kezelt etiolált szójabab kotiledonból izolált részeket vizsgáltak. Az oxigén és foszfát felvételre vonatkozó mérések azt mutatták, hogy mindkét folyamatot gátolta az 5×10^{-5} mól. koncentrációju 2,4-D és 2,4,5-T. Az oxigén felvétel kb. ugyanilyen mértékben változott piruvát, α -ketoglutar-sav és szukcinát jelenlétében, ami azt jelenti, hogy a gyomirtó szer inkább az egész enzimrendszerre hatott, mint egyes enzimekre. A foszfát koncentrációja a reakciós edényben 2,4-D hatására növekedett. Ezért nagyon

valószínű, hogy ennél a kísérletnél a 2,4-D gátló anyagként hatott /Wedding és Black 1961/.

A tápanyag transzlokációt és az anyagfelvétel ütemét vizsgálták borsónövény hajtásában, növényvédőszeres kezelés hatására. Magas koncentrációnál legátolt anyagfelvétel és tápanyag transzlokálódás következett be. Koncentráció hígulás előrehaladtával fokozódott az anyagcsere, erőteljesebb lett a tápanyag transzport /Guardiola és mts. 1972/. A 2,4-D gátolta a Chlorellánál az anyagcserét, így a P^{32} beépülését az ATP-be és ADP-be. Az a koncentráció, amely gátolta a P^{32} beépülését a nukleotidokba, stimulálta az oxigén felvételét. Ez alátámasztotta azt a feltevést, hogy hatásosan gátolja a foszforilálást.

Key és mtsi /1960/ közleményei arra mutatnak, hogy szójababnál a 2,4-D kezelés a mitokondrium növekedését okozhatja, nő a mitokondrium mérete, az összes fehérje-nitrogén %-ban nő a mitokondriális nitrogén mennyisége, nő az oxidatív és a foszforilációs aktivitás és nő a foszfolipidek az ATP és más nukleotidok mennyisége. A mitokondrium növekedése a 2,4-D hatására a szövet növekedését okozta. A 2,4-D megváltoztathatja a glükóz anyagcsere glikolitikus és pentózfoszfát útját. Előzőleg 10^{-3} M-os 2,4-D-vel kezelt borsónál, zabnál, gabonagyökereknél nézték a glükóz- $1-C^{14}$ -ből és a glükóz- $-6-C^{14}$ -ből felszabaduló CO_2 mennyiségét. 2,4-D jelenlétében a glükóz nagyobb része minden esetben a pentózfoszfát uton bomlott le. Abban az esetben, ha a 2,4-D-

vel olyan növényeket kezeltek, amelyeknek eltávolították a sziklelevelét, akkor nem változott meg a pentóz-
uton lebomló glükóz mennyisége. A sziklevekben való-
színűleg volt valamilyen anyag, amely meg tudta változ-
tatni a 2,4-D hatását. 2,4-D-vel $/10^{-3}M/$ kezelés 50 %-
al csökkentette a jelzett glükóz felvételét a 60 órás
kukorica csirázó magvaknál, a gyököcskében viszont meg-
kétszerezte a $C^{14}O_2$ képződését. Ugy látszik, hogy elég
glükóz lépett be a gyökerek végén ahhoz, hogy telítse a
szubsztrátum oxidálódásáért felelős enzimrendszert. Mind
a 2,4-D, mind a 2,4-dinitrofenol /DNP/ lényegesen meg-
növelte a $C^{14}O_2$ keletkezését acetát-1- C^{14} és acetát-2-
- C^{14} -ből, a metilcsoportban lévő szénből százalékosan
több CO_2 keletkezett, mint a karboxilcsoportban lévő
szénből. Ugy gondolták, hogy a 2,4-D, és DNP azáltal se-
gitette elő az oxigén szubsztrátum oxidációját, hogy
blokkolta a szintézis utjait. Jelzett glükóz és glükó-
nát használata szintén azt mutatta, hogy a 2,4-D-vel
kezelt kukoricagyökerek végében a glükóz bomlása majd-
nem teljesen a pentózfoszfát cikluson keresztül ment
végbe. Folytatva ezeket a kutatásokat, azt találták,
hogy ha etiolált gabona csiranövényeket hasonló módon
kezeltek 2,4-D-vel, akkor pentózfoszfát ciklushoz tar-
tozó enzimek aktivitása általános növekedést mutatott.
A növekedést az bizonyítja, hogy megnőtt a ribóz-5-
-foszfát mennyisége, nőtt a ribóz-5-foszfátból kelet-

kezett heptulóz és hexozok mennyisége és nőtt a glükóz-6-foszfát és a 6-foszfoglukonát oxidációjának mértéke, ami a glükóz-6-foszfát dehidrogenáz és a foszfoglukonát dehidrogenáz aktivitásának növekedését jelzi. A glikolitikus ut enzimeinek in vitro vizsgálatai azt mutatták, hogy a 2,4-D-vel végzett kezelés csökkentette a gabona csiranövényekben lévő 6-foszfofruktokináz, az aldoláz és a glicerin-aldehid-3-foszfát dehidrogenáz aktivitását. Ugyanakkor nem változott a foszfoglükóizomeráz, a foszfo-glicerinkináz és az enoláz aktivitása. A piruvátkináz és a foszfoglicerinnutáz vizsgálata nem adott meggyőző eredményt. Az volt a vélemény, hogy a súlypont eltolódását a glikolitikus utról a pentózfoszfát utra nem lehet megfelelően megmagyarázni azon az alapon, hogy a 2,4-D hatott a vizsgált enzimekre.

Három lehetőséget lehet elképzelni:

1. Alkalmazkodó enzim képződése, melyet pl. a gabona csiranövények alkohol-dehidrogenázánál sikerült kimutatni.
2. A glikolitikus ut gátlása és a pentózfoszfát ut működése a csökkent szervetlen foszfát szint által a 2,4-D-vel kezelt növényekben.
3. A pentózfoszfát ciklus stimulálása azáltal, hogy a 2,4-D-vel végzett kezelés következtében megnövekedett a nukleotid szintézis mértéke.

Ez utóbbira azok a kutatási eredmények engednek következtetni, amelyekben a redukált NAD-hoz vagy NADP-t, vagy elektron akceptort adtak, akkor megnövekedett a pentózfoszfát-ciklus részvételi aránya /Key és mtsi 1960/. A 2,4-D használata szójababnál megnövelte az ATP és más nukleotidok mennyiségét. Worth /1964/ azt találta, hogy 10^{-4} M-os 2,4-D, 2,4,5-T, 2,4,6-T és 2,6-DA gátolta a rádióaktív glükóz abszorpcióját a borsó gyökércsucsokban, de nem volt bizonyíték arra nézve, hogy összefüggés van a gyomirtó szer aktivitása és az abszorpció gátlása között. Általában valamennyi vizsgált vegyület csökkentette a glükóz beépülését a sejtfalba, csak gyengén befolyásolta oxidálódását CO_2 -re és növelte beépülését az alkoholban oldható közbeeső termékekbe. A légzésnél keletkező CO_2 vizsgálata során nem találtak összefüggést a C_6/C_1 arány és a gyomirtó szer aktivitása között. Az oxidációra gyakorolt általános hatást nemcsak egyszerűen az okozta, hogy megváltozott a pentóz ut aktivitása, hanem vagy az, hogy a kis koncentrációjú 2,4-D stimulálta a glikolizist, vagy pedig az, hogy csökkent mind a glikolizis, mind a pentóz ut aktivitása. A glikolizist a magas gyomirtó szer koncentrációk erősebben gátolták, mint a pentóz utat.

Az esetek nagy részénél a 2,4-D-vel végzett kezelés növeli a növények szárában lévő fehérjék és szabad ami-

nosavak mennyiségét és ezzel egyidejűleg csökkenti ezeknek a vegyületeknek a mennyiségét a levelekben és a gyökérben.

A növény fejlődésében az öregedésnek, mesterséges öregítésnek, egyes szervek eltávolításának, vírus vagy gomba fertőzések, vagy különböző kémiai vegyületek hatására jellemző elváltozások mutatkoznak. Az anyagcsere-folyamatok a lebontás irányába tolódnak, így a szintetizáló folyamatok gátlásával, vagy a bontó folyamatok fokozottabb működésének az eredményeként csökken a fehérjetartalom, keményítő és nukleinsav-tartalom, és ezzel párhuzamosan a kisebb molekulasúlyú komponensek nagyobb mennyiségben mutathatók ki a növényi szövetekben /Horváth, Lontai 1968/.

Sell és mtsi /1949/ a 2,4-D hatását vizsgálták a bab aminosavainak és fehérjéinek mennyiségére. Hat nappal azután, hogy az egyik primer levelet a gyomirtó szer 1000 ppm-es oldatával kezelték, azt találták, hogy a szárban lévő fehérje mennyisége a kezeltetlen növényekéhez viszonyítva megkétszereződött. Az arginin, hisztidin, izoleucin, leucin, fenilalanin és valin mennyisége nőtt, a lizin és a metionin mennyisége megháromszorozódott. Bizonyíték volt arra nézve, hogy a fehérje jellege megváltozott, mert az összetétele egyes aminosavak %-ában kifejezve megváltozott. A cukroknak, a tartalék szénhidrátoknak és a savval hidrolizálható

poliszacharidoknak az elfogyása, amely a fehérje növekedést kísérte, arra a feltevésre ösztönözte a kutatókat, hogy a fehérje mennyiségének a növekedése a szénhidrátok rovására ment végbe. Ha a babot 2,4-D-vel kezelték, akkor jelentős mértékben csökkent az aminosavak és a fehérje mennyisége a növény gyökerében és leveleiben. Ugy vélték, hogy a fehérje mennyiségének a növekedését a szárban az okozta, hogy a nitrogént tartalmazó anyagok az említett két szervből a szárba transzlokálódtak. Ha szőjabab növényeket úgy kezelték, hogy gyökerüket 25 órára 5 ppm 2,4-D-t tartalmazó tápoldatba merítették, akkor a kezelésnek nem volt hatása a nitrát felhalmozódására, vagy a növényekben lévő összes nitrogén mennyiségére. Mindazonáltal egészen észrevehetően befolyásolta a nitrogén eloszlását a növényekben. A 2,4-D kezelés után 5 nappal a szárban és a gyökerekben több, a levelekben kevesebb fehérje nitrogén volt. A kezelés a proteinázra és a peptidázra hasonlóan hatott, de sokkal aktívabb volt a szárban és a gyökerekben, ahol több fehérje szintetizálódott, mint a levelekben, ahol az összes fehérje csökkent.

Ismert, hogy a hormon alapanyagu gyomirtó szerek bizonyos szelektív hatással rendelkeznek, melyek alapja a növények szerkezeti különbözősége /sztómák, levelek morfológiai adottságai/ fiziológiai állapota, a növények kora, vízellátottsága, vagy a felvételi és a

szállítási mechanizmus eltérő jellege. A Dikonirt, amely a gyakorlatban a kétszikű gyomok irtására szolgál, koncentrációtól függően destrukciót okoz. Preemergens kezelés hatására a csirázási % csökken, a gyökér és hajtás kifejlődése késleltetett és rendellenesség mutatható ki a vízforgalomban, a nitrogén és foszforforgalomban. Poszt-emergens kezelés kisebb mértékben, de szintén előidézi a fejlődés rendellenességeit. A destrukció mértéke a gyomirtó szer koncentrációjának növekedésével növekszik /Lontai, Horváth 1970/.

A foszfor speciális jelentőségű szerepet tölt be a fotoszintézisnél, a nukleotidok keletkezésénél, a légzésnél és a nagyenergiájú kötések képződésénél a fehérjeszintézisnél, a szénhidrátok egymásba való átalakulásánál, stb. Sok gyomirtó szer megváltoztatja a növény foszforabszorbeáló képességét, alapvetően megváltoztatja ennek az elemnek az eloszlását és felhasználhatóságát a növényben és zavarja az alapvető foszforanyagcserét. Nyilvánvaló, hogy az ilyen természetű rendellenességek messzemenően befolyásolják a növény viselkedését. A 2,4-D-vel végzett kezelés után nőtt a foszfor abszorpciója. Babnövényeket permeteztek 0,1 %-os Dikonirttal, akkor mikor magasságuk elérte a 38 cm-t, majd a kezelés után 7 nappal meghatározták a kezelt növények szárában és leveleiben lévő szervesetlen foszfor mennyiségét és azt találták, hogy a levelekben végbemenő éles csökke-

néssel szemben a gyökerekben nőtt a foszfor mennyisége. Nyilvánvaló volt, hogy a levelekből foszfor szállított a gyökerekbe.

Az inszekticidek és herbicidek jelenléte a tápanyagszint eltolódással kimutatható. A vegyszeres védekezés hatására a tápanyagforgalom lelassul, ami a K^+ , P és N tartalom változásában is megmutatkozik. Elsősorban a N és P tartalomban mutatkozik érezhető hiány /Phares és Finn 1971/.

Árpa és kukorica csiranövényeket vizsgálva 2,4-D kezelés hatása alatt, azt tapasztalták, hogy a koncentráció növelésével csökkent a levélszám, a szárazanyag-súly és a pigmenttartalom. A destrukció jól megfigyelhető volt a nitrogén és a foszfor mennyiségének alakulásában /Horváth, Lontai 1971/. Borsó, lóbab és iregi csikos napraforgóval folytatott kísérletek is fiziológiai differenciákat, strukturális változásokat mutattak ki magas 2,4-D koncentráció hatására /Lontai, Horváth, Rojik 1970/.

Ugy látszik, hogy a 2,4-D-vel végzett kezelés barnál, napraforgónál és szójababnál csökkentette a P^{32} felvételét és ennek eredménye, hogy kevesebb P^{32} volt a növényekben. A nukleinsav foszfor kivételével a teljes növényben a foszfor valamennyi megjelenési formája csökkent, csak a szervetlen foszfor mennyisége volt magasabb a kezelt növények leveleiben. Az egyik legjelentő-

sebb változás a nukleinsav mennyiségének a növekedése a 2,4-D-vel végzett kezelés után. A szárban lévő nukleinsav mennyisége megkétszereződött akkor, ha a babot 1000 ppm 2,4-D-vel kezelték. A gyomirtó koncentrációju 2,4-D hatására az uborka szárában megnőtt az RNA és a fehérje mennyisége. A protoplazma mikroszómás részeiben jelentős mértékben megnőtt az RNA mennyisége. A 2,4-D-nek és a 2,4,5-T-nek amin sói kis koncentrációban növelték az uborkanövények szárazsúlyát, hatásukra viszont csökkent az RNA mennyisége. Herbicid kezelés hatására a lóbab csiranövényeknél a gyökér merisztéma sejtekben lejátszódó RNA, DNA szintézis jól tanulmányozható. A kezelés hatására korábban megindul a DNA-RNA közötti korreláció, vagyis serkentő koncentrációban a herbicidek a szintézisek idejét megnyújtják /Jakob 1972/. Brunori /1971/ megállapította, hogy a gátló mennyiségű herbicid kezelés a DNA szintézist is gátolja. Worth /1964/ olyan oldatokban tenyésztette a fiatal gyapotnövények sziklevelének szövetét, amelyben változó koncentrációban 2,4-D volt. Két napos időtartam alatt magas gyomirtó szer koncentrációk hatására megnőtt mind az oldható, mind az oldhatatlan fehérje mennyisége. Az RNA szintézis növekedett és a sejten belül megváltozott a nukleinsav helye. Több RNA-t találtak az oldható fehérje frakcióban és kevesebbet az oldhatatlanban.

A növekedés és fejlődés hormon általi szabályozá-

sának utja a nukleinsav és fehérje anyagcserét érinti, akár azon az úton, hogy új fehérjék szintetizálódását indukálja, akár azon, hogy a meglévő aktivitását váltja ki. Tény, hogy destruktív hatásu, - így egyes növényi szervek eltávolításához hasonlóan vízhiány, stb. miatt a légzés intenzitásának a fokozódása mellett egyes enzimek aktivitása, peroxidáz, kataláz, ribonukleáz - emelkedik /Horváth, Lontai 1968/, mely vagy egy regresszor eltávolításának, vagy új fehérje szintézisének következménye /Lavee, Galston, 1968; Bagi, Farkas 1967/.

A RNase enzim fontos helyet foglalhat el a regulációs mechanizmusban a destruktív hatást követő gyors aktivitás emelkedés révén /Udvardi és mtsi 1967/, mivel funkciója a m-RNS lebontása /Kivity, Vogel, Elson 1968/ és így a nukleinsav szintézis megváltozott irányát adva, a további fehérje szintézisben tölthet be jelentős szerepet.

A 2,4-D a szója hipokotil zónájában serkenti a növekedést az RNS és fehérje szintézist. Aktinomicin-D-vel a fenti hatás gátolható volt. Az auxin által előidézett sejtmegnyulás tehát elsősorban aktív RNS szintézist feltételez. Valószínű, hogy a képződő RNS messenger természetű, az általa irányított fehérje szintézis pedig specifikus enzimek képződését jelenti /Key 1963/.

Az anyagcserefolyamatoknak egyes enzimektől vagy enzimrendszerektől való függéséből arra lehet következtetni, hogy a gyomirtó szerek használata következtében létrejött anyagcsere változások lehetséges oka az enzim

aktivitás megváltozása. Az enzimátikus reagálás egy bizonyos gyomirtó szerre fajonként, sőt ugyanazon növény különböző szerveinél is eltérő lehet. Pl. 2,4-D kezelés hatására a lóbabnál megnőtt az aszkorbinsavtartalommal párhuzamosan az aszkorbinsavoxidáz mennyisége, de idősebb növénynél a növekedés mértéke kisebb, mint fiatal növénynél /Horváth, Nagy, Rojik 1973/. A 2,4-D ellenkező hatást gyakorol a napraforgónál és a zabnál az aszkorbinsavoxidáz aktivitásaira, míg buzacsirában és Castor babban csak mennyiségi különbségek voltak a lipáz aktivitásra gyakorolt hatás terén. Herbicid kezelés hatására az alkohol-dehidrogenáz izoenzimeinek száma növekedett elektroforetikus vizsgálat alapján a kukorica növényénél /Felder és mts 1971/. 28 ppm koncentrációju 2,4-D-vél kezelt lóbab csiranövényeknél jelentősen változott a terminális oxidáció két főenzimjének a peroxidáznak és az aszkorbinsav-oxidáznak az aktivitása /Horváth, Nagy, Rojik 1973/. Herbicid kezelésre a RNase enzim-szint is változást szenvedett. Mind preemergens, mind posztemergens kezelésnél jelentősen emelkedett az enzimaktivitás. A hatást in vitro és in vivo vizsgálva azt tapasztalták, hogy az enzim aktivitás in vivo magasabb volt /Lontai, Horváth, Rojik 1970/.

A gyomirtó szereknek különböző enzimekre gyakorolt hatásairól Worth írt összefoglaló beszámolót. Több enzimre vonatkozó kutatási eredményeiket összefoglalóan az alábbi táblázat tartalmazza. Ha sejtmentes szűrlethez

vagy tisztított enzimhez és szubsztrátumhoz 2,4-D-t adtak, akkor az esetek többségében az gátolta az enzim aktivitását. A kristályosított enzim aktivitása a 2,4-D koncentrációjától függően növekedett vagy csökkent. Az előzőleg 2,4-D-vel kezelt növényekről vett mintákban az aktivitás csökkenhetett vagy növekedhetett, vagy nem szenvedett változást. A kezeletlen növényekről származó kevert szövetekben lévő enzimek aktivitásának mérhető megváltozásához nagyon gyomirtó szer koncentrációk voltak szükségesek, mint azok, amelyek az élő szövetekben hatást tudtak kiváltani.

Táblázat

Polifenol oxidáz

csicsóka	0,1 % 2,4-D	+
----------	-------------	---

Aszkorbinsav oxidáz

árpa csiranövény	0,15 %	-
------------------	--------	---

napraforgó	0,15 %	+
------------	--------	---

zab	0,005 M-os	-
-----	------------	---

bab	0,0125 M-os	-
-----	-------------	---

Kataláz

buza hajtás	5-500 ppm	+
-------------	-----------	---

buza levél		+
------------	--	---

kukorica		
----------	--	--

burgonya		-
----------	--	---

paradicsom		
------------	--	--

Peroxidáz

buza hajtás	5-500 ppm 0-4 napig +	
	5-8 " -	
csicsóka	10^{-6} M-os	+
bab	5×10^{-5} M gátolja a normális szövet növekedést	
napraforgó	0,15 %	+

Loy 1972-ben tök csiranövényeknél különböző vegyszeres kezelés hatására a peroxidáz enzim aktivitásának növekedését figyelte meg. Wagenknecht és mtsi /1951/ nem tudtak az előbbi táblázathoz hasonló összefüggést kimutatni a növény érzékenysége, valamint a 2,4-D-nek és a 2,4,5-T-nek vagy az MCPA-nak a homogenizált árpa föld feletti részének és bab leveleknek és gyökereknek sejtméntes szűrleteiben lévő glikolsav oxidáz és aszkorbinsav oxidáz aktivitására gyakorolt hatásai között. Lee /1971/ dohányyszöveteket kezelt 2,4-D-vel, aminek hatására megsokszorozódott az IAA-oxidázok mennyisége. Különböző izoenzim formák voltak elkülöníthetők Gél-elektroforézissel. Magas koncentrációju kezelés, amely növekedést gátló hatásu volt, gátolta az élesen elkülönülő izoenzim formák elmozdulását elektroforetikusan. Ezekből a kísérletekből megállapították azt, hogy a 2,4-D csak az endogén auxinnál alacsonyabb szinten van hatással az oxidázok izoenzim rendszerére. Ebben az alacsony koncentrációban a 2,4-D növelte a dohányszövet proteinjeinek a

mennyiségét. Singh és mtsi 1972-ben az Atrazin, Simazin és Terbutin hatását vizsgálták 5-6 hetes babnövényeknél kisparcellás kísérletekben. Elektronmikroszkópos struktúraösszehasonlítást végeztek a babnövények hajtásain. Az endoplazmatikus retikulum szerkezetében a kezelés hatására változás volt megfigyelhető. A vesikulák száma növekedett, mely érintette a citoplazmatikus riboszómákat illetve a fehérjemennyiségét. Hogy a 2,4-D magas koncentrációban a peroxidáz és az IAA oxidáz aktivitását emeli, a folyamat tisztázására etiolált és zöld borsó növényeknél is megnézték a két enzim aktivitását és párhuzamot vontak a két kísérlet között. Etiolált csiranövényeknél fényindukció emelte meg a két végoxidáz aktivitását. Whitmore /1970/ Sorghum csiranövényeknél és buza koleoptiljában a herbicid kezelés hatására szintén peroxidáz izoenzimjeinek gyarapodását figyelte meg. Freed és mtsi /1961/ újra megerősítették, hogy a 2,4-D, a koncentrációtól függően képes mind gátolni, mind stimulálni az enzimeket. Kristályos enzimet használva kimutatták, hogy 100 ppm 2,4-D észrevehetően stimulálta a glicerinaldehid-3-foszfát dehidrogenázt, míg 1000 ppm nagyon erősen gátolta azt. Egy 40 ppm-es 2,4-D oldat növelte a glükóz-6-foszfát dehidrogenáz aktivitását, míg 1000 ppm használata esetén az aktivitás csökkent. A peroxidázt a 2,4-D csak gyengén stimulálta és ha 500 ppm-es vagy ennél töményebb oldatot használtak, akkor az nyilvánvalóan

gátolta az enzimet.

Egy enzim viselkedési módja, amely az aktivitás kezdeti stimulálását, majd az ezt követő csökkenést foglalja magában jól látható annál a kísérletnél, amelynek során a 2,4-D-nek a foszforiláz, a foszfatáz, a β -amiláz, a kataláz és a peroxidáz aktivitásra gyakorolt hatását vizsgálták Marquis búzájánál /Wort 1964/. 5 és 500 ppm-es koncentrációt használtak és a kezelés után 8 napig különböző időpontokban mérték az enzimek aktivitását. Az 500 ppm 2,4-D hatására a 24. óra végén foszfatáz kivételével az enzimek aktivitása a kezelt növényekben a kontrollok szintje fölé emelkedett. A négy enzim aktivitása ezt követően csökkent és a nyolcadik napon a kataláz és foszfatáz aktivitása kisebb volt, mint a kontroll növényekben. Feltételezték, hogy az alacsony 2,4-D koncentrációk azért stimulálják az enzimet, mert a 2,4-D résztvehet egy szubsztrátum szabályozó enzim komplexumban, amelynek aktivitási energiája kisebb, mint az enzim szubsztrátum komplexé. Nagyobb mennyiségű 2,4-D felhalmozódása egymástól függetlenül telitheti mind az enzimet, mind a szubsztrátumot, így az enzim-szubsztrátum kombinációk lehetséges pontjainak száma csökken és a reakció lassul. Az alacsony 2,4-D koncentráció módosíthatja az enzimet és hatásosabb katalizátorrá teheti, de ha a fehérje felületén további 2,4-D molekulák adszorbeálódnak, akkor a szerkezeti változás mindinkább komo-

lyabbá válik, amelyek következtében a katalizáló képesség csökken. Olyan adatokat közölnek, amelyek alátámasztják azt a feltevést, hogy a 2,4-D fizikai erő segítségével adszorbeálódhat az enzim-fehérjék felületén. A 2,4-D-nek kristályos α -amilázra gyakorolt hatása nem támasztotta alá azt a lehetőséget, hogy az adszorbeált 2,4-D azáltal módosította az enzim aktivitását, hogy korlátozta, vagy megváltoztatta az energia szállítást a fehérjében. Azt a tényt, hogy a 2,4-D gyorsította a torma peroxidáz aktivitásának esökkenését, valamint megváltoztatta a peroxidáz aktivitás hőoptimumát 45 °C-ról 35 °C-ra, annak alátámasztásaként értékelték, hogy a 2,4-D adszorpciója megváltoztatta a fehérje szerkezetét úgy, hogy megváltozott az általa katalizált reakció kinetikája. Az adszorpciós hipotézis egy lehetséges magyarázatát adja annak a ténynek, hogy a 2,4-D általában inkább nem specifikusan gátolta az oxigén felvételét a mitokondriumok által abban az esetben, ha a Krebs ciklus különböző közbeeső termékeit használták.

A fehérjékben és a szabad aminosavakban a 2,4-D-vel végzett kezelést követően végbemenő minőségi és mennyiségi változásokból arra lehet következtetni, hogy a gyomirtó szer közvetlenül az enzim-fehérje részére hathat. A fehérjére gyakorolt hatásra mutathat az a tény is, hogy a gyomirtó szer a különböző növényfajokra különbözőképpen hat, ezt támasztja alá az a nézet, hogy a szervezet spe-

cializálódása alapján véve a fehérjék specifikusságának a kérdése. A vélemények megegyeznek abban, hogy az enzimek aktivitásának megváltozása a 2,4-D hatására az esetek többségében közvetett úton megy végbe. Végbemenhet azoknak a hatásoknak a következtében, amelyeket azokra a körülményekre gyakorol, amelyekben az enzimatis reakciók végbemennek, tehát a pH-ra, a hidratációra, az anyagellátottságra, amely az apoenzim és a koenzim keletkezéséhez szükséges, vagy pedig az endorganikus reakcióhoz szükséges és az ATP által termelt energia ellátottságra. Az enzimek aktivitását befolyásolhatják azok az anyagcseretermékek is, amelyek a gyomirtó szer által előidézett reakciók során keletkeznek.

Bagardjieva és mts /1971/ valamint Ford és mts /1972/ vizsgálták uborka csiranövényeknél a herbicidhatást. Mérték a peroxidáz, polifenoloxidáz, G-6-P -dehidrogenáz aktivitását, virusfertőzött és fertőzésmentes növényeken. A virusfertőzött és a magas koncentrációju 2,4-D-vel kezelt növények öregedő anyagcserét mutattak, emelkedett az enzimaktivitás és a légzés a kontrollhoz viszonyítva.

Montalbin és mts /1972/ fungicidek enzimaktivitásra gyakorolt hatását vizsgálva megállapították, hogy a gombafertőzött növény emelkedő peroxidáz és kataláz aktivitását a fungicid kezelés csökkentette és az értéke a kontroll szintje körül mozgott. Hepler és mtsi /1972/ a herbicidek hatására bekövetkező peroxidáz enzim aktivitását

és lokalizáltságát vizsgálták. Megállapítást nyert, hogy a magas koncentrációban alkalmazott szerek fokozták az enzim aktivitását és fokozták a lignifikációt. A lignifikáció helyileg is és a folyamat előrehaladásával is megemelte az enzim aktivitását. Wort /1964/ úgy vélte, hogy 2,4-D hatására a szulfhidril enzimgátló anyagok, mint pl. kumarin származékok keletkeznek. Egy enzim, amelynek aktivitását közvetlenül ténylegesen nem befolyásolja egy gyomirtó szer, mégis változásokat mutat a gyomirtó szer hatására, mert a szubsztrátumon keresztül más gyomirtó szerre érzékeny enzimek aktivitásától függhet. Sok enzim látszólagos aktivitása közvetett módon megváltozhat vagy az aszkorbinsav /Wort 1964/, vagy a B vitamin csoportba tartozó néhány vegyület koncentrációjának megváltozása következtében, valamint az enzim keletkezéséhez rendelkezésre álló fémionok, vitaminok és aminosavak mennyiségének megváltozása következtében. Osborn /1964/ szerint a 2,4-D fenntarthatja olyan enzimek, mint a peroxidáz és pektin metilesteráz eredeti állapotát. Hangsúlyozta, hogy a 2,4-D és a 2,4,5-T megakadályozhatja, vagy késleltetheti a peroxidáz aktivitásának növekedését és a pektinmetilesteráz aktivitásának csökkenését, amelynek a levél öregedésével kapcsolatos lebomlási folyamatoknál van szerepe, befolyásolja a sejtosztódást. Az uborkával és kukoricával végzett kísérletek azt mutatják, hogy a 2,4-D hatására megnövekedett az RNA tartalom és lassult a

szövetek öregedése. Egyes esetekben az RNA csökkenését észlelték a 2,4-D-vel kezelt növényeken, mely kisebb mérvű fehérjetartalom csökkenéssel járt együtt. A riboszómákban találták a legtöbb RNA-t. Az említett hatások tekintetében nagy különbségeket találtak növényfajonként.

Bottrill /1965/ megállapította, hogy a 2,4-D képes volt az oxidatív foszforiláció megbontására, de a növekedés gátlása nem kapcsolatos ezzel a bontó hatással.

French és Beevers /1953/ mind az IAA, mind a 2,4-D alkalmazásakor légzésserkentést tapasztaltak. Az oxidatív foszforilációra való hatás tekintetében azonban a két vegyület hatása eltérő. Kimutatták, hogy a 2,4-D szétkapcsolja az oxidációt és a foszforilációt, majd a két folyamat közül a légzést serkenti, a foszforilációt nagymértékben gátolja. Az indolecetsavra egyaránt jellemző a légzésserkentés és az oxidatív foszforiláció meggyorsítása. A hatás további jellemzője, hogy a légzés a pentózfoszfát ciklus irányába tolódik el /Wedding és Black 1961/.

Fogelberg és mtsi /1957/, majd Key és mtsi /1966/ kimutatták, hogy a 2,4-D tumoros sejtburjánzást kiváltó adagjai a mitokondriumok morfológiai és funkcióbeli megváltozásait idézik elő. In vivo körülmények között az oxidatív és foszforilációs folyamatok élenkülését mutatták ki. Magasabb koncentrációban $/10^{-3}M/$ alkalmazott 2,4-D viszont gátolja a foszforilációt /Maciejewska, Potapczik 1955/. A foszforilációban bekövetkező változá-

sok a mikroszómákban lejátszódó folyamatokat is érintik. Itt elsősorban a ribonukleinsav és proteinszintézis függ a foszforiláció mértékétől. Babban Schell és mtsi /1949/ kimutatták, hogy 2,4-D növekedést serkentő adagjaira élénkül a protein szintézis, toxikus koncentrációi az ellenkező irányu folyamatot vonják maguk után.

Igen nagyszámu az a közlemény, ami a fungicidek, herbicidek, peszticidek és a fertőzőses rezisztencia kapcsolatával foglalkozik. Összefüggés mutatkozik az endogén hormonszint és az ellenállóképesség között. Gertman és Fuchs /1971/ vizsgálatai szerint a növények fejlődéséhez feltétlenül szükséges, hogy a fejlődési hormonok között /IAA, kinetin, gibberellinsav/ meglegyen. Ha az egyensúly megbomlik, rezisztencia szempontjából több probléma adódhat. Különböző növényvédő szerek hatására a hormonarány csiranövényeknél eltolódhat. Ez kimutatható a növények szintézisfolyamatainak megváltozásában és magával vonhatja a rezisztencia csökkenését. Veinbrats és Rowan /1971/ az "Alar" nevű növényvédő szert vizsgálva megállapította, hogy antagonista a gibberellinnel, fuzáriumos megbetegedésnél a gibberellin működését gátolja. Növekedést visszatartja a kétszikűeknél, csak néhány egyszikű faj kivétel. Ez a hatás azért káros, mert ha a normál endogén hormonszint nincs meg a növénynél, akkor sokkal hamarabb fertőződhetnek. Pozitív szinergizmusban van viszont a gibberellinnel a Foszfond és a CCC. Ebrahim és

mtsi /1972/ különböző rendszertani kategóriájú növényeknél próbálták a vírusrezisztenciát növelni és növényvédő szerek is kipróbálásra kerültek. Általánosságban az volt a megállapítható, hogy a vírusfertőzést teljesen eliminálni nem lehet. Pinthus és mtsi /1972/ megállapították, hogy buzamutánsok rezisztenciája Terbutrynnal /2-butil-amino-4-ethylamino-6-methylthio-S-triazin/, paradicsom-mutánsoké Difenamiddal /N-W dimethyl-2-2-diphenilacetamide/ növelhető volt. Mindkét növény mutánspopulációját etil- metán- szulfonátos kezeléssel hozták létre és ezeknek az indukált mutánsoknak a rezisztenciája az alkalmazott herbicidekkel növelhető volt. Sosnová és mts /1972/ kórokozókkal károsított növényeknél azt tapasztalta, hogy megnövekszik az antocián tartalom és foszforhiány tapasztalható. Különböző növényvédő szerekkel védelmet nyújtottak a növényeknek és ebben az esetben foszforhiány és antociántöbblet nem volt tapasztalható. A vírusinfekció is ugyanilyen károsodást okozott, de ezt a hatást eliminálni nem tudták. Montgomerie és mts /1972/ különböző fungicidekkel, /amelyeket talajba juttattak/ limitálták a kultúrákon fellépő phytophtóra fertőzéseket.

Igen sok közlemény foglalkozik a növényvédő szerek /fungicidek, herbicidek, peszticidek/ sejtosztódására gyakorolt hatásaival. Tornkins és Grant /1972/ az S-triazin inszekticidnek más szerekkel hasonlították össze a citológiai hatását árpnál és tradescantiánál. Az árpanagvakat magas koncentrációju oldatban csiráztatva

kromoszómális aberrációt észleltek és a *Tradescantia* klónokban szomatikus mutációt. Az árpánál a csirázási százalékot redukálta az inszekticid és a citológiai hatáson kívül fiziológiai változást is okozott. A *Tradescantia* klónokat különböző metodikával kezelték virágzás előtt. Gyapotadszorbensen keresztül szivatták fel a növényeknél a vegyületeket és számos mutációt kaptak, ami a virágokban következett be.

Hormonális herbicidek /2,4-D, 2,4,5-T, 2,5-D, MCP, SES/ hatását vizsgálták a mitózis fázisaira és egyéb sejt-tani folyamatokra a *Tradescantia reflexa*, *Vicia faba*, *Allium* sp. és *Triticum vulgare* különböző funkcióju sejteinél /Sawamura 1964/. A herbicidek által indukált rendellenességek: kromoszómahidak, a kromoszómák pólusokra való mozgásának lelassulása az anafázisban, két vagy többmagvu sejtek, a merisztéma szövet differenciálódásának gátlása, befejezetlen sejtfalképződés. A termesztett növényeknél a herbicidek által előidézett deformálódások ezekkel a rendellenességekkel kapcsolatosak.

Shaikh és Godward /1972/ a Lorox radióaktív sugárzáshoz hasonló hatását összehasonlította γ -sugárzással a *Lathyrus* és *Vicia* fajok mitotikus sejtosztódásánál. A gyökérmerisztéma sejtekben a sugárzás is és a Lorox is meglehetősen nagyszámu aberrációt hozott létre. A kezeléseket a meiózis folyamán és a virágbimbóknál is eltéréseket hoztak. A T_0 magvakat elvetették, vizsgálták a T_1 nemzedék növényeit. A magvakat ismét elvetették és vizs-

gálták a T_2 növényeket is. A normál kromoszóma szerelvényhez viszonyítva a kezelés aberrációkat okozott. A T_1 nemzedékben intenzív volt a fragmentálódás. A T_2 -ben fragmentálódás és hid-képződés volt megfigyelhető. A T_2 növény pollenanyasejtjeiben szélesebbek lettek a kromoszómák és egyenlőtlen méretű sejtek jöttek létre a második meiótikus osztódás után. Shaikh /1972/ több Lathyrus és Vicia fajnál kezelés hatására a T_1 és T_2 generációkban pollensterilitást talált.

Wuu és Grant /1966 a/ Lorox 500 ppm-es oldatával 24 óráig kezelt magból kikelt növények pollenanyasejtjének citológiai vizsgálata alapján megállapították, hogy az összes sejtek abnormális meiózisuk. A rendellenesség kromoszóma tapadásban, kromatintest képződésben, citoplaszma barázdáltságban, kromatinanyag egyenlőtlen eloszlásában nyilvánult meg. Gentile és Gallagher /1965/ peszticidekkel végzett kísérleteinél megállapította, hogy a szerek in vitro petunia pollencsírázását és pollentömlő megnyulását redukálták, illetve gátolták. A gátlás mértéke a koncentráció függvényében erősödött. Hrisztova és Popova /1972/ a kecskeméti 363-as paradicsomot keresztezték bulgár fajtákkal és a hibridkombinációk heterózishatásán tulmenően vizsgálták a fehérje alakulását herbicid kezelésre. Sato /1968/ különböző vegyszerekkel kezelt Vicia gyökércsucsát vizsgálta. A merisztémában változás következett be a mitótikus ciklusnál. Az interfázis rövidült. H^3 timidinnel jelezve, azt tapasztalta,

hogy az osztódó sejtek 2 óra után csak 30 %-ban mutattak normál mitózist. Shaikh /1970, 1973/ morfológiai, kromoszómális és magképzési rendellenességeket figyelt meg Viciánál és Lathyrusnál vegyszer hatására és sugárzásra. Pödörödött, villás, kis és nagy levél alakulás, a hatások elszíneződése, a petesejtek felszivódása termékenyülés előtt és defektes hímaméták, mind megfigyelhetők voltak. A kapott magvak márványosak. Tulajdonképpen génkicserélődés következett be a kezelés utáni T_1 nemzedékben, melyet az eredeti kezelés indukált. Obe /1972/, Kihlman és Kronborg /1972/, Miller és Colaiace /1972/, McEwen /1972/ kolchicinnel poliploidokat állítottak elő Vicia fajtákon. Koffeinnel szintén kromoszóma szerelvénybeli változásokat idéztek elő és ezeket összehasonlították herbicidhatással. A koncentráció függvényében mitotikus index eltéréseket, aberrációkat és hidakat irtak le. Sjödin /1970, 1971/ mutagénekkel létrehozott mutánsoknál /Vicia/ inverziót és kromoszóma transzlokációt irt le. A kromoszómális, morfológiai, transzlokációs és inverziós változások igen jól láthatók, mert a $2n$ kromoszóma szerelvény kromoszómái nagyok, alakjuk és formájuk tökéletesen leirt. Az indukált mutánsoknál a levelek, magvak alapján igen széles skálájú mutáns egyedek jöttek létre. A virágzat elhelyezkedése is jó pár mutánsnál változott.

A posztemergens Dikonirt kezelés a lóbab és a borsó sejtosztódására töményebb koncentrációban káros hatású,

melyet a meta- és anafázis számának csökkenése mutat. A profázis a legkevésbé szenzitív /Rojik, Horváth, Lontai 1969/. A fitohormonok és hormon alapú gyomirtó szerek mitózisos aberrációit és ezek kihatását a későbbi fejlődésre, a megnyúlásos növekedést figyelembe véve vizsgálták egy- és kétszikűeknél. Főleg a gyakorlati disznóvénytérmesztés tudja hasznosítani az elért eredményeket a virágzás idejének befolyásolásával /Frenkel és Dych 1972; Tsukamoto és mtsi 1968/.

Mäkinen /1963/ a savak közül legalaposabban az ecetsav hatását tanulmányozta, mely 10^{-3} és 10^{-4} M koncentrációban a kromoszómák összetapadását, álhidképződést, rögösödést, sejtmag degenerálódást és kromoszóma töréseket okoz, továbbá gátolja a magorsó kialakulását. A propionsav erőteljes C-mitózisokat vált ki, míg a vajsav kevesebbet. Az oxál- tej- és citromsav részlegesen okoz tapadásokat. A H_2O_2 az ecetsavéval megegyező töménységben kromoszóma törést nem idéz elő, összetapadást és rövidülést, és a magorsó kialakulását is gátolja. A savak hatása az aciditás növelésén keresztül érvényesülhet, míg a H_2O_2 -é az oxido-redukciós viszonyok megváltozása révén, de más hatásmód is elképzelhető. A szerves savak a gyökér morfológiai és anatómiai képét is megváltoztatják a sejthártyák permeabilitásainak befolyásolásával.

Gentile és mts /1971/, Islam /1971/ megállapítási szerint paradicsom és petunia pollenének csirázását 1000

ppm-es töménységben gátolták az inszekticidek. A redukció a pollen csirázásánál, a pollentömlő megnyulásánál következett be Parathion, Dicophol és DDT hatására. A redukció eltérő mértékű volt a szereknél. A kezelés paradicsomnál megbontotta a termékenyülési lehetőséget. Hasonló tapasztalatokat írnak le burgonyánál, amikor beltenyésztéses megtermékenyülés van, vagy keresztezéseknél, inszekticidek alkalmazásának a hatására.

Phosdrin inszekticid és Bladex herbicid hatása a *Vicia faba* és *Tradescantia* sp. gyökércsucsánál citológiaiilag éppen úgy hatott, mintha mindkét növény magvát etil-metán-szulfonát kémiai mutagénnel kezelték volna. Fragmentek, hidak, többpólusu anafázis és szétterülő kromoszómák voltak megfigyelhetők /Ahmed és Grant 1972/. Peszticideknek citológiai hatását hasonlították össze árpánál és *Tradescantiánál*. Az árpamagvak peszticidoldatos kezelés hatására a kontrollhoz viszonyítva rosszabbul csiráztak, a növekedésben és mitotikus osztódásban aberrációk jöttek létre. A *Tradescantiánál* szomatikus aberráció mutatkozott /Tomkins és Grant 1972/.

2,4-D 160 illetve 333 ppm-es kezelésből származó T_1 nemzedék meiózisa rendellenes párosodást és egyoldalú hosszú bridge képződést mutatott a pollenanyasejtek meiózisos osztódásánál /Rojik, Horváth, Lontai 1973/.

Preemergens herbicidkezelés mitózis zavarokat okozott kukoricánál, dicentrikus hidak keletkeztek /Rhoades és Dempsey 1971/.

Wuu és Grant /1966 b/ kromoszóma aberrációkat mutatott ki peszticidek és herbicidek hatására árpagyökércsucs sejtosztódásnál a kezelés utáni második nemzedékben.

Vicia faba és Pisum sativum gyökérmerisztéma sejtjeinél a Dikonirt csökkentette az osztódás intenzitását és a normálistól eltérő kromoszóma változásokat okozott /Rojik, Horváth, Lontai 1969/. Badr és mtsi /1972/ megállapították, hogy a peszticidek a para-dichlorobenzénhez hasonló morfológiai változást okoztak a Vicia faba kromoszómáin. A sejtosztódás menetét is időben megnyújtották. A p-dichlorobenzén és a peszticidek magas koncentrációban a csirázó magvak gyökerének rövidülését és feketedését okozták turgorjuk elvesztésével.

Kukorica gyökércsucs merisztémájában az osztódás ütemét erősen csökkentette mind a poszt- mind a preemergens kezelés /Kertész, Molnár, Horváth 1972/.

Ahmed és Grant /1972/ megfigyelése szerint fungicid kezelés a Tradescantia és Vicia magvaknál változást okozott a gyökércsucsban. A fungicidet 1- 2- 5- ppm koncentrációkban 1- 2- 3- órás kezelésben alkalmazták. A citológiai abszormalitások éppen olyanok voltak, mint amelyet a kolchicin indukál. Így C-mitózis, sok-magvas sejt, poliploidia. Tehát a fungicidek ilyen alacsony koncentráció mellett is citológiai károsodást okoznak. Sjödin /1971/ ionizáló sugárzással kromoszóma transzlokációt indukált Vicia fabanál és ezzel párhuzamosan kémiai

mutagéneket és 2,4-D-t is használt kezelésre. Ezeknél a kísérleteknél 198 különböző transzlokációt állapított meg, 109-et részletesen analizáltak. A transzlokáció következményeként sterilitási zavarok léptek fel.

Wort /1964/ közleményében foglalkozik a szövetek szétszakadásával és az azokat okozó sejtosztódással és szövetburjánzással. A magyarázatot az enzimek reakciójában, a sejtfalak fellazulásában, a légzéssel való interferenciában, valamint a normális fehérje szintézis megzavarásában keresik.

A 2,4-D megkötődése a szövetekben világosan kitűnt azokból a kísérletekből, amelyekben éretlen magvu aprószulák növényeket permeteztek. Amikor azután a megérett magokat későbbi időpontban csiráztatták, a sziklevelek és az első levelek határozott 2,4-D tüneteket mutattak. Fenológiai hatást állapítottak meg olyan kajszi csemetékben, amelyek 17 hónappal azután fejlődtek, hogy a magkeményedés idején klórfenoxivegyületeket permeteztek a gyümölcsre. Mc Ilrath és mtsi megállapították, hogy a 2,4-D alkalmazása előtt kötött gyapottokból származó csiranövények abnormálisan fejlődtek.

Mindezek a megfigyelések arra mutatnak, hogy a 2,4-D és az auxinhoz hasonló egyéb vegyületek számos hónapon át megmaradhatnak a növényi szövetekben, vagy szervekben. A magban felhalmozódott herbicidek az utódokban elváltozásokat idézhetnek elő.



A közlemények igen nagy része foglalkozik a lóbabbal /*Vicia faba*/. Laboratóriumi és szabadföldi kísérletek között vizsgálták a herbicidek hatását elsősorban a mitózisra és meiózisra. T_0 , T_1 , T_2 és további nemzedékekben is vizsgálták ezeket a hatásokat. Legtöbb esetben sugárzás hatásokat hasonlítottak össze peszticid és herbicid okozta hatásokkal. Sok hasonlóság figyelhető meg a két hatás között /Sjödín 1971, El Mahdi és mtsi 1972, Slotova és mtsi 1971/.

Grant /1972/ a peszticideket és a herbicideket az evolúció lokális mozgatóinak tartja. Az az egy %-nyi kulturnövény a közvetlen környezete hatása alatt jelentősen változik genetikai állagában és a vegyszerek felhalmozódása mintegy másodlagos örökletes változást idéz elő. A citológiai és a morfológiai abnormalitások megfigyelhetők és körülírhatók genetikai és biokémiai mutatókkal. A dohánymagbaknál az egyes magalkotó részek redukciója, a kromoszóma hasadások hasonlóak a kolchicin kezeléshez, mint ami végbemegy poliploid sejteknél és a növények populáción belüli szaporodásával az utódnemzedékekben lényegbeli változás mutatható ki. Paradicsomnál három generáción át ugyanaz a kromoszóma abnormalitás volt látható. Az Atrazin is lényeges aberrációt hoz létre, sárga-csikos és pödörtlevelű mutánsok figyelhetők meg a T_2 -ben. A kukorica növények és a gabonafélék részleges sterilizálásának átadása is megfigyelhető az utódnemzedékekben a

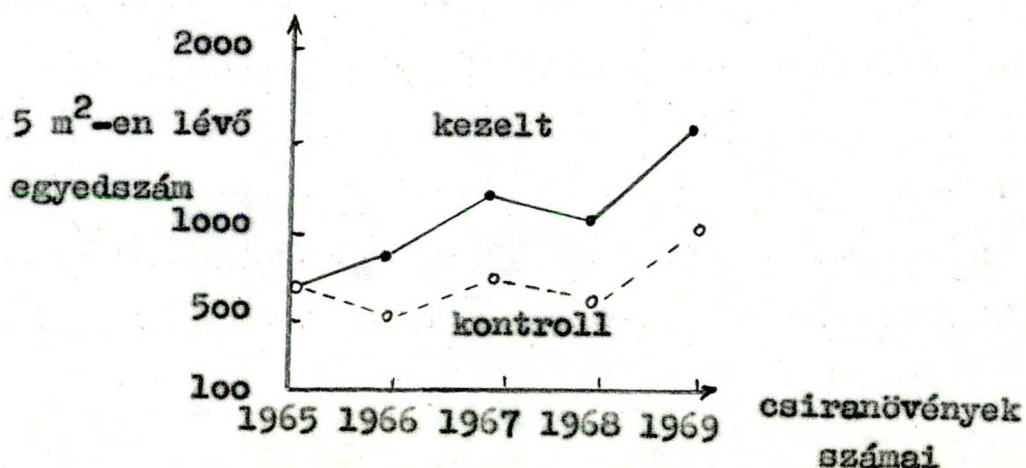
kolchicin kezelés hatására. A napraforgónál is mutánsformák jöttek létre. Az organikus-foszfát tartalmú inszekticidek is aberrációt okoznak. A fungicidek is abnormalis kromoszóma szerelvényt és poliploidokat produkálnak. A fertilitás csökken a peszticid kezelések hatására. Tehát lényegesen változik peszticid hatására a flóra és a fauna is. A dominancia faktorok a vegetáció folyamán igen kifejezővé válnak a kezelés folyamán. A kezelések a szervezetek egyes csoportjait nem érintik, így, de minden esetben élesen elhatárolhatók a herbicidek hatására bekövetkező változások. Még sok laboratóriumi kísérletet ismerünk, ahol a peszticidok citogenetikai bélyegeket károsítanak és ezen keresztül is lehetséges a hatást általánosítani, hogy a peszticidok szerepet játszanak a flóra és a fauna természetben történő megváltozásánál. Ilyen értelemben általános biológiai szemlélettel nézve világos a peszticidok evolúciós szerepe. Az összes növény evolúcióját befolyásolhatják. Ezt az összefoglalót 1967-ben írta Grant. A génrezisztencia hatásai világosabbá válnak. A DDT-t és Dieldrint találták először, hogy olyan mutációkat idéznek elő melyek természetesen rezisztensek. *Drosophyláknál*, szunyogoknál, házi legyeknél találtak ilyen alakokat. Az inszektáknál ezeket a változásokat a vegyületek hat osztálya - 1. a DDT és analógjai, 2. a DHC és aklodién származékok; dieldrin, aldrin, endrin, izodrin, előrdán, heptaklór,

taxafén, 3. szerves foszforvegyületek, 4. piretroit, 5. karbamátok, 6. akaricidések/ okozta. 224 faj inszektát vizsgáltak meg.

Mind a herbicidek, mint az inszekticidek a növényeket is befolyásolják. Az árpánál számos különböző variációt inszekticid hozott létre. Megfigyelték, hogy herbicid kezelésre a növények paralell változása számtalan esetben új változatot hoz létre a Daucusnál és a Cardusnál. A 2,4-D és a 2,4,5-T-nek igen széles publikációs területe van, talán az összes herbicid közül a legtöbbször domináns komponensként hatnak az egész vegetációra. Nagyon sok növényfaj természetes populációban él inszektákkal együtt. A gazdanövény életciklusa változtatja az ott élőket is. Körülbelül 50 gerinctelen állatnál figyeltek meg összefüggést növényekhez kapcsolt változásnál. Ez a hajtás és magevőknél fordul elő. /Ábra szabadon Grant Után/.

Melampyrum csiranövények populáció sűrűségének
ábrázolása

/Módosítva: Kertész-Horváth/



Egy kísérleti év után kétszer akkora mennyiségű a kezelt növények populáció areája, mint a kezeletlen kontrolloké. Ezekután szükséges-e feltenni a kérdést, hogy a peszticidek előremozdítják az evolúciót? Az evolúciót négy alapvető folyamat viszi előre:

1. mutáció
2. genetikai rekombináció
3. természetes szelekció
4. izoláció

Valamennyi peszticid világosan mutatja, hogy mutagén, képes mutációt indukálni, mely segíteni tudja a speciációt, vagyis a fajjá válást. A peszticidek serkentik egy faj reprodukivitását, új vonal, vagy faj keletkezhetik hatásukra, melyeket a szelekció fenntart. Valamennyi peszticid és valamennyi szerves foszfor-inszekticid okoz kromoszóma elkülönülést az anafázisban, ezzel segíti a fajalakulást. Az egyedek közötti hibridizáció, vagyis a reprodukтив folyamatok peszticidekkel módosíthatók, ez a fajjá válást közvetlenül vagy indirekten kromoszóma duplázódással segíti. A peszticidek olyan ágensek, melyek hathatósan megfigyelhetők az evolúció előmozdításánál.

Anyag és módszer

A kísérleteket MV-530-as kukoricával /egyszeres keresztezésű martonvásári hibrid/, lóbabbal, fehér gyöngybabbal, Express" borsóval, "Rajnai fűrtös" uborkával, "Magyar kincs" sárgadinnyével és "Szentesi sárgahusu" görögdinnyével végeztük, melyek Magyarországon forgalomban lévő fajták.

A magvakat szabadföldön 1 m^2 -es parcellába vetettük. A kezelést kukoricánál preemergensen 1, 2, 4, 10 és 20 g Dikonirt/ m^2 mennyiségben alkalmaztuk. A vetéssel egy időben végzett kezelés mellett alkalmaztuk a postemergens kezelést is alacsony és magas koncentrációban. Kétszikűeknél 0,05 g 2,4-D/ m^2 és 0,20 g 2,4-D/ m^2 mennyiséggel végeztük a preemergens kezelést, valamint esetenként alacsony és magas koncentrációjú postemergens kezelést alkalmaztunk. Laboratóriumi vizsgálatoknál szintén alkalmaztuk mindkét kezelési módot alacsony és magas koncentrációban.

A szabadföldi kísérleteknél 3-3 párhuzamos parcellát állítottunk be.

Figyeltük a kelés időpontját, 2-3 naponként a növekedés intenzitását. Mértük a gyökér és hajtás hosszát, megfigyeltük a levél és gyökérszám alakulását, a bimbó megjelenés időpontját. A termést begyűjtöttük további vizsgálatokhoz.

Laboratóriumi körülmények között a magvakat Petri-csészében csiráztattuk 23 C⁰-os sötét termosztátban, majd fénytermosztátban műanyag tenyészedényekben neveltük tovább, vizkulturában /Horváth, Lasztity 1965/. Itt preemergens és posztemergens Dikonirt kezelést alkalmaztunk, 0,33 ppm, ill. 6 és 28 ppm-es töménységben. Kukoricánál 0,105 g 2,4-D/tenyészedény és 0,210 g 2,4-D/tenyészedény koncentrációt használtunk. A kontroll növények azonos körülmények között csapvizen voltak.

A citológiai vizsgálatokhoz 2-3 napos csiranövények gyökércsucsából készült karminecetsavas friss preparátumokat, a pollenmeiózis vizsgálatához frissen begyűjtött bimbót használtunk. A különböző meghatározásokhoz a gyökereket illetve a leveles hajtást dolgoztuk fel, gyöngybabnál a sziklevelet is. A kísérleteket 5-8 ismétlésben a kezelés 3. napjától 14. napjáig végeztük.

Az összes oldható fehérjét Folin-Biuret reakcióval /Lowry és mások 1951/, a pigmenteket Smith-Benites /1963/ módszerével határoztuk meg. A szermaradványokat a Kertészeti Egyetem Kémiai Tanszékének beállított módszere alapján /Tóth, Rónáné, Balázs 1972/ állapítottuk meg.

A peroxidáz enzimet Solymossy-Farkas /1963/ módszerre alapján mértük, eredményként a 2 perces aktivitást vettük figyelembe. A kataláz enzimet Kisbán és mások /1964/ szerint.

A növények indol-hidroxiláló képességének mérésére a következő módszert használtuk: 1 g friss növényi anya-

got 10 ml 6 pH-ju foszfátpufferben elhomogenizáltunk. /A puffer minden ml-e 100 - indolt tartalmazott oldott állapotban/. 5 órát inkubáltuk szobahőmérsékleten, majd az enzimműködést éterrel leállítottuk. Az indol és származékait éteres frakcióba vittük, bepároltuk. A száraz maradékot éterben feloldottuk, vékonyréteg szilikagélen futtattuk. Szolvens, benzol:aceton 90:10 arányu elegye. A kromatogramot van-Urk reagenssel előhívtuk. 24 órás állás után az indolt és származékait abszolút alkoholban kioldottuk, 2 órás ülepités után 540 nm-es hullámhosszon mértük az oldatok extinkcióját.

A származékok összehasonlításához a Fenton-Cier rendszerrel kapott indol-hidroxi származékok kromatogramját használtuk fel. A mennyiségi meghatározást indol kalibrációs görbe segítségével végeztük /Horváth 1974/.

Kísérleti eredmények ismertetése és értékelésük

Kísérleteinkben szabadföldön és laboratóriumi körülmények között arra a kérdésre igyekeztünk választ keresni, hogyan befolyásolja a vegyszeres gyomirtás a termesztett kultúrnövények általunk vizsgált képviselőit. Mivel hazánkban a legelterjedtebb gyomirtó szerek közé tartozik a 2,4-diklórfenoxiecetsav-Na-sója a Dikonirt, ezért ezt a vegyületet használtuk fel. A vizsgálatoknál

használt különböző anyagcseréjű növények, igen széles skálán helyezkednek el szerérzékenység szempontjából. Az egyszikű kukorica ugyan jól tűri a Dikonirtot, mégis előfordulhat, hogy gondatlan kezelés következtében túl nagy dózist kap, s ez már befolyásolja anyagcseréjét, és az átörökítés menetét. A kétszikű kulturnövények csak véletlenül kaphatnak a Dikonirtból, de ez a véletlen az öntözés nyíltvízi csatornás elterjedésével egyre gyakoribbá válik. Ez nemcsak a T_0 nemzedékben okozhat destrukciót, hanem a szermaradványok a T_1 , sőt további nemzedékekben is súlyos anyagcsere zavarokat okozhat.

Elsősorban a T_0 nemzedéknél végeztünk széleskörű vizsgálatokat a fenológia, citológia és az anyagcsere élettan területén. A T_1 nemzedék vizsgálatához egyszikűek közül a kukoricát, kétszikűek közül a lóbabot választottuk reprezentánsnak, mivel e két növény átlagos helyet foglal el a két eltérő anyagcseréjű osztályban, Dikonirt érzékenység szempontjából.

A vizsgálatokat a következő sorrendben és területeken végeztük:

1. Szabadföldi kukorica fenológiai megfigyelése.

Kétszikűeknél fenológiai megfigyelés.

2. Kukorica T_0 nemzedékeknél bekövetkező citológiai aberrációk.

Kétszikűek T_0 nemzedékénél bekövetkező citológiai aberrációk.

3. Kukorica T_0 , T_1 nemzedékének citológiai, fenológiai összehasonlítása.
Lóbab T_0 , T_1 nemzedékének citológiai, fenológiai összehasonlítása.
4. A 2,4-D maradvány gázkromatográfiás meghatározása kezelt T_0 lóbab termésében.
Kétszikűek összes oldható fehérje és pigmenttartalmának változása.
Kukorica peroxidáz aktivitása, a vizsgált kétszikűek peroxidáz, kataláz aktivitása, valamint indol hidroxiláló képességének változása.

1. Szabadföldi kukorica fenológiai megfigyelése

Kísérleti növényként az egyszikűek közül a kukoricát választottuk, azzal a megfontolással, hogy hazánkban ez foglalja el a vegyszeres művelésű területek jelentős részét. Vizsgálatainkban a szabadföldi kísérleteknél preemergens Dikonirt kezelést végeztünk növekvő koncentrációban.

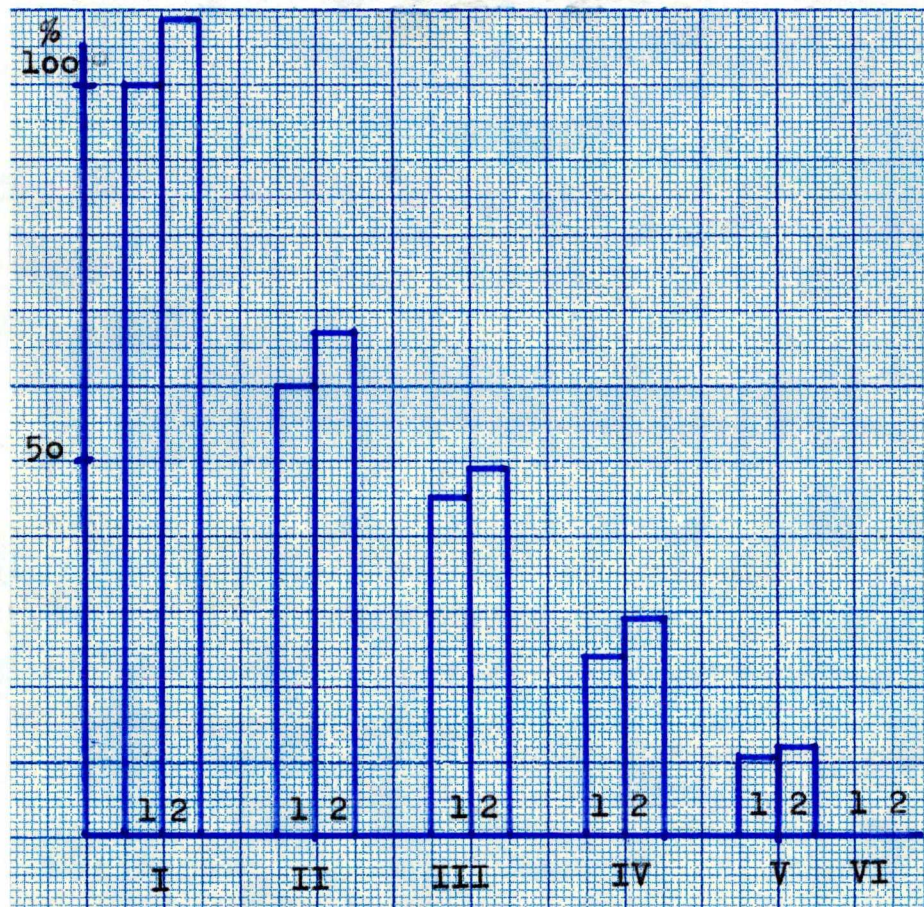
A koncentráció növekedéssel arányosan jelentkeztek a különböző destrukciók. A kezelt növények később keltek ki, s a nagyobb koncentráció miatt sok mag nem csirázott ki, sőt az alkalmazott legmagasabb koncentráció teljesen meggátolta a csirázást. A földből kivett magvakat megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy azok igen kemények, barnultak voltak. Ugy tűnt, hogy a Dikonirt gátolja a víz-

felvételt. A csirázás után 10 illetve 20 nappal mért gyökérhosszak arányosan rövidültek a koncentráció emelésével /1. ábra/ és a nagyobb koncentrációknál erőteljesen lelassult a gyökerek növekedése, a kontrollhoz viszonyítva. A gyökérzet morfológiai eltéréseket is mutatott, nevezetesen a kezelt kukorica gyökerei vastagabbak, törékenyebbek voltak a kontrollnál. Az oldalgyökerek számának alakulásában is megfigyelhető a szerhatás. A koncentráció emelkedésével arányosan csökken az oldalgyökerek száma, és jelentősen megrövidülnek a kontrollhoz viszonyítva /2. ábra/. Néhány hetes kukoricánál megfigyelhető, hogy a kezelés hatására a gyökérnyaknál erőteljes a szövetburjánzás és több léggycér kezdemény látható, bár ebben az esetben nagyok voltak az egyéni eltérések.

A hajtás növekedése egyenes arányosságot mutat a gyökér növekedésével. A Dikonirt koncentráció emelésével arányosan csökken a szárhossz, és lassul a fejlődés. Extrém koncentráció alkalmazásánál a 10 és 20 napos növény között gyakorlatilag nincs különbség /3. ábra/. Érdekes megfigyelés, hogy a növekedés kb. 30 napos korban kiadós esők után ugrásszerűen megindult az alacsonyabb koncentrációju Dikonirttal kezelt kukoricánál, de a magasabb koncentrációval kezelt növények továbbra is lassan növekedtek és olyan tüneteket mutattak, mint vízhiány esetén. Ezek a növények kiszáradtak, termést nem hoztak.

1. ábra

MV 530-as egyszeres keresztezésű hibridkukorica gyökérhosszának alakulása preemergens kezelés hatására a 10. illetve 20. napon csírázás után. /Gyökérhossz a 10 napos kontroll %-ában/.

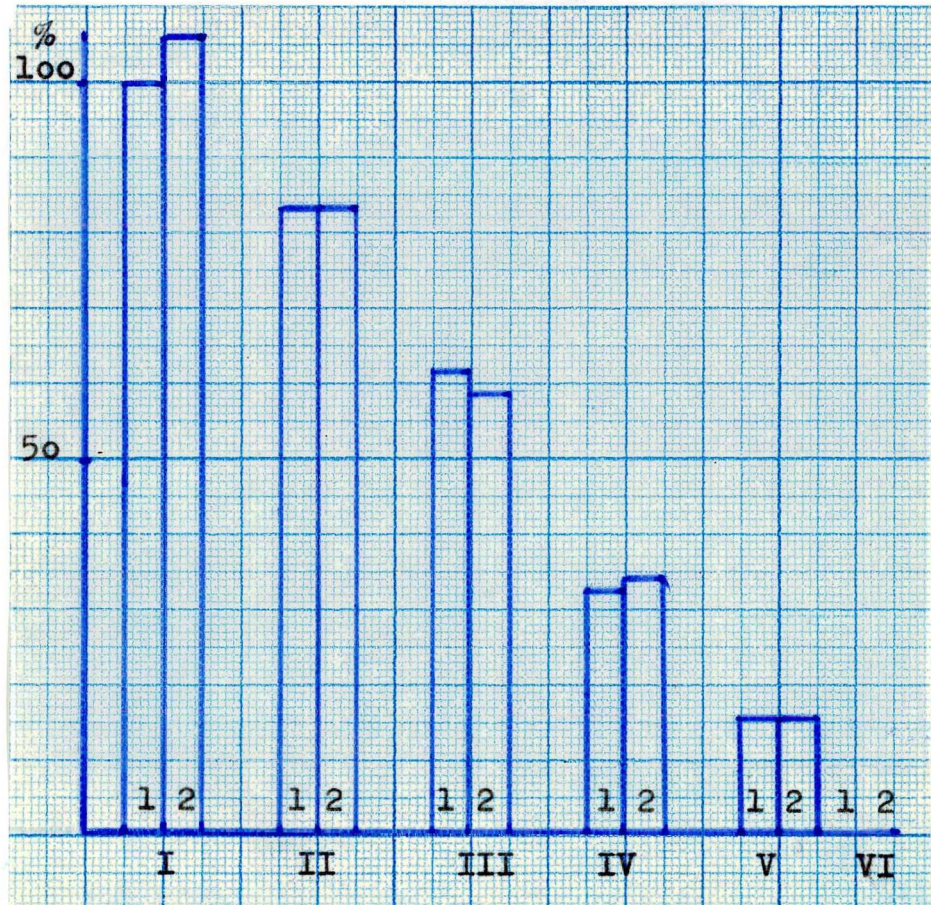


- 1. 10 napos növény
- 2. 20 napos növény
- I. Kezeletlen kontroll
- II. 1 g Dikonirt/m²
- III. 2 g Dikonirt/m²
- IV. 4 g Dikonirt/m²
- V. 10 g Dikonirt/m²
- VII 20 g Dikonirt/m²

2. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés MV 530-as egyszeres keresztetű hidbridkukorica gyökérszámának alakulására.

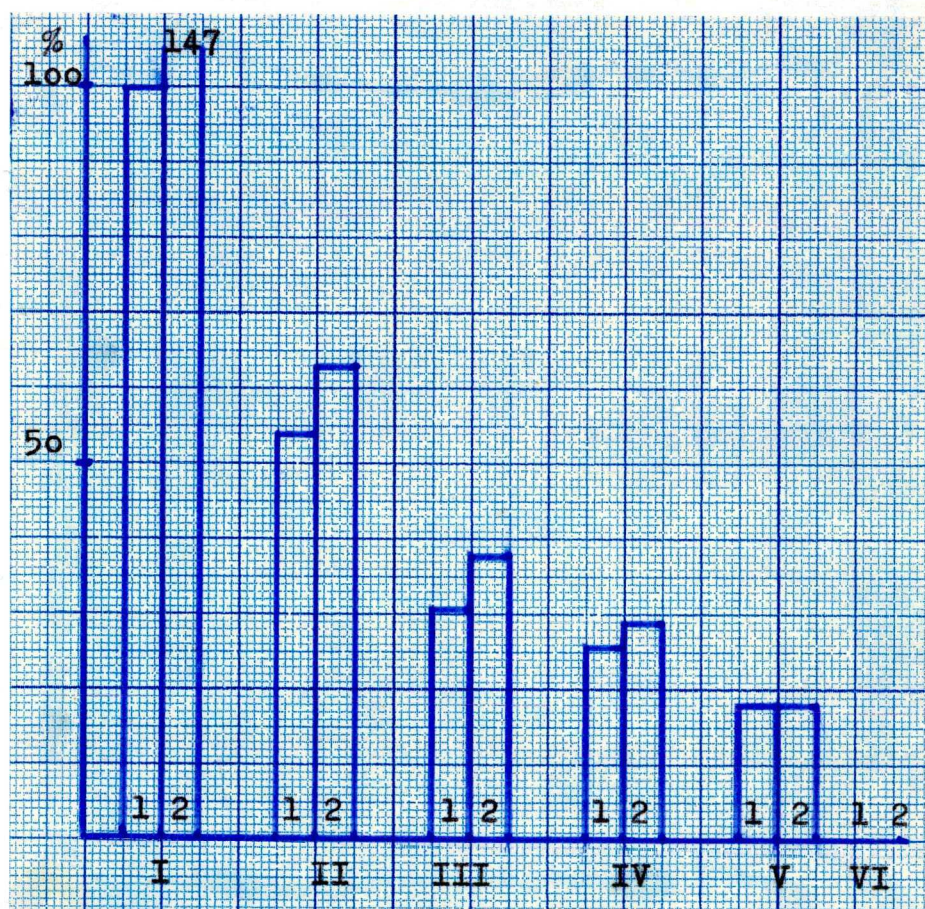
/Gyökérszám a 10 napos kontroll %-ában/



- 1. 10 napos növény
- 2. 20 napos növény
- I. Kezeletlen kontroll
- II. 1 g Dikonirt/m²
- III. 2 g Dikonirt/m²
- IV. 4 g Dikonirt/m²
- V. 10 g Dikonirt/m²
- VI. 20 g Dikonirt/m²

3. ábra

Preemergens kezelés hatása MV 53o-as kukorica hajtáshosszának alakulására. /Hajtáshossz a 1o napos kontroll %-ában/.



1. 10 napos növény
2. 20 napos növény
- I. Kezeletlen kontroll
- II. 1 g Dikonirt/m²
- III. 2 g Dikonirt/m²
- IV. 4 g Dikonirt/m²
- V. 10 g Dikonirt/m²
- VI. 20 g Dikonirt/m²

A kukorica levélszámának alakulása szintén arányos változást mutatott az alkalmazott Dikonirt koncentrációval, bár a különbség kisebb, mint az előbbi mutatók esetében /4. ábra/. A különbség elsősorban a levelek nagyságában mutatkozott meg, ami szintén a kezelés miatt bekövetkező lassabb fejlődés következménye.

A 10 és 20 napos növények friss súlyát összehasonlítva megfigyelhető, hogy a kezelt növények súlya kisebb és a lassabb fejlődés következményeként kisebb a különbség a kezelt 10 és 20 napos növények között /5. ábra/.

A szabadföldi kísérletnél figyeltük a cimerhányás idejét. Azt tapasztaltuk, hogy a növekvő koncentrációk arányában ez kitolódott, de a különbség napokban mérve kisebb volt, mint a kelési időkülönbség /6. ábra/.

A kapott termésnél vizsgáltuk a száz mag súlyt, ami a fajsúlyra enged következtetni. Azt tapasztaltuk, hogy az alacsonyabb koncentrációjú kezelés hatására a magvak súlya növekszik /7. ábra/.

Fenológiai megfigyelés kétszikűeknél

A kétszikűek közül a vizsgálatokhoz, a gyakorlatban viszonylag nagy mennyiségben termesztett hüvelyesek közül a borsót, gyöngybabot, lóbabot, a kobakosok közül, melyek főleg öntözéses kultúrákban teremnek, a sárgadinnyét, uborkát és görögdinnyét vizsgáltuk.

4. ábra

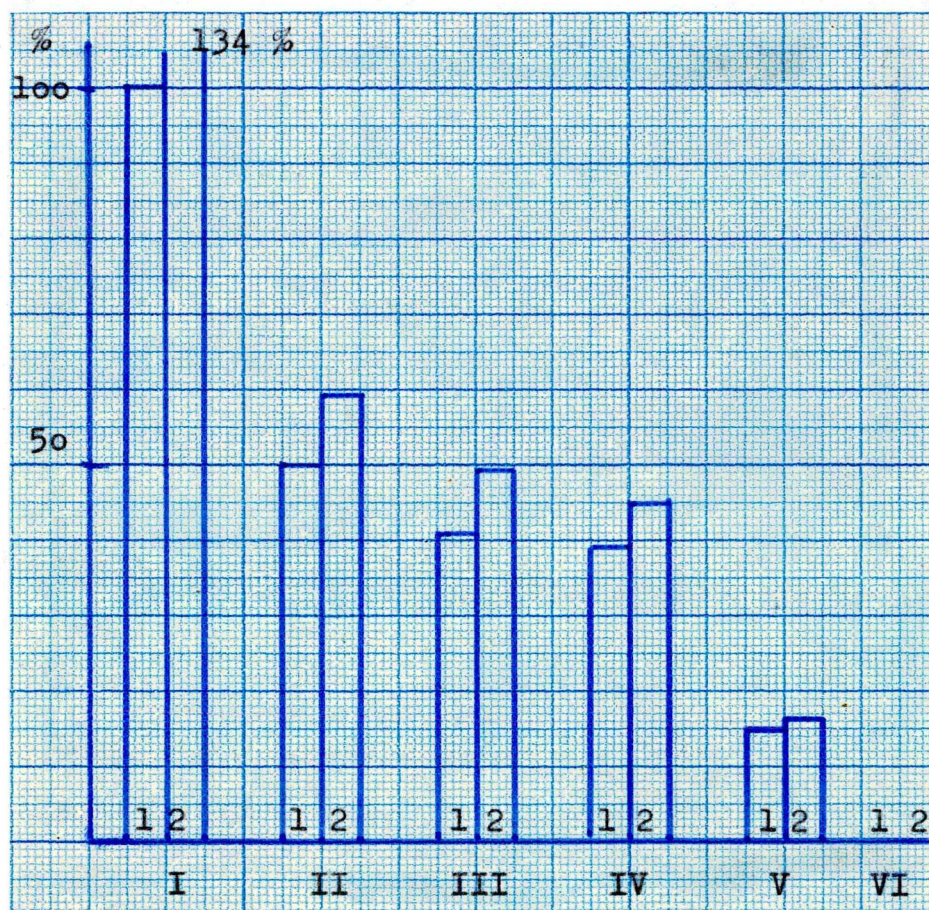
Preemergens Dikonirt kezelés hatása MV 530-as kukorica levélszám alakulására. /Levelek száma a 10 napos kontroll %-ában/.



1. 10 napos növény
2. 20 napos növény
- I. Kezeletlen kontroll
- II. 1 g Dikonirt/m²
- III. 2 g Dikonirt/m²
- IV. 4 g Dikonirt/m²
- V. 10 g Dikonirt/m²
- VI. 20 g Dikonirt/m²

5. ábra

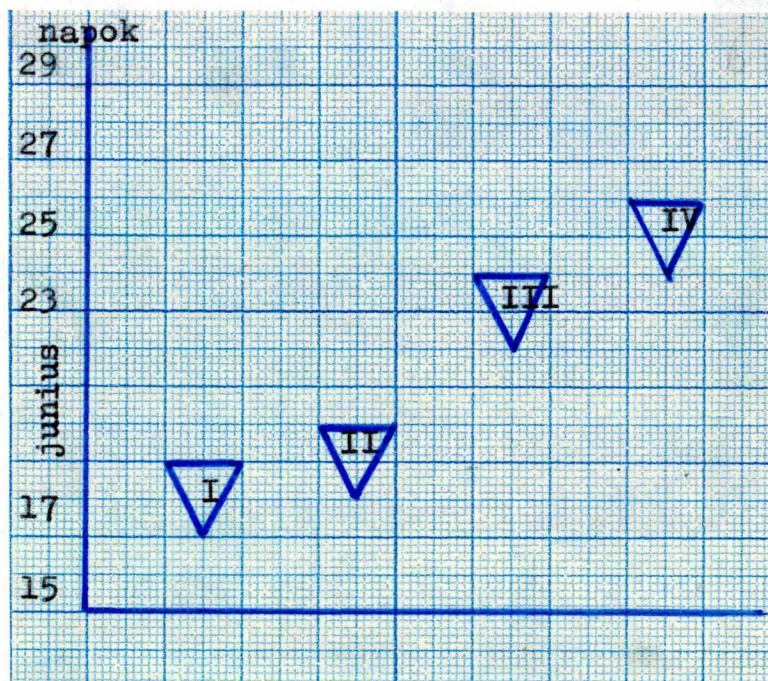
Preemergens Dikonirt kezelés hatása MV 53o-as kukorica friss súlyának alakulására. /Friss súly a 1o napos kontroll %-ában/.



- 1. 1o napos növény
- 2. 2o napos növény
- I. Kezeletlen kontroll
- II. 1 g Dikonirt/m²
- III. 2 g Dikonirt/m²
- IV. 4 g Dikonirt/m²
- V. 10 g Dikonirt/m²
- VI. 20 g Dikonirt/m²

6. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés hatása MV 530-es kukorica
cimerhányásának idejére

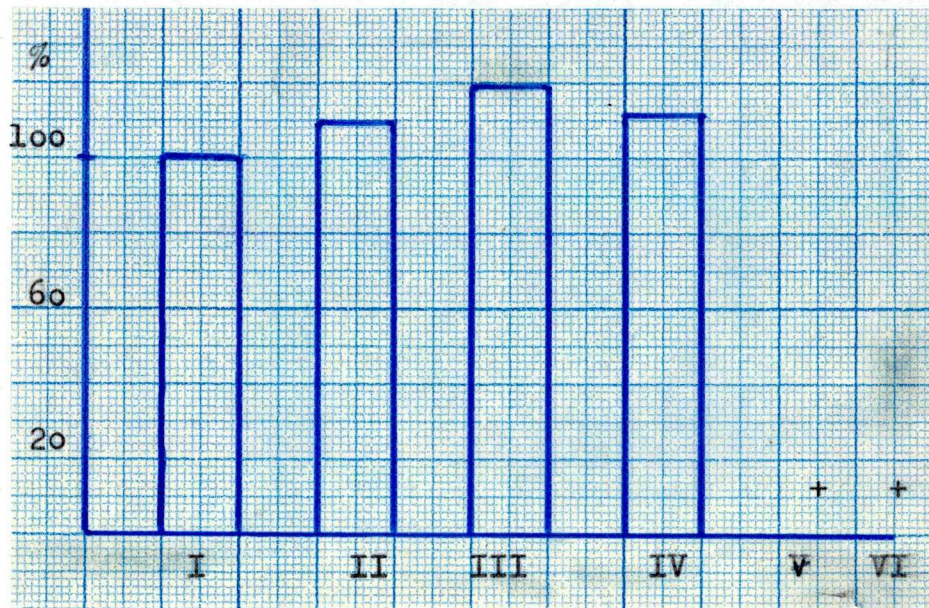


- I. Kezeletlen kontroll
- II. 1 g Dikonirt/m²
- III. 2 g Dikonirt/m²
- IV. 4 g Dikonirt/m²
- V. 10 g Dikonirt/m²
- VI. 20 g Dikonirt/m²

Megjegyzés: Az V. VI. kezelésű kukorica elpusztult,
illetve nem csirázott ki.

7. ábra

A különböző kezelést kapott kukorica 100 magulyának összehasonlítása a kontroll %-ában



- I. Kezeletlen kontroll
- II. 1 g Dikonirt/m² kezelést kapott
- III. 2 g Dikonirt/m² kezelést kapott
- IV. 4 g Dikonirt/m² kezelést kapott
- V. 10 g Dikonirt/m² kezelést kapott, + termést nem hozott
- VI. 20 g Dikonirt/m² kezelést kapott, + termést nem hozott

A preemergens Dikonirt kezelés az egyszikűeknél alkalmazott koncentrációban letális hatású. A csirázást 100 %-ban gátolja, a magvak megbarnulnak, elrothadnak, ezért lényegesen alacsonyabb szerkoncentrációt kellett használni. Az elvetett növények kelési idejét a magasabb Dikonirt koncentráció eltolta, de ez megfigyelhető volt az alacsonyabb koncentrációju kezelésnél is, bár kisebb mértékben. A hajtásnövekedés intenzitását összehasonlítva azt tapasztaljuk, hogy a lóbab mutatja a legnagyobb érzékenységet a vizsgált hüvelyesek között /8. ábra/.

A szerhatás nemcsak a hajtás hosszban, hanem annak morfológiájában is megmutatkozik. Magas koncentrációnál jellegzetes levéltorzulások és hajtás görbülések lépnek fel. A vizsgált kobakosok között már lényegesen nagyobb eltérés figyelhető meg a hajtás növekedésében kezelés hatására. Az uborka jól bírja az alkalmazott koncentrációt, a sárgadinnyénél a magas koncentráció súlyos károsodást okoz. A görögdinnye mutatkozott a legérzékenyebbnek, már az alacsony koncentrációnál is jelentős hajtásdestrukció figyelhető meg /9. ábra/. Magas koncentrációnál pedig bár a gyököcske néhány miliméternyire kibujt a maghéjból, a kis csiranövény elpusztult. A későbbiek során megfigyelhető volt, hogy sárgadinnyénél és görögdinnyénél a kezelt növények közül sok elpusztul mielőtt a reproduktív szakaszba kerülne. A gyökérhossz vizsgálatánál még szembetűnőbben mutatkozik

a Dikonirt destruktív hatása. Hüvelyeseknél a magas koncentráció hatására rövidebbek, törékenyebbek a gyökerek, s a legnagyobb érzékenységet a lóbab mutatja /10. ábra/. A kobakosoknál is erőteljesen redukálta a gyökérnövekedést a Dikonirt /11. ábra/.

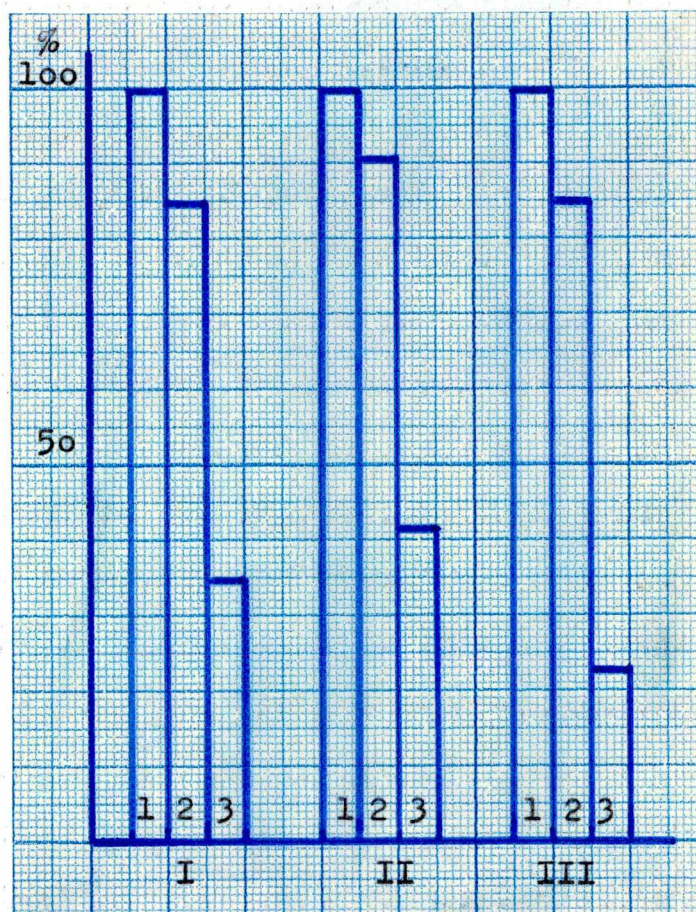
A vizsgált növények szár- és gyökérhossz alakulását összehasonlítva megállapítható, hogy a Dikonirt erőteljesebben gátolja a gyökérnövekedést, mint a hajtásnövekedést. A Dikonirt kezelés hatására a koncentráció növekedése arányában csökken a levelek száma. Az alacsony koncentráció gyakorlatilag alig módosítja a levélszámot, míg magas koncentráció alkalmazásánál elsősorban a lóbabnál igen jelentős a levélszám csökkenés, ami arányos a hajtás és gyökérkárosodás mértékével /12. ábra./ A kobakosok közül az alacsony koncentrációju kezelés nem okozott levélszám csökkenést az uborkánál, míg a másik két növény a hajtás- és gyökérnövekedéshez hasonló képet mutat /13. ábra/. Feltűnő változás figyelhető meg a levelek nagyságában. A kezelt növények levélfelülete a kontrollhoz viszonyítva a kezelési koncentráció növekedésével csökken. Magas koncentráció esetében jellegzetes levélbesodródások figyelhetők meg. A kezelt növények sokkal érzékenyebbé válnak a kórokozókkal szemben. Szabadföldi kísérleteknél megfigyelhető volt, hogy a magas Dikonirt koncentrációju kezelést kapott egyedeken lényegesen nagyobb számban jelentek meg a levéltetvek, mint a

kontrollon. Ez a tény is alátámasztja Grant /1972/ azon állítását, hogy a környezeti behatások, nevezetesen a peszticidek, herbicidek és fungicidek jelentősen megváltoztatják egy adott terület ökológiai egyensúlyát. A mi esetünkben a kártevők elszaporodását valószínűleg a Dikonirt kezelés hatására legyengült növény is elősegítette.

A szabadföldi kísérletek során a kísérleti növények termését begyűjtöttük. A sárgadinnye és görögdinnye nem tudta kiheverni az alacsony koncentrációju kezelést sem, és a virágzás előtt elpusztult. Az uborka az alacsonyabb koncentrációju kezelést kiheverte, termésében nem mutatkozott lényeges eltérés a kontrollhoz viszonyítva. A növények pusztulásához valószínű a szárazság is hozzájárult. A hüvelyesek jobb Dikonirt tűrése abban mutatkozott meg, hogy mindkét koncentrációju kezelés hatását kiheverték és termést hoztak. A kapott magvaknál összehasonlítottuk a loo magsulyt. Bár a kezelt növények szemlátomást kevesebb termést hoztak, a magsuly összehasonlításánál fajsúlyosabbnak mutatkozott a kezelt növények magja /14. ábra/.

8. ábra

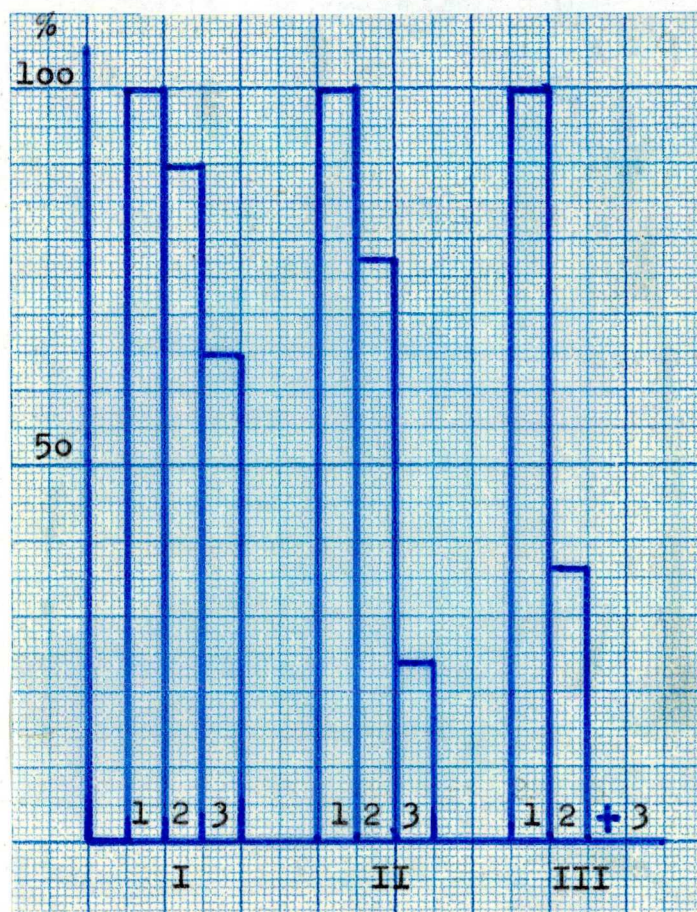
Preemergens Dikonirt kezelés hatás gyöngybab, borsó, és lóbab növények hajtásnövekedésére a 10 napos kontroll %-ában. /A növény korát a csiragyök megjelenésétől számítottuk/.



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,05 g Dikonirt/m²
 3. 0,20 g Dikonirt/m²
-
- I. Borsó csiranövény
 - II. Gyöngybab csiranövény
 - III. Lóbab csiranövény

9. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés hatása uborka, sárgadinnye és görögdinnye hajtásnövekedésére 10 napos növényeknél a kontrolli %-ában. /A növény kora a csiragyök megjelenésétől számítva/.



1. Kezeletlen kontroll

2. 0,05 g Dikonirt/m²

3. 0,20 g Dikonirt/m²

I. Uborka

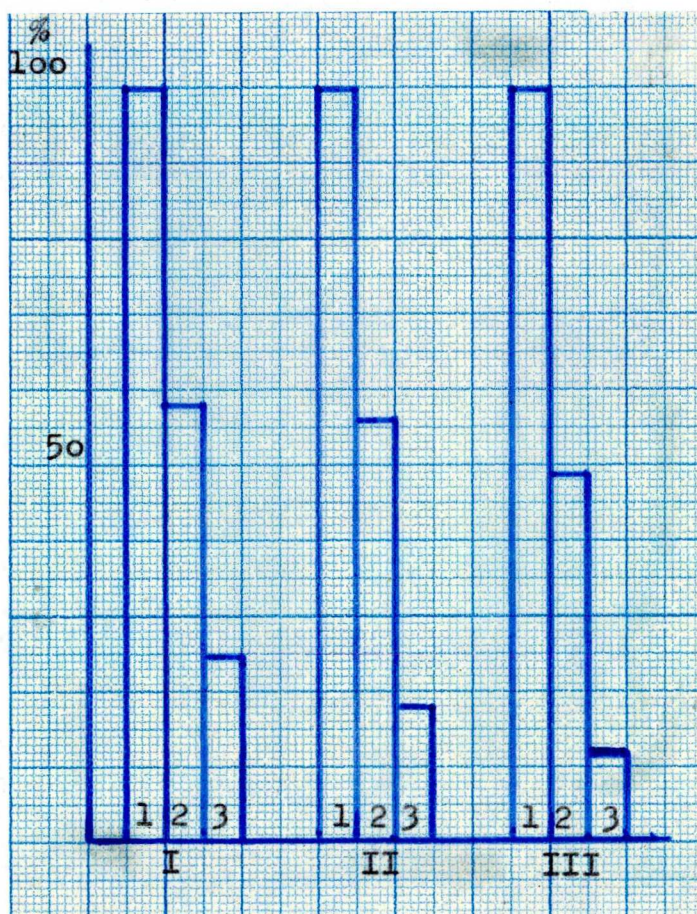
II. Sárgadinnye

III. Görögdinnye

+ Elpusztult a kezelés hatására

10. ábra

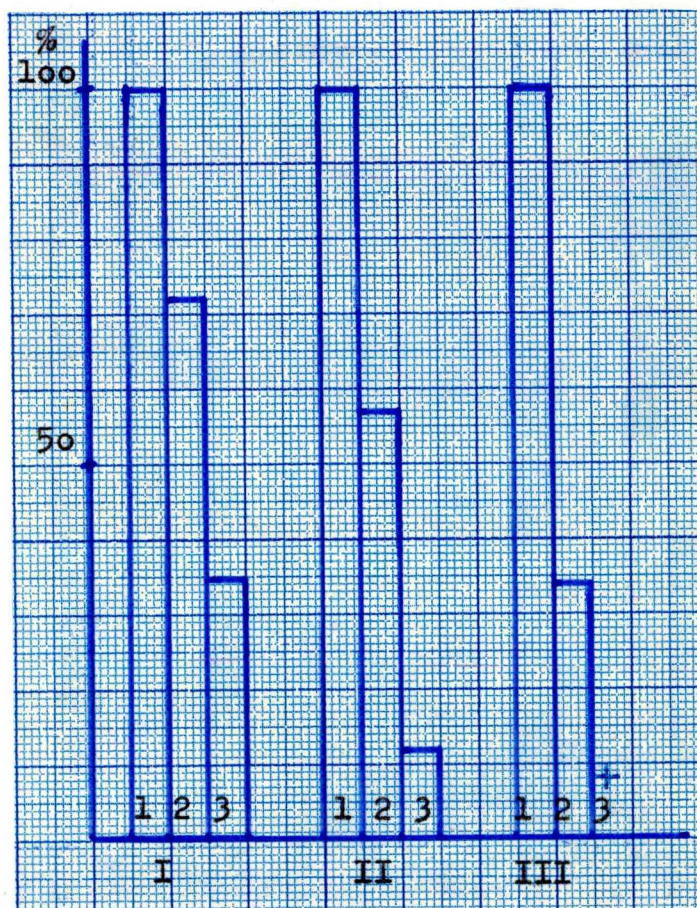
Preemergens Dikonirt kezelés hatása gyöngybab, borsó, lóbab növények gyökérnövekedésére, 10 napos növényeknél a kontroll %-ában. /A növény kora a csiragyök megjelenésétől számítva/.



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,05 g Dikonirt/m²
 3. 0,20 g Dikonirt/m²
-
- I. Gyöngybab
 - II. Borsó
 - III. Lóbab

11. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés hatása uborka, sárgadinnye, görögdinnye növények gyökernövekedésére, 10 napos növényeknél, a kontroll %-ában. /A növények kora csiragyök megjelenésétől számítva/.

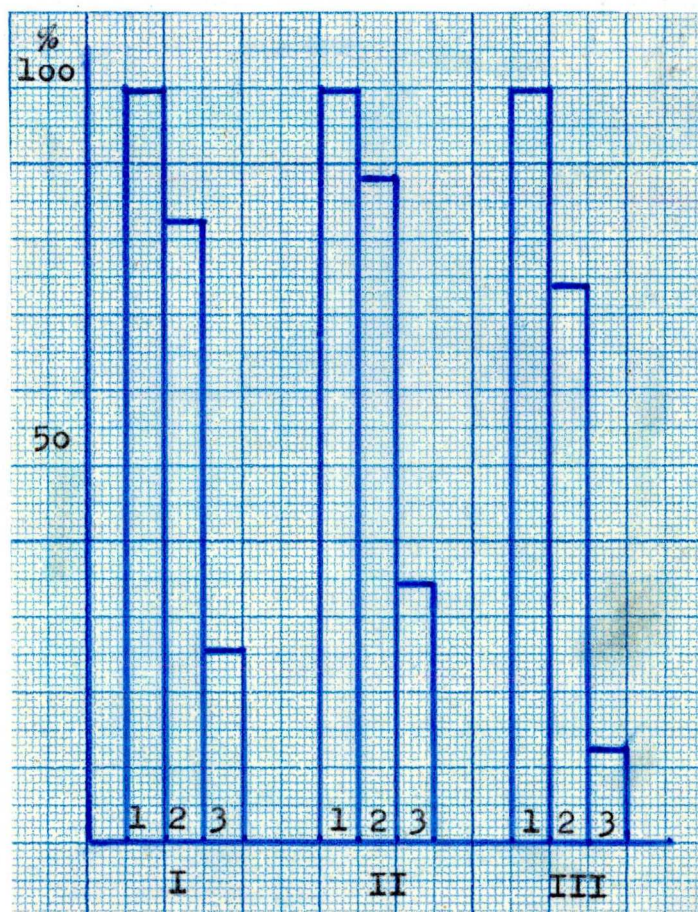


1. Kezeletlen kontroll
2. 0,05 g Dikonirt/m²
3. 0,20 g Dikonirt/m²
- I. Uborka
- II. Sárgadinnye
- III. Görögdinnye

+ A kezelés hatására elpusztult.

12. ábra

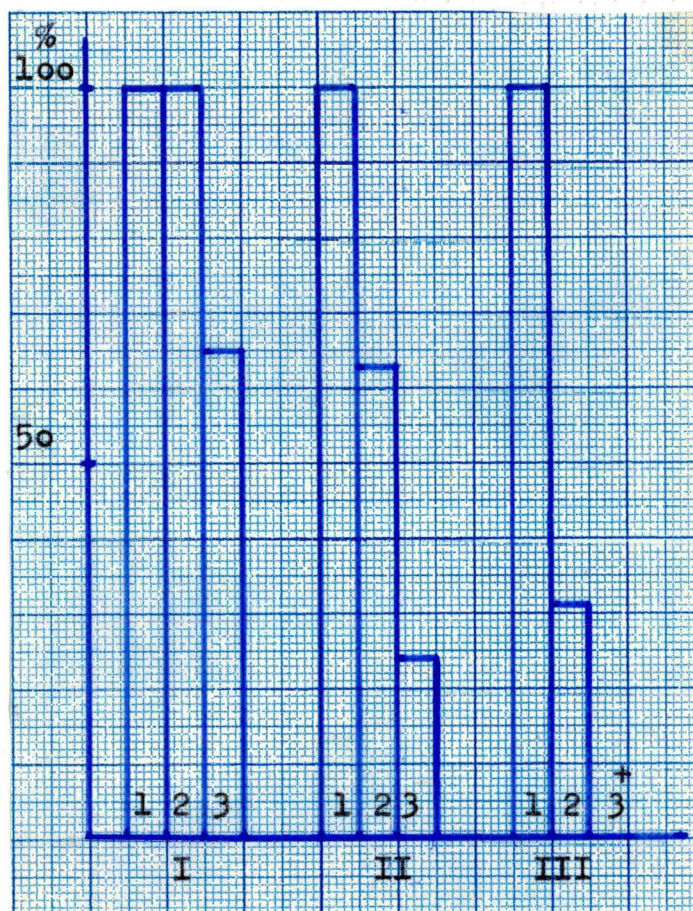
Preemergens Dikonirt kezelés hatása bab, borsó, lóbab növények levélszám alakulására, 10 napos növényeknél a kontroll %-ában. /A növény kora a csiragyök megjelenésétől számítva/.



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,05 g Dikonirt/m²
 3. 0,20 g Dikonirt/m²
- I. Bab
II. Borsó
III. Lóbab

13. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés hatása uborka, sárgadinnye, görögdinnye levélszám alakulására, 20 napos növényeknél a kontroll %-ában. /A növény kora a csiragyök megjelenésétől számítva/.



1. Kezeletlen kontroll

2. 0,05 g Dikonirt/m²

3. 0,20 g Dikonirt/m²

I. Uborka

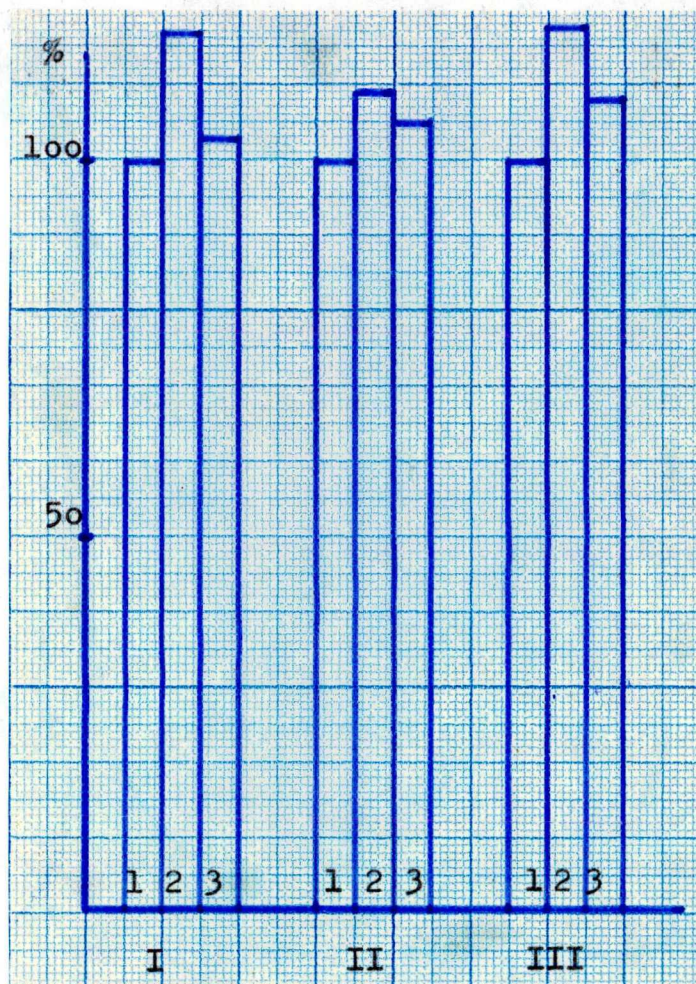
II. Sárgadinnye

III. Görögdinnye

+ A kezelés hatására elpusztult

14. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés hatása bab, borsó, lóbab
100 magfolyókának alakulására, a kontroll %-ában



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,05 g Dikonirt/m²
 3. 0,20 g Dikonirt/m²
- I. Gyöngybab
II. Borsó
III. Lóbab

A legjelentősebb eltérés a lóbabnál tapasztalható.

2. Kukorica T₀ nemzedéknél bekövetkező citológiai aberrációk

A 2,4-diklórfenoxiecetsav a szelektív gyomirtó szerek közé tartozik és elsősorban kukoricánál alkalmazák gyomirtásra. Megfigyelhető, hogy nagyobb koncentrációban destrukciót okoz. Az irodalomban számos adat ismert, amely kifejezetten kétszikű gyomok irtására használt gyomirtó szerek mitózisnál aberrációt előidéző hatását ismerteti egyszikű kulturnövényeknél. Croker /1953/ változásokat mutatott ki az *Allium cepa* mitózisos osztódásánál 2,4-diklórfenoxiecetsav hatására. Wuu és Grant /1966 a/ kromoszóma aberrációkat mutatott ki peszticidek és herbicidek hatására árpa gyökércsucs sejtosztódásánál a kezelés utáni második nemzedékben. 500 ppm-es Lorox herbiciddel kezelték árpa csiranövényeket és a citológiai vizsgálatok a pollenanyasejtekben abnormális meiózist mutattak ki /Wuu, Grant 1966 b/. Szabadföldi kísérleteinkben a kukorica, az alkalmazott Dikonirt koncentráció emelkedésével arányos destrukciót szenvedett. A legjelentősebb volt a változás a gyökér növekedésében. Néhány napos szegállapotú kukorica csiranövények gyökércsucsát vizsgálva az osztódó sejtek mutatják a Dikonirt károsító hatását. A legszembetűnőbb az osztódó sejtek arányának csökkenése az összsejtszámhoz viszonyítva /1. táblázat/. A legintenzívebb csökkenés a meta-, ana- és telofázis-

ban lévő sejtek számában figyelhető meg /15. ábra/. Dikonirt koncentráció megduplázása nem csökkent jelentős mértékben tovább az osztódó sejtek számát. A kezelés hatása szembetűnően megmutatkozik a sejtek alakjában, nevezetesen a kezelt növény gyökércsucssejtjei a kontrollhoz viszonyítva kisebbek, a plazma szemcsézett. Az osztódó sejtekben a kromoszómák rövidebbek, szélesebbek a kontrollhoz viszonyítva, 1., 2., 3. fotó/. A kukorica jó szertűzésére jellemző, hogy szegállapotban igen magas koncentrációval posztemergensen kezelt növény a Dikonirt károsító hatását képes kiheverni, ha pl. csapvizes lemosással eltávolítjuk a Dikonirtot és a növényt tovább neveljük optimális körülmények között.

A szabadföldön termesztett kukoricánál vizsgáltuk a pollenanyasejt meiózist. A 10 g és 20 g Dikonirt kezelésű parcellákon a kukorica pollenképzés előtt elpusztult. A többi alacsonyabb kezeléseket jól kiheverte. A pollenmeiózishoz megfigyelhető volt a kezelés hatása, itt az osztódásban levő sejtek száma alacsonyabb volt, mint a kontroll növényeknél. Jelentős különbség azonban csak a 4 g Dikonirt kezelést kapott parcellánál volt megfigyelhető, ahol 14 %-al volt kevesebb az osztódó pollenanyasejtek száma a kontrollhoz viszonyítva. A mikroszkópos vizsgálatok alapján arra következtethetünk, hogy a Dikonirt a kukorica pollenmeiózisában is zavarokat okozhat/4., 5. fotó/.

ami kromoszóma kizáródásban, egyenlőtlen kromatintest eloszlásban és eltérő nagyságu pollen képződésében mutatkozik meg.

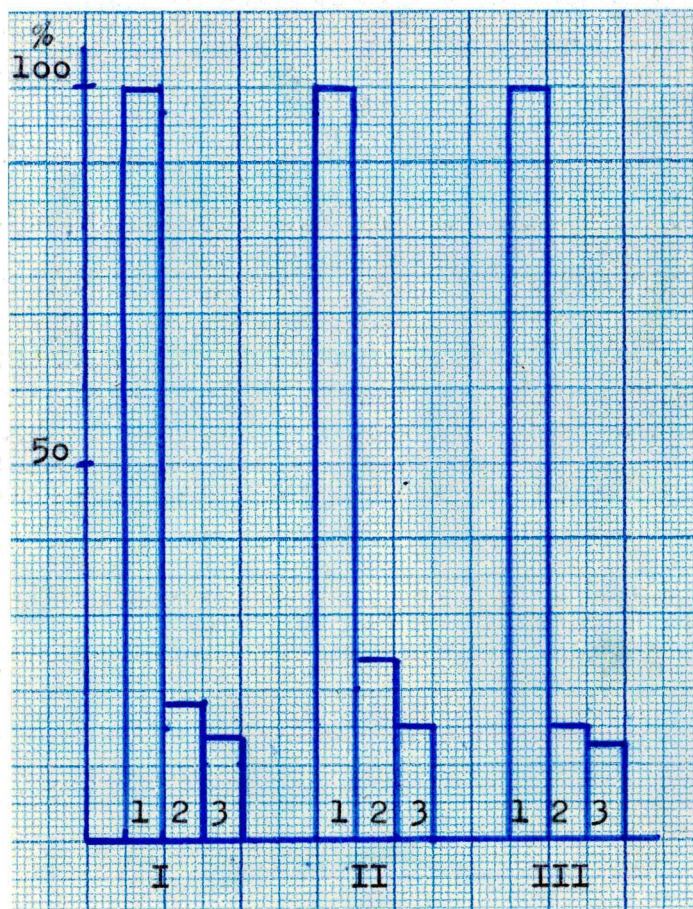
1. táblázat

Kukorica /MV 530-as/ T₀ nemzedékének gyökércsucs mitózisa
Összefoglaló táblázat

Vari- ánsok	Összes sejtek száma	Osztódó sejtek száma	Pro- fázis	Meta- fázis	Ana- fázis	Telo- fázis
Kezelet- len kont- roll	2892	1068	906	51	57	50
0,105 g Dikonirt/1 oldattal kezelt	2360	877	853	8	11	6
0,210 g Dikonirt/1 oldattal kezelt	2110	686	671	5	6	4

15. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés hatása MV 530-as kukorica csiranövény gyökércsucs merisztémájának osztódási fázisaira a kontroll fázisok %-ában

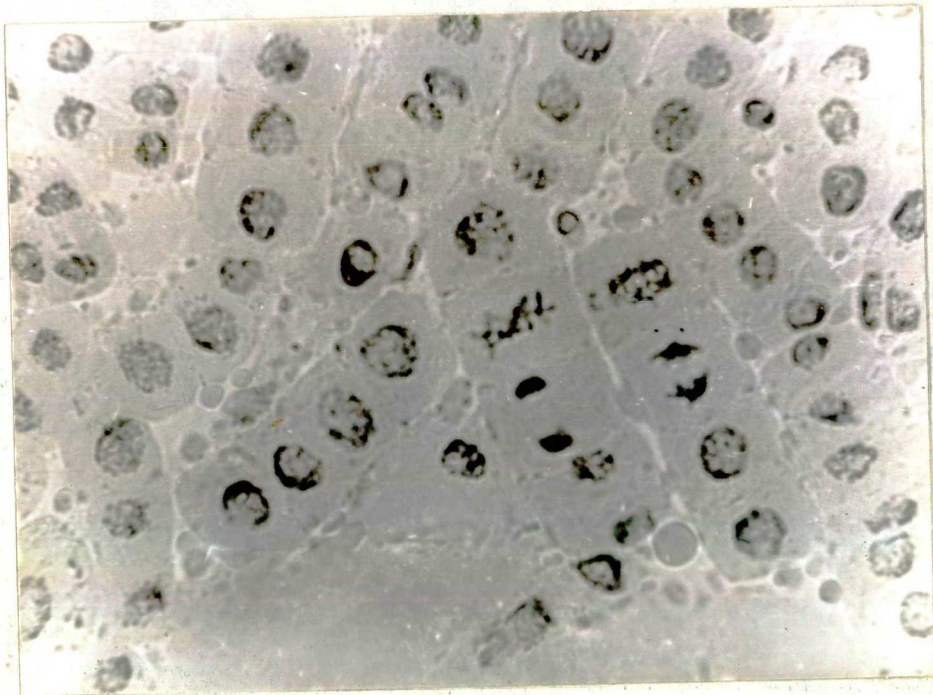


1. Kezeletlen kontroll
2. 0,105 g Dikonirt/liter
3. 0,210 g Dikonirt/liter

I. Metafázis

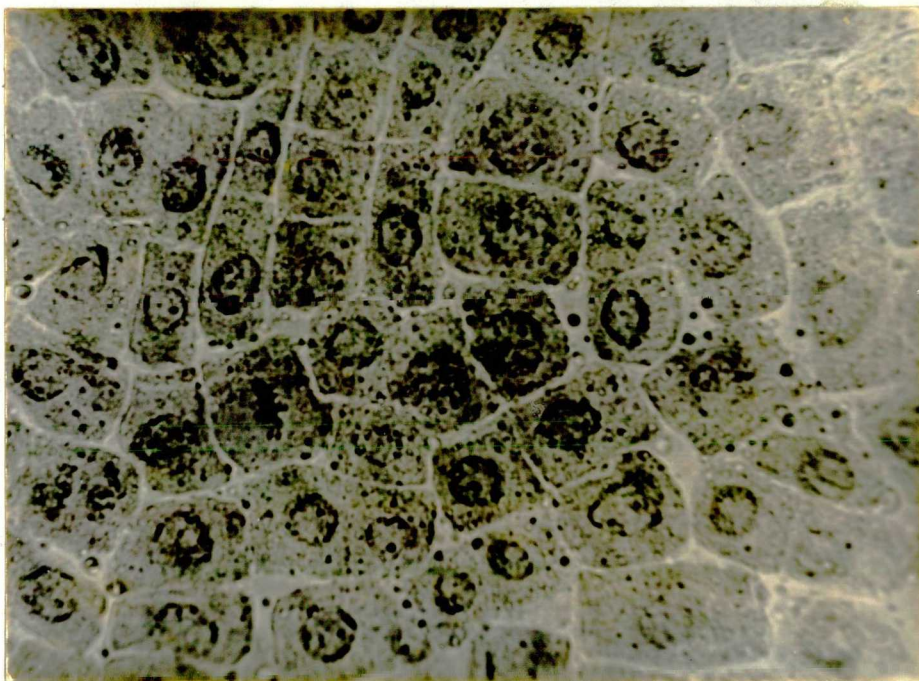
II. Anafázis

III. Telofázis



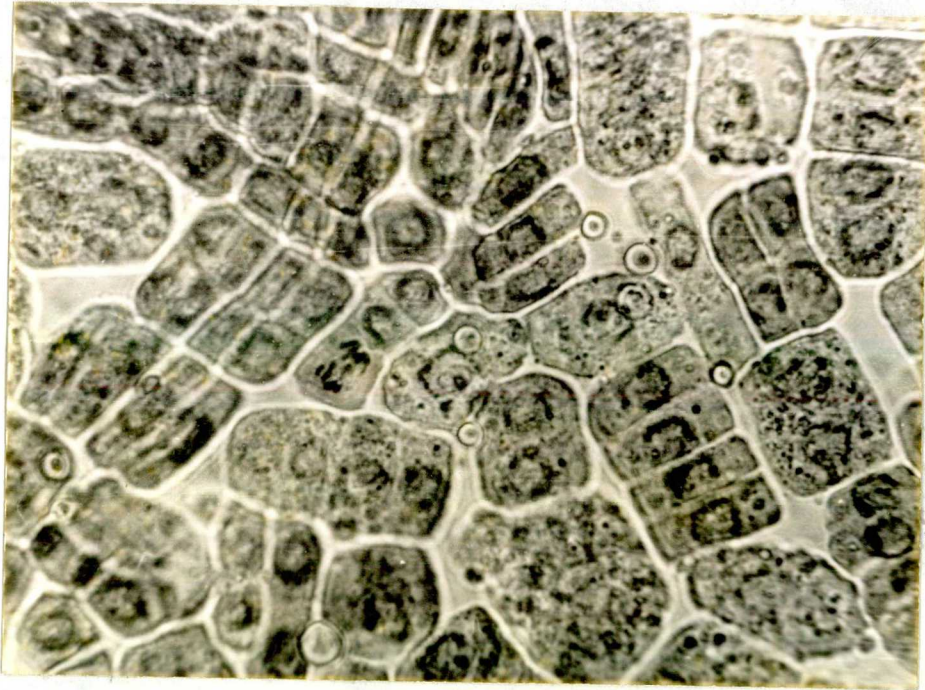
1. fotó

Kezeletlen kontroll kukorica csiranövény gyökércsucs
merisztéma mikroszkópos képe. 15 x 40 nagyítás



2. fotó

0,105 g 2,4-D-vel preemergensen kezelt kukorica csira-
növény gyökércsucs merisztéma mikroszkópos képe.
15 x 40 nagyítás



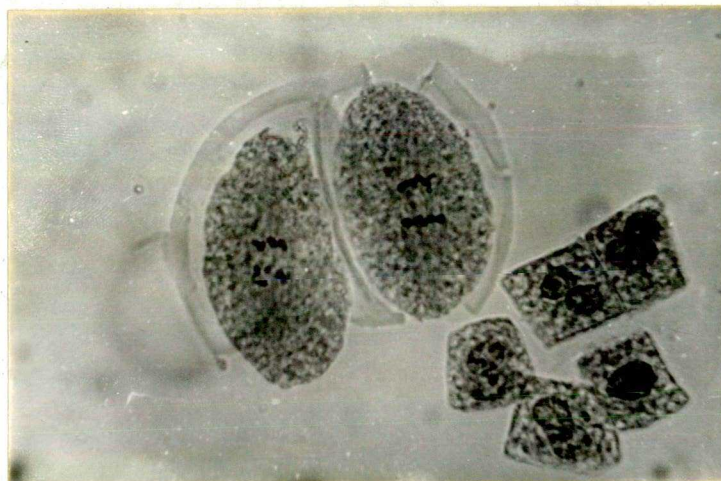
3. fotó

0,210 g/l 2,4-D-vel preemergensen kezelt kukoricsa
csíranövény gyökércsucs merisztémájának mikroszkópos
képe. 15 x 40 nagyítás



4. fotó

Kontroll kukorica pollen meiózis. 15 x 40 nagyítás



5. fotó

Kezelt kukorica pollen meiózis. 15 x 40 nagyítás

Kétszikűek T_0 nemzedékénél bekövetkező citológiai aberrációk

A kétszikű növények sokkal érzékenyebben reagálnak a Dikonirt kezelésre, mint az egyszikűek. Posztemergens Dikonirt kezelés a lóbab és borsó sejtosztódására, illetve növekedésére töményebb koncentrációban káros hatású. A káros hatás a gyökér növekedésének gátlásában van /Rojik, Mészáros, Lontai 1969/. Cooke /1956/ babnövényt kezelt 200 ppm-es 2,4-D-vel, melynek hatására a kezelés után 8 napig növekedett a levelekben lévő aszkorbinsav mennyisége.

Wuu és Grant /1966 a/ Lorox 500 ppm-es oldatával 24 óráig kezelt magból kikelt növények pollenanyasejtjének citológiai vizsgálata alapján megállapították, hogy az összes sejtek abnormális meiosisuk. A rendellenesség kromoszóma tapadásban, kromatintest képződésben, citoplazma barázdáltságban, kromatinanyag egyenlőtlen eloszlásában nyilvánult meg. Sato /1968/ különböző vegyszerekkel kezelt Vicia faba gyökércsucsát vizsgálta. A merisztéma változás bekövetkezett a mitotikus ciklusnál. Az interfázis rövidült. Vizsgálatainkban a gyöngybab, borsó és lóbab gyökércsucs merisztémájának mitotikus ciklusánál világosan megfigyelhető a Dikonirt károsító hatása. A gyöngybabnál és a borsónál jelentősen csökken a profázisban lévő sejtek száma, ellentétben az egyszikű kukoricánál, ahol a profázis alig jelezte a kezelés ha-

tását. A lóbabnál a profázis kevésbé szenzitív, annál inkább a meta-, ana- és telofázis. Ez utóbbi fázisokban olyan kevés sejt volt mindhárom növényél /2. 3. 4. táblázat, 16. 17. 18. grafikon/, hogy a kontroll növény hasonló fázisban lévő sejtjeinek csak néhány százalékát tették ki. Magas koncentrációju kezelésnél a lóbab osztódó sejtjei között anafázisban lévő sejtet nem találtunk. Különösen a lóbabnál jól megfigyelhetők a kezelés hatására létrejött kromoszóma tapadások. A sejtfalak megvastagodása és a plazma szemcsézettsége szintén megfigyelhető. Az uborka gyökércsucs mitotikus ciklusában volt a legkisebb eltérés az alkalmazott koncentrációk hatására /5. táblázat, 19. ábra/. Ez is bizonyítja szabadföldi megfigyelésünk eredményét, miszerint a vizsgált kétszikűek közül az uborka mutatja a legjobb Dikonirt tűrést.

A sárgadinnye és görögdinnye érzékenysége igen nagy. A görögdinnyénél már alacsony koncentrációju kezelés hatására a szokásos merisztéma sejtszám átvizsgálásakor nem volt osztódó sejt látható. Sárgadinnyénél is csak az alacsony koncentrációju Dikonirt kezelésnél volt megfigyelhető minden fázis, anafázis kivételével /6. táblázat/. A Dikonirt gátolta a növények növekedését, lóbab esetében késleltette a reprodukтив szakaszt, a virágbimbók is torzultak voltak. A kontrollhoz viszonyítva csökkent az osztódó pollenanyasejtek száma. A csökkenés a koncentráció emelésével arányos, /7. táblázat/.

2. táblázat

Preemergens Dikonirt kezelés hatása gyöngybab csiranövények gyökércsucs mitózisára

Vari- ánsok	Összes sejtek száma	Osztódó sejtek száma	Pro- fázis	Meta- fázis	Ana- fázis	Telo- fázis
Kontroll	1160	521	278	98	78	67
0,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	547	41	11	13	9	8
3,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	398	17	6	4	4	3

3. táblázat

Preemergensen Dikonirttal kezelt borsó csiranövény gyökércsucs mitózisa

Vari- ánsok	Összes sejtek száma	Osztódó sejtek száma	Pro- fázis	Meta- fázis	Ana- fázis	Telo- fázis
Kontroll	965	438	189	124	73	52
0,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	611	33	10	9	7	7
3,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	549	13	5	3	3	2

4. táblázat

Preemergensen Dikonirttal kezelt lóbab csiranövények
gyökércsucs merisztéma osztódása

Vari- ánsok	Összes sejtek száma	Osztódó sejtek száma	Pro- fázis	Meta- fázis	Ana- fázis	Telo- fázis
Kontroll	448	196	171	9	6	10
0,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	1158	107	96	4	3	4
3,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	1045	11	8	1	0	2

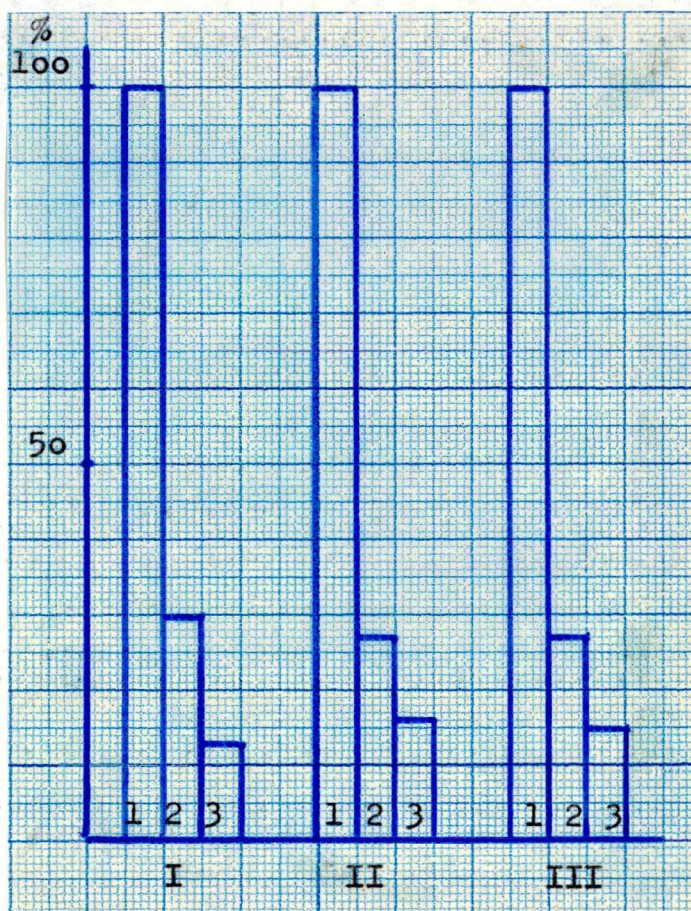
5. táblázat

Preemergensen Dikonirttal kezelt uborka csiranövények
gyökércsucs merisztéma osztódása

Vari- ánsok	Összes sejtek száma	Osztódó sejtek száma	Pro- fázis	Meta- fázis	Ana- fázis	Telo- fázis
Kontroll	915	64	40	8	7	9
0,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	1031	42	29	5	3	5
3,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	1008	23	16	3	2	2

16. ábra

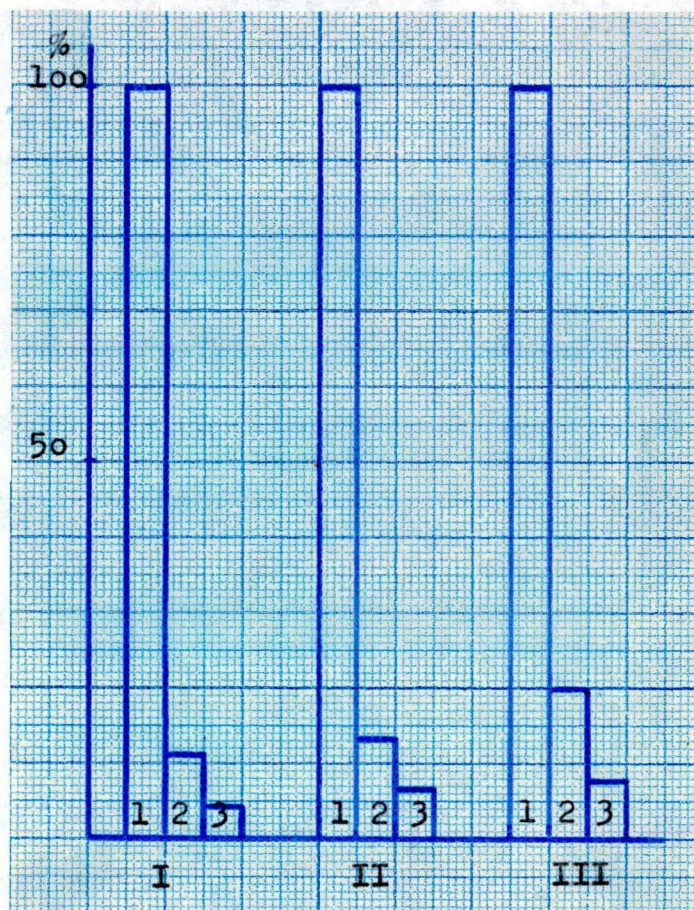
Preemergens Dikonirt kezelés hatása gyöngybab ciranövény
gyökércsucsának osztódási fázisaira a kontroll %-ában



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,33 ppm Dikonirt
 3. 3,33 ppm Dikonirt
-
- I. Metafázis
 - II. Anafázis
 - III. Telofázis

17. ábra

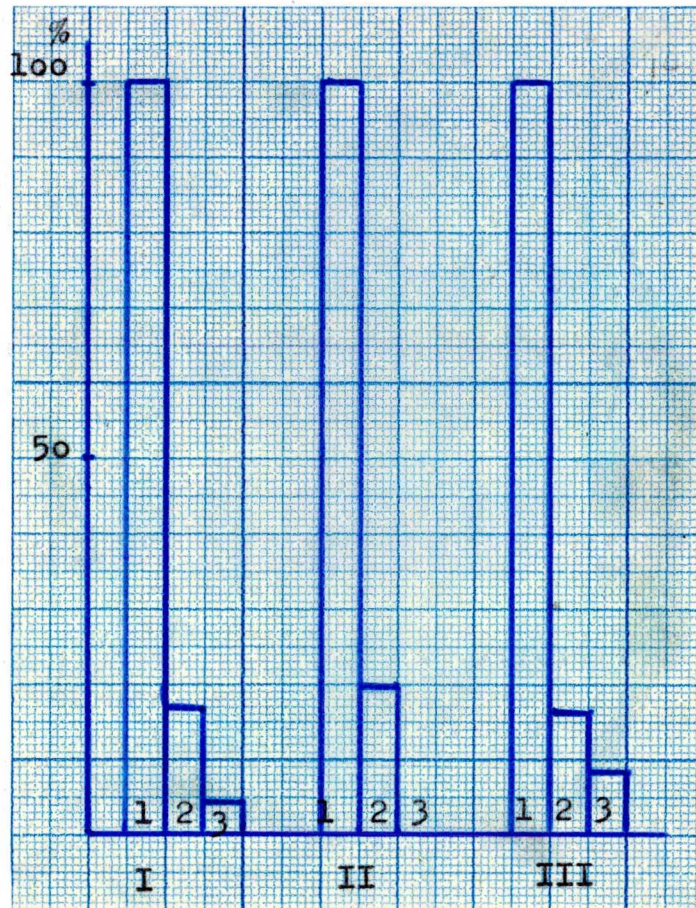
Preemergens Dikonirt kezelés hatása borsó csiranövény
gyökércsucsának osztódási fázisaira a kontroll %-ában



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,33 ppm Dikonirt
 3. 3,33 ppm Dikonirt
-
- I. Metafázis
 - II. Anafázis
 - III. Telofázis

18. ábra

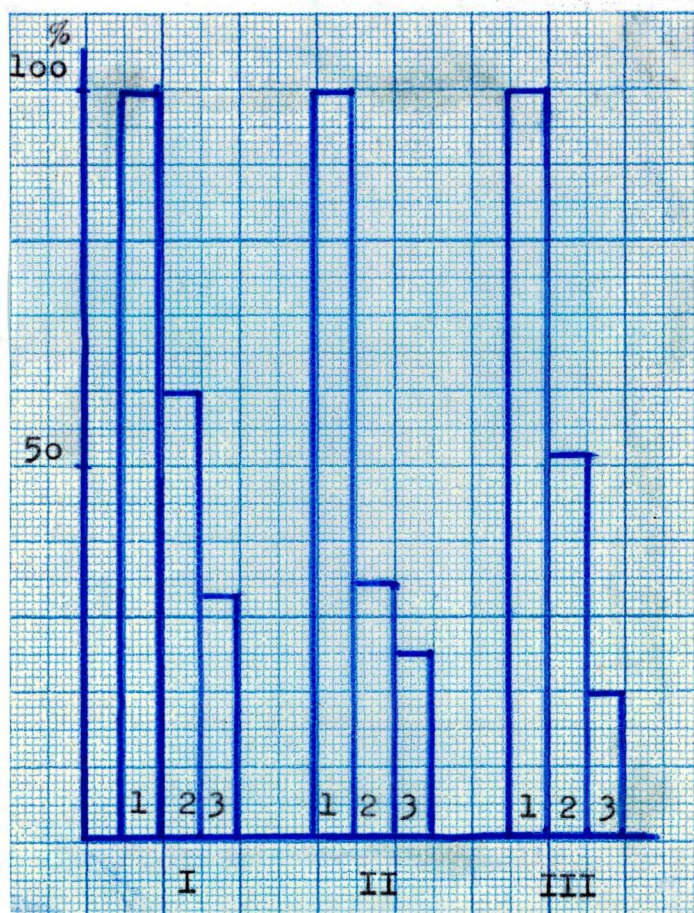
Preemergens Dikonirt kezelés hatása lóbab csiranövények
osztódási fázisaira a kontroll %-ában



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,33 ppm Dikonirt
 3. 3,33 ppm Dikonirt
-
- I. Metafázis
 - II. Anafázis
 - III. Telofázis

19. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés hatása uborka csiranövények osztódási fázisaira a kontroll %-ában



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,33 ppm Dikonirt
 3. 3,33 ppm Dikonirt
- I. Metafázis
II. Anafázis
III. Telofázis

6. táblázat

Dikonirttal preemergensen kezelt sárgadinnye csiránövény gyökércsucs merisztéma osztódása

Vari- ánsok	Összes sejtek száma	Osztódó sejtek száma	Pro- fázis	Meta fázis	Ana- fázis	Telo- fázis
Kontroll	871	31	16	6	4	6
0,33 ppm Dikonirt- tal kezelt	840	10	8	1	0	1

7. táblázat

Dikonirt hatása Vicia faba meiózisánál

Alkalmazott koncentráció	Vizsgált sejtek	Osztódó sejtek	Osztódási %
Kontroll	8396	1112	13,20
6 ppm	6700	732	10,92
166 ppm	12235	848	6,93
333 ppm	11480	146	1,20

A lóbab pollenanyasejtjeinek osztódása csökkent a Dikonirt koncentráció emelésével. A kezelt sejtekben abnormálisan folyt le a meiózis. A kromoszómák összerapadtak, csomósodtak, kromatintestek képződtek. A kromatin állomány egyenlőtlen szétoszlása is megfigyelhető volt. Ezek a jelenségek 333 ppm-es kezelésnél a legkifejezettebbek.

Kísérleteink alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy a Dikonirt megfelelő koncentrációban alkalmazva mind az egyszikű kukoricánál, mind a kétszikűek általunk vizsgált képviselőinél erőteljesen gátolja a sejtosztódást. Az osztódás intenzitása a Dikonirt koncentráció emelésével csökken. A kétszikűek, mint egyéb méréseink is igazolják érzékenyebbek a vizsgált egyszikűnél. A hatás legjobban a meta-, ana- és telofázisok csökkenésével mérhető. A legérzékenyebbnek mutatózó görögdinnyénél ezekben a fázisokban levő sejteket egyáltalán nem találtunk. A mikroszkópos kép is mutatja a szercitológiai hatásait. Mind a kukoricánál, mind a kétszikűeknél a kezelt sejtek kisebbek a kontrollnál. A plazma zsugorodott, erősen szemcsézett. A sejtmag homogénbben festődött, a nukleoluszt nehezen lehet elkülöníteni a magon belül a kezelt növényeknél.

A kezelt lóbabnál a pollenanyasejt meiózis is zavart szenved, a kezelt sejtekben a kromoszómák összerapadnak, a kromatinállomány egyenlőtlenül oszlik meg.

E megfigyeléseink megegyeznek Wuu és Grant /1966 b/

közleményeiben írottakkal, mely szerint peszticidek és herbicidek hatására kromoszóma aberrációk keletkeznek.

Rojik /1969/ megállapítása szerint a posztemergens Dikonirt kezelés a lóbab és a borsó sejtosztódására tömőbb koncentrációban káros hatású, melyet a meta- és anafázisok számának csökkenése mutat. A 2,4-D hatására csökken a sejtmembrán vizáteresztő képessége és így az endogén víztartalék használódik fel, melynek következtében az osztódás erősen lelassul meta- illetve anafázisban leáll.

Shaikh /1970, 1972/ morfológiai, kromoszómális és magképzési rendellenességet figyelt meg Viciánál herbicid kezelés hatására.

A 2,4-D serkenti az RNS és protein szintézist, hatása a sejtmagon keresztül valósul meg. Kapcsolódhat a sejtekben lévő szabad aszparaginsavval peptidkötés formájában, ez a peptidkötés fokozatosan alakul ki, ezen keresztül vesz részt a DNS-től függő protein szintézisben. Magas koncentrációban alkalmazva a 2,4-D-t a növekedést és a sejtmagon keresztül megvalósult szintéziseket megzavarja és valószínűleg ez vonja maga után a meiózis rendellenességeket.

3. Kukorica T_0 , T_1 nemzedékének fenológiai, citológiai összehasonlítása

A herbicidek és peszticidek sokszor olyan súlyos károsodást okoznak, amely kihat későbbi nemzedékekre is. Shaikh /1972/ vizsgálatai alapján megállapította, hogy Lorox herbiciddel kezelt *Vicia faba*-nak nagyszámu kromoszóma rendellenessége tapasztalható a mitotikus osztódásnál. A T_0 magvakat elvetve vizsgálták a T_1 nemzedék növényeit. A magvakat ismét elvetették és vizsgálták a T_2 növényeket is. Mindkét nemzedékben kromoszóma fragmentálódás és hid képződés volt megfigyelhető. Egyszikűeknél szintén megfigyelhetők különböző rendellenességek herbicid kezelés hatására az utódnemzedékekben.

T_0 és T_1 kukorica csiranövények növekedését hasonlítottuk össze. Mértük a gyökér és a hajtás hosszát. Megvizsgáltuk, hogyan növekednek a csiranövények ha a Dikonirt hatását csapvizes lemosással megszüntetjük. Eredményeinket táblázatban foglaltuk össze /8. táblázat/.

A T_0 nemzedéket csapvizes szűrőpapíron csiráztatva, összehasonlítva a hasonló körülmények közt nevelt szabadföldön 2,4-D kezelést kapott T_1 nemzedék csiranövényeivel, megállapítható hogy hajtásnövekedésnél a T_1 nemzedék mutat jobb eredményt, míg gyökérnövekedésnél a T_0 nemzedék. Az eredmények arra utalnak, hogy a T_1 nemzedék a szabadföldi 2,4-D kezelésből maradványokat

tartalmaz és ez okozza az említett különbségeket. A T_0 kontrollt és a T_1 magvakat, melyek szabadföldön kezelést kapott kukorica termései, azonos koncentrációju Dikonirt oldattal kezelve hajtásnövekedésben nem mutattak eltérést. Gyökérnövekedésben a T_1 nemzedék jelentős lemaradást mutatott. Ezeknél a csiranövényeknél megszüntettük a Dikonirt hatását úgy, hogy bő csapvizzel lemostuk azokat, majd csapvizes szűrőpapíron tovább csiráztattuk. A T_1 növények gyökere sokkal intenzívebben fejlődött, erőteljes szövetburjánzás volt megfigyelhető a gyökér nyaki részén, ami auxinhatásnak tulajdonítható. A hajtásnövekedésben lényeges különbség nem mutatkozott.

Megvizsgáltuk a szabadföldön termesztett és Dikonirt kezelést kapott kukorica termésének gyökércsucs mitózisát és összehasonlítottuk a kezeletlen és kezelt T_0 nemzedék gyökércsucs mitózisával. Eltérések figyelhetők meg az azonos körülmények között nevelt T_0 és T_1 csiranövények között. Legfeltűnőbb az, hogy a szabadföldön kezelést kapott növények termésénél csapvizes csiráztatás után nagyobb lesz a metafázisban és az anafázisban levő osztódó sejtek aránya a T_0 kontrollhoz viszonyítva /9. táblázat, 2o. ábra./ A mitótikus osztódásnál bekövetkező változást valószínű a magvakban igen magas koncentrációban megmaradó 2,4-D okozza.

8. táblázat

Gyökér és szárhossz alakulása kukorica T_0 , T_1
nemzedékeknél

Variánsok	Gyökérhossz cm-ben	Hajtáshossz cm-ben
Kontroll 1	4,26	2,12
Kontroll 2	4,90	1,82
Kontroll 3	4,60	1,95
Kezelt 1	0,94	1,62
Kezelt 2	1,04	0,69
Kezelt 3	1,00	1,07
Kezelt + lemosott 1	2,40	6,85
Kezelt * lemosott 2	5,31	6,65
Kezelt + lemosott 3	3,82	5,24

A 8. táblázat variánsainak értelmezése:

Kontroll 1: T_0 csapvizes szűrőpapíron csiráztatva.

Kontroll 2: T_1 , szabadföldön 1 g Dikonirt/m² kezelést kapott kukorica termése, csapvizes szűrőpapíron csiráztatva.

Kontroll 3: T_1 , szabadföldön 4 g Dikonirt/m² kezelést kapott kukorica termése, csapvizes szűrőpapíron csiráztatva.

Kezelt 1: T_0 , 0,105 g Dikonirt/liter oldattal nedvesített szűrőpapíron csiráztatva.

Kezelt 2: T_1 , szabadföldön 1 g Dikonirt/ m^2 kezelést kapott kukorica termése 0,105 g Dikonirt/liter oldattal nedvesített szűrőpapíron csiráztatva.

Kezelt 3: T_1 , szabadföldön 4 g Dikonirt/ m^2 kezelést kapott kukorica termése 0,105 g Dikonirt/liter oldattal nedvesített szűrőpapíron csiráztatva.

Kezelt + lemosott 1: T_0 , a "kezelt 1" csapvizes lemosás után tovább csiráztatva.

Kezelt + lemosott 2: T_1 , a "kezelt 2" csapvizes lemosás után tovább nevelve.

Kezelt + lemosott 3: T_1 , a "kezelt 3" csapvizes lemosás után tovább nevelve.

9. táblázat

Kukorica T_0 , T_1 nemzedékének gyökércsucs mitózis vizsgálata. /Preemergens Dikonirt kezelés/.

Variánsok	Összes sejtek száma	Osztódó sejtek száma	Pro- fázis	Meta- fázis	Ana- fázis	Telo- fázis
T_0 kontroll	2892	1068	906	51	57	50
T_1 kontroll						
"A"	2480	1161	1076	43	42	36
T_0 kezelt						
0,105 g						
2,4-D/lit.	2360	877	853	8	11	6
T_1 kezelt						
0,105 g						
2,4-D/lit.						
"A"	2215	725	702	9	8	6
T_1 kontroll						
"B"	2600	900	749	54	44	53
T_1 kezelt						
0,105 g						
2,4-D/lit.						
"B"	2590	866	835	13	11	7

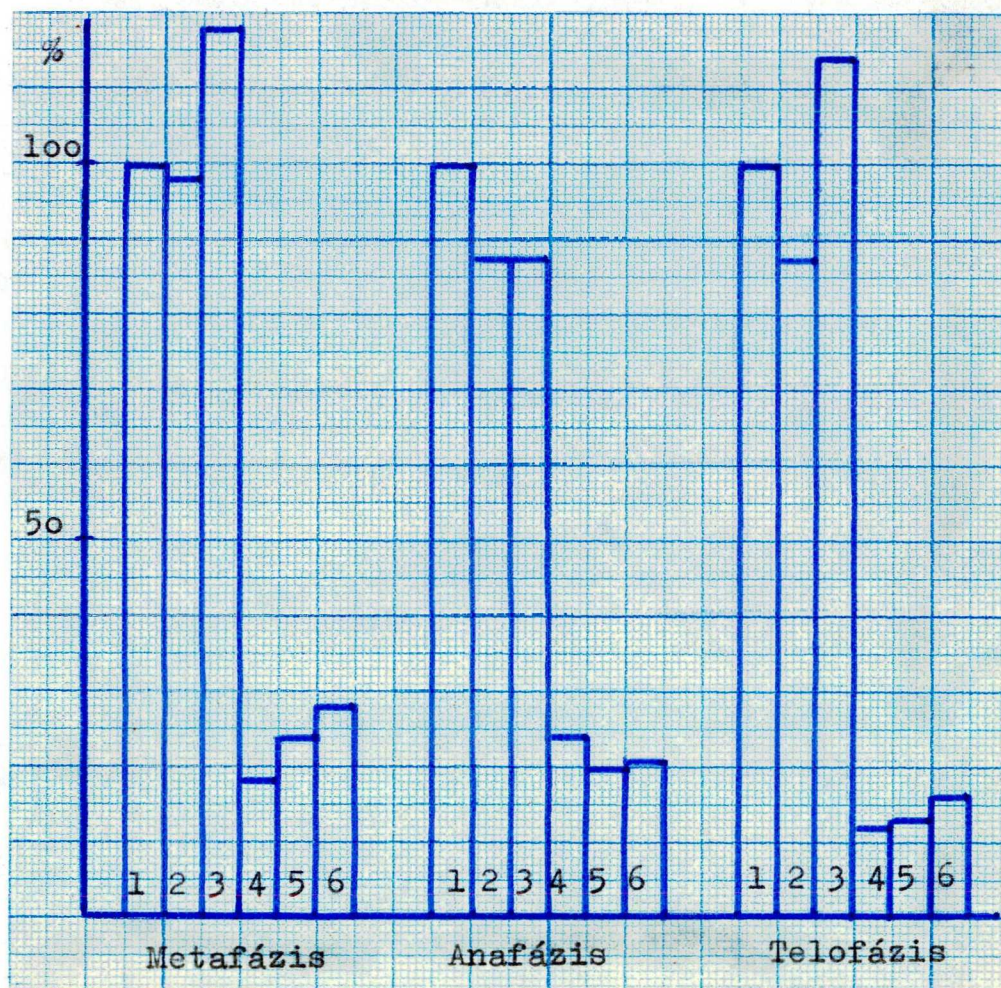
Jelmagyarázat:

T_1 "A" = Szabadföldön 1 g Dikonirt/m² kezelést kapott kukorica termése

T_1 "B" = Szabadföldön 4 g Dikonirt/m² kezelést kapott kukorica termése

20. ábra

Kukorica T_0 , T_1 nemzedékének gyökércsucs osztódása.
/Az osztódási fázisokat a T_0 kontroll összeajtszámhoz viszonyított %-ában számolva/.



1. T_0 kontroll
2. "A", T_1 , a szabadföldön 1 g Dikonirt/m² kezelésű termése csapvizes szűrőpapíron csiráztatva.
3. "B", T_1 , a szabadföldön 4 g Dikonirt/m² kezelésű termése csapvizes szűrőpapíron csiráztatva.
4. T_0 kezelt /preemergensen 0,105 g 2,4-D/l/
5. "A", T_1 , preemergensen kezelve 0,105 g 2,4-D/l oldattal.
6. "B", T_1 , preemergensen kezelve 0,105 g 2,4-D/l oldattal.

Lóbab T_0 , T_1 nemzedékének citológiai, fenológiai összehasonlítása

A szabadföldön kezelt lóbab termését vizsgálva megállapítottuk, hogy az csapvizes szűrőpapíron jól fejlődik, de a rendellenes görbülések a gyökéren gyakrabban jelentkeznek, mint a T_0 kontroll növényeknél. A hajtás és gyökérhossz vizsgálatánál megfigyelhető, hogy a T_1 nemzedék jobban fejlődik, mint az azonos koru T_0 nemzedék, de az idősebb növényeknél a különbségek eltolódnak. A T_1 nemzedék kezdeti erőteljesebb növekedését valószínűleg a magban lévő 2,4-D okozza.

A preemergensen 0,33 ppm-es 2,4-D oldattal kezelt lóbab T_0 és T_1 nemzedékénél különbség csak a gyökérhosszban mutatkozott, ami feltehetően a preemergensen felhalmozott 2,4-D és a magban levő maradványa együttesen idézett elő /10. táblázat/. A két nemzedék gyökércsucs mitózisát összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a T_1 kontroll gyökércsucsában több volt a metafázisban lévő sejtek száma, mint a T_0 kontroll esetében /21. ábra/. Preemergens Dikonirt kezelés hatására lényeges különbség nem mutatkozott a T_0 és T_1 nemzedékek között /11. táblázat/.

10. táblázat

Lóbab T_0 és T_1 nemzedékénél a gyökér és hajtáshossz alakulása 6 napos csiranövényeknél. /A kezelést preemergen- sen 0,33 ppm koncentrációju Dikonirt oldattal végeztük/.

Variánsok	Gyökérhossz	Hajtáshossz
T_0 , kontroll	7,45	6,47
T_1 , kontroll	8,72	6,62
T_0 , kezelt	3,85	5,60
T_1 , kezelt	4,01	5,82

Megjegyzés: A T_1 nemzedék, a szabadföldön 0,20 g Dikonirt/m² kezelést kapott lóbab termése.

11. táblázat

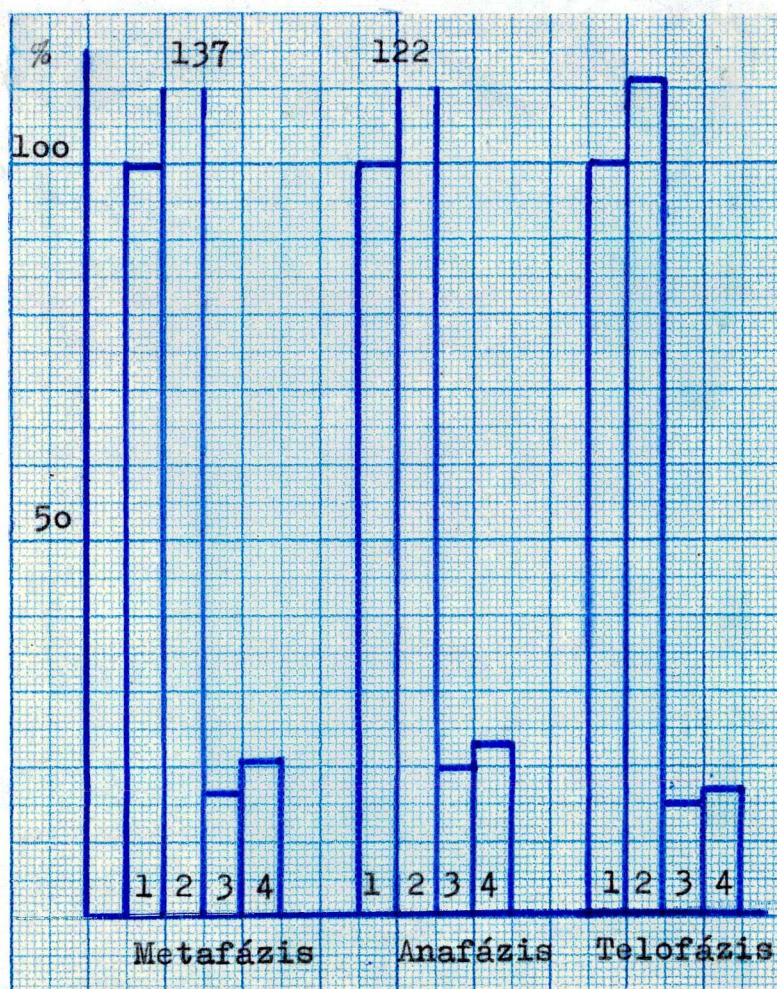
Lóbab T_0 , T_1 nemzedék gyökércsucs merisztéma sejtek osztódásának összefoglaló táblázata. /6 napos növények preemergen- sen kezelve 0,33 ppm-es 2,4-D-vel/.

Variánsok	Összes sejtek száma	Osztódó sejtek száma	Pro- fázis	Meta- fázis	Ana- fázis	Telo- fázis
T_0 kontroll	448	196	171	9	6	10
T_1 kontroll	485	214	180	14	8	12
T_0 kezelt	1158	107	96	4	3	4
T_1 kezelt	1320	112	98	6	4	5

Megjegyzés: A T_1 lóbab, a szabadföldön 0,20 g Dikonirt/m² kezelésű lóbab termése.

21. ábra

Lóbab T_0 , T_1 nemzedékének összehasonlítása. Gyökéresucs mitózis fázisai a T_0 kontroll összsejtszámhoz viszonyított %-ában.



1. T_0 , kezeletlen kontroll
2. T_1 , szabadföldön $0,20 \text{ g Dikonirt/m}^2$ kezelést kapott lóbab termése csapvizes szűrőpapíron csiráztatva.
3. T_0 , $0,33 \text{ ppm Dikonirt}$ oldattal preemergensen kezelt.
4. T_1 , a szabadföldön $0,20 \text{ g Dikonirt/m}^2$ kezelésű lóbab termése $0,33 \text{ ppm Dikonirt}$ oldattal preemergensen kezelve.

4. A 2,4-D maradvány gázkromatográfiás meghatározása kezelt T_0 lóbab termésében

A T_1 nemzedék vizsgálatánál többször tapasztaltunk olyan élettani változásokat ami szermaradványok jelenlétére utalt. Így a kezelt kukorica termése kezelés, majd csapvizes lemosás után, erőteljesebben fejlődött, a gyökér nyaki részén auxin és 2,4-D hatásra utaló szövetburjánzás volt megfigyelhető. A lóbab T_1 nemzedékénél is hasonló jelenségeket tapasztaltunk.

Bevenue és mtsi /1962/ kukorica, cirok és borsó növények szermaradvány tartalmát vizsgálták és arra a megállapításra jutottak, hogy a kukorica 0,68 ppm, a cirok 0,29 ppm 2,4-D-t tartalmazott. A borsó 2,4-D tartalma a módszer érzékenysége alatt volt. A kukorica és cirok esetében felületi maradék valószínűleg meghamisította az eredményt.

Gutemann és Links /1963/ takarmány növényeket szabadföldi kísérletben 2,4-D oldattal kezelték. 48 nappal a kezelés után a szermaradvány tartalom 0,32 ppm és 0,80 ppm között mozgott. Kísérleteinkben különböző 2,4-D koncentrációju oldattal kezeltünk lóbabot és megvizsgáltuk gázkromatográfiás uton a szermaradványokat. Eredményeinket az alábbi táblázatban közöljük /12. táblázat/.

12. táblázat

2,4-D tartalom meghatározása lóbab növények magvaiból gáz-kromatográfiásan. /Számítás: g szárazanyagra vonatkozik/.

Kezelések	Kapott érték g/g szárazanyagra	Kapott érték ppm-ben
Kontroll	0	0
6 ppm	$1,40 \times 10^{-7}$	0,14
166 ppm	$2,96 \times 10^{-7}$	0,30
333 ppm	$3,68 \times 10^{-7}$	0,37

A 2,4-D koncentráció emelésével nő a mintákban a szermaradvány tartalom. Az azonos kezelésű növényekből a virágbimbók megjelenésekor végzett sejtosztódásos vizsgálataink eredménye alátámasztja a termés beérése után végzett 2,4-D tartalom meghatározásának eredményét. Mérési eredményeink nagyságrendileg és tendenciájukat tekintve, megegyeznek az irodalomban találtakkal.

Kétszikűek összoldható-fehérje és pigmenttartalmának változása

A nukleinsav és fehérjeszintézis specifikus inhibitorainak alkalmazásával kimutatták, hogy az auxinok szoros kapcsolatban vannak a fehérjeszintézissel így a sejtmegnyulással és differenciálódással is /Knypl 1966/. A szintetikus auxinhatású szerek, így a 2,4-D a kóleoptil, illetve hajtás és a gyökér növekedését magasabb koncentrációban gátolja /Lavee, Galston 1968/.

Kísérleteinkben választ keresünk arra, hogy a posztemergens kezelés hogyan befolyásolja a csiranövények oldható fehérje tartalmát. A vizsgálatokhoz a lóbabot használtuk. A kezelést a 4 napos növényeknél végeztük 6 és 28 ppm-es koncentrációju Dikonirt oldattal.

Az adatokat a következő két táblázat tartalmazza /13. 14. táblázat/.

Mindkét kezelés gátolta a lóbab csiranövények hajtásának és gyökerének növekedését és fejlődését.

Mesterséges öregedést idéztünk elő. A két táblázat adatai alapján a kezelt növények gyökere nagymértékű károsodást /öregedést/ szenvedett, s ezt jelzi az oldható fehérje mennyisége is. A 2,4-D aktív gyöke révén kapcsolódik a fehérjéhez és ezzel az anyagcsere folyamatok eltolódását okozhatja. A kísérleteinkben alkalmazott koncentráció toxikus hatásnak mutatkozott /Sell 1949/.

13. táblázat

6 ppm-es 2,4-D-vel kezelt 4 napos lóbab csiranövény
oldható összfehérje tartalma, γ /g friss súlyra
számolva.

Kezelés napokban	Kontroll hajtás	Kontroll gyökér	Kezelt hajtás	Kezelt gyökér
2	960	795	1010	950
3	970	790	1045	1025
5	1040	850	1050	1175
6	1135	890	1060	1125
8	1250	665	1145	1185
9	1345	655	1165	1300
10	1500	635	1205	1325

14. táblázat

28 ppm-es 2,4-D-vel kezelt 4 napos lóbab csiranövény
oldható összfehérje tartalma, γ /g friss súlyra
számolva.

Kezelés napokban	Kontroll hajtás	Kontroll gyökér	Kezelt hajtás	Kezelt gyökér
2	925	755	900	910
3	1060	740	940	950
4	1110	745	1025	1040
5	1340	870	1190	1150
6	1390	1055	1300	1165
7	1400	850	1365	1190
8	1350	800	1050	1025

A preemergens Dikonirt kezelés szintén destrukciót okozott a vizsgált növényeknél. A gyöngybab fehérje tartalmát vizsgálva megállapítható, hogy a kontroll növény hajtásában és gyökerében fokozatos összoldható-fehérje tartalom csökkenés figyelhető meg. A sziklevel vizsgálata ennek ellenkezőjét mutatja, mert itt a napos korrig fokozatos emelkedést mutat az oldható fehérje mennyisége. Preemergens kezelés hatására az oldható fehérje mennyisége az idő függvényében csökkenő tendenciát mutat mind a gyökérnél, mind a hajtásnál és a sziklevelnél. Legfeltehetőbb a változás a sziklevelek esetében. Az eredmények arra utalnak, hogy a 2,4-D gátolja a szintézis folyamatokat /15. táblázat/. Uborka esetében a fehérje tartalom alakulása nem mutat lényeges különbséget a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva. A magas Dikonirt koncentrációnál relative nő az összoldható-fehérje tartalom az azonos korú növények gyökerében és hajtásában, míg alacsony koncentrációju 2,4-D kezelés csökkenti az oldható fehérje mennyiségét a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva /16. táblázat/.

Sárgadinnye és görögdió fokozott Dikonirt érzékenységet jól mutatja az összoldható-fehérje tartalom alakulása. A kezelt növények hajtásában és gyökerében egyaránt magasabb a fehérje tartalom a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva. Ez is bizonyítja azt, hogy a Dikonirt az alkalmazott koncentrációban gátolja a megnyúlásos növekedést, ezáltal gátolja a tartalék tápanyagok felhasználódását /17. 18. táblázat/.

15. táblázat

Bab viranővény összoldható-fehérje tartalmának alakulása preemergens
Dikonirt kezelés hatására. / γ /g friss sulyszámitva/.

Növény kora	Kezeletlen kontroll			0,33 ppm 2,4-D-vel kezelt			3,33 ppm 2,4-D-vel kezelt		
	Hajtás	Gyökér	Sziklevél	Hajtás	Gyökér	Sziklevél	Hajtás	Gyökér	Sziklevél
3	4050	2205	4140	4120	2750	4400	4200	3850	5100
4	3375	1900	4320	3400	2600	4350	3800	3200	4300
5	3210	1885	4515	3170	2350	4010	3450	2840	4210
6	3105	1860	4650	2800	2250	3600	3260	2610	4130
7	3100	1720	4710	2720	2100	3420	3120	2520	4050
8	3040	1700	4700	2690	1940	3200	3070	2450	3920
10	2910	1635	4675	2550	1700	3000	2960	2250	3740

16. táblázat

Uborka csiranövény összoldható-fehérje tartalmának alakulása
preemergens Dikonirt kezelés hatására. / γ /g friss súlyra számítva/

Növény kora	Kontroll		0,33 ppm 2,4-D-vel kezelt		3,33 ppm 2,4-D-vel kezelt	
	Gyökér	Hajtás	Gyökér	Hajtás	Gyökér	Hajtás
5	2850	3220	2300	3150	2870	3470
7	2310	2910	2100	2840	2610	3180
11	1750	2040	1580	2120	1920	2310
13	1515	1850	1460	1940	1690	2070
15	1320	1560	1340	1810	1480	1920

17. táblázat

Sárgadinnye csiranövény összoldható-fehérje tartalmának alakulása preemergens Dikonirt kezelés hatására.

/ γ /g friss sulyra számítva/

Növény kora	Kontroll gyökér	Kontroll hajtás	Kezelt gyökér	Kezelt hajtás
7	2750	3925	2900	5250
9	2120	3580	2790	5210
11	1680	3270	2510	4940
14	1370	2750	2150	4620

18. táblázat

Görögdinnye csiranövény összoldható-fehérje tartalmának alakulása preemergens Dikonirt kezelés hatására. / γ /g friss sulyra számítva/

Növény kora	Kontroll gyökér	Kontroll hajtás	Kezelt gyökér	Kezelt hajtás
7	2410	4250	2740	4940
9	2300	3785	2610	4280
10	2115	3200	2350	4030
14	1625	2640	2110	3810

Dikonirt kezelés hatására bekövetkező pigment illetve festékanyag tartalom változás egyszerű megfigyeléssel is regisztrálható. Vonatkozik ez elsősorban a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére. A Dikonirt koncentráció emelésével párhuzamos csökkenés figyelhető meg mind az egy-, mint a kétszikű növényeknél a pigmenttartalomban. Irodalmi adatok szerint általában a herbicidek gátolják a klorofill szintézisét /Herreth, Berthold 1965/.

Szabadföldi kísérleteinknél megfigyelhető volt, hogy a Dikonirt preemergensen alkalmazva nagymértékben gátolta a gyökérfunkciót, lelassította az anyagcserét, tehát lelassította az egész növény fejlődését.

A pigmenttartalom alakulását három növénynél vizsgáltuk. Gyöngybabnál posztemergens Dikonirt kezelés hatására jelentős mértékben csökkent az összpigment tartalom a kontrollhoz viszonyítva. A csökkenés mértéke nem arányos az idővel. A kezelés utáni 3. naptól erőteljesebb, majd a 7. nap után ismét lelassul /19. táblázat/. Uborkánál és sárgadinnyénél külön vizsgáltuk a klorofill a és b, valamint a karotin - xantofill mennyiségének alakulását a kezelés hatására. A szabadföldi kísérletek bizonyossága szerint az uborka viszonylag jól tűri a Dikonirtot - ami relative alacsony fehérje tartalmából következik - a folyamatos szerhatást is kiheveri. Alacsony koncentrációju preemergens, illetve folyamatos kezelés

hatására kb. azonos mértékben csökken a klorofill a és b mennyisége. A sárga festékanyagok csökkenése kisebb mértékű a kontrollhoz viszonyítva. Magas koncentrációjú kezelés tovább csökkentette a pigmentek mennyiségét, de a csökkenés aránya eltolódott. Legjobban a klorofill a, ezt követően a klorofill b csökkent. Magas koncentrációjú kezelés is csak oly mértékben csökkentette a sárga festékanyagok mennyiségét, mint az alacsony koncentráció a zöld pigmentekét /22. ábra/.

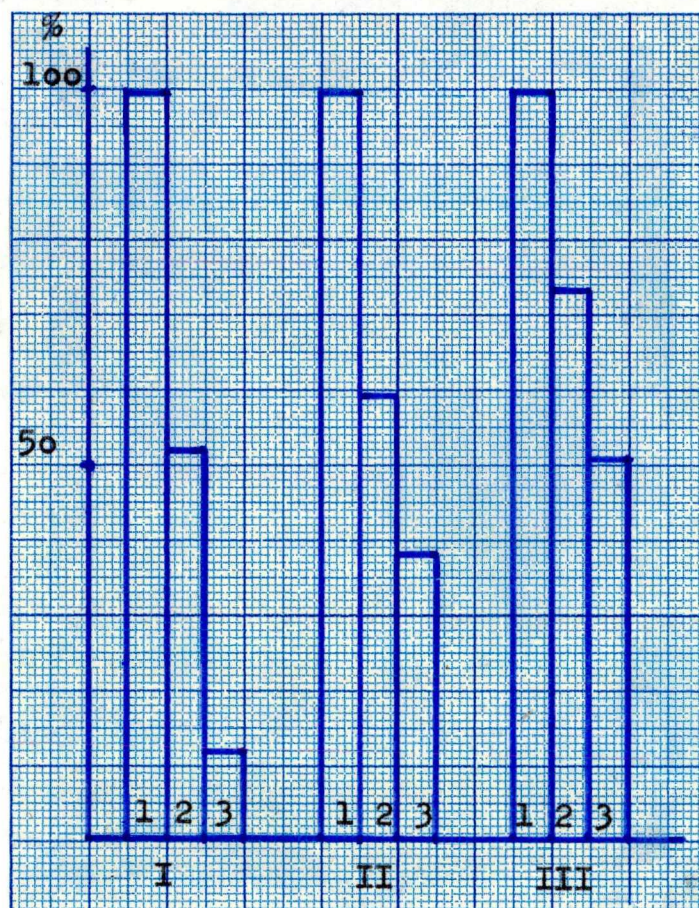
19. táblázat

Posztemergens 2,4-D kezelés hatása bab csíranövények
összpigment tartalmára. /Számítás γ /g friss súlyra/

Kezelés napokban	Kontroll	Kezelt	Kezelt a kontroll %-ában
4	3,70	1,41	38
7	4,99	1,50	30
8	5,70	1,50	26

22. ábra

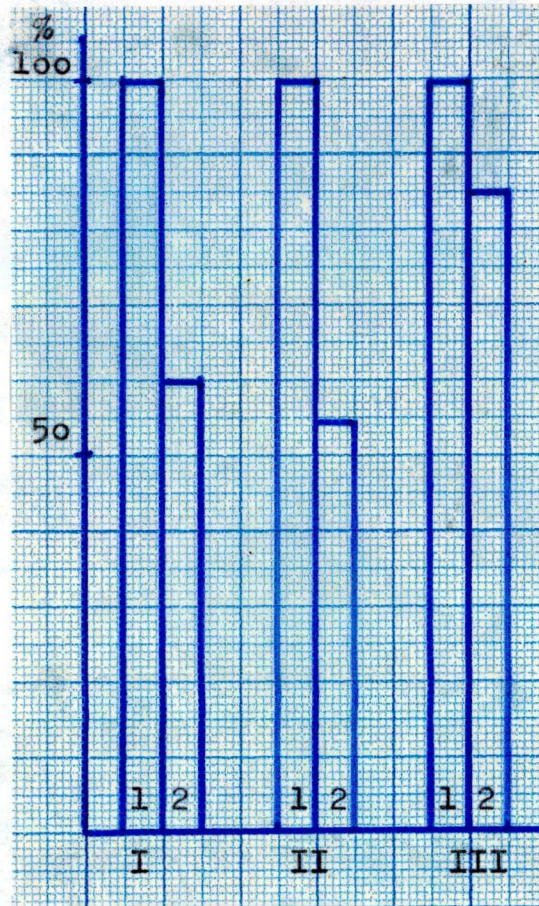
Preemergens Dikonirt kezelés hatása 7 napos uborka csíranövény klorofill a és b, valamint karotin - xantofill tartalmára a kontroll %-ában



1. Kezeletlen kontroll
2. 0,33 ppm 2,4-D-vel kezelt
3. 3,33 ppm 2,4-D-vel kezelt
- I. Klorofill a
- II. Klorofill b
- III. Karotin - xantofill

23. ábra

Preemergens Dikonirt kezelés hatása 14 napos sárgadinnye klorofill a és b, valamint karotin - xantofill tartalmának alakulására a kontroll %-ában.



1. Kezeletlen kontroll
 2. 0,33 ppm 2,4-D-vel kezelt
- I. Klorofill a
 - II. Klorofill b
 - III. Karotin - xantofill

Sárgadinnyénél fokozott szer-érzékenység volt megfigyelhető, ennek ellenére a pigment mennyiség kisebb arányu csökkenést mutatott mint uborkánál. A zöld pigmentek mennyisége itt hasonlóan csökkent, a karotin - xantofill csökkenés viszonylag kismértékű /23. ábra/. A mérési eredmények megegyeznek az irodalmi adatokkal. Mindkét típusu kezelés, amely károsodást okoz csökkenti a pigment tartalmat és a károsodás a koncentráció emelésével fokozódik. Herreth és Berthold /1965/ irodalmi adatai szerint a herbicidek gátolják a pigment szintézist.

Kukorica peroxidáz aktivitása, valamint a vizsgált kétszikűek peroxidáz, kataláz aktivitása és indol - hidroxiláló képességének változása

A peroxidáz az indolecetsav, mint növényi növekedési hormon oxidációját katalizálja és megfordítva, az indolecetsav megváltoztatja a peroxidáz aktivitását a növényi szövetekben. Az öregedéssel együtt a hormonellátás meggyengül és ez lehetővé teszi új izoenzim megjelenését intakt növényekben /Ockerse, Siegel, Galston 1966/.

Az egyszikűek jól tűrik a Dikonirtot, még magasabb koncentráció sem okoz maradandó károsodást. Szabadföldi kísérleteink is bizonyítják, hogy a kukorica kiheveri a 2,4-D hatását, és csak a magas koncentráci-

óban alkalmazott gyomirtó szer okoz destrukciót. A kukorica szegállapotban jól tűri a herbicid kezelést. Ezt bizonyítja a peroxidáz-enzim aktivitásának mérése /20. táblázat/.

20. táblázat

Posztemergens 2,4-D kezelés hatása kukorica csiránövények peroxidáz-enzim aktivitására. /Számítás: a kontroll levél enzim aktivitásának %-ában/.

Kezelés napokban	28 ppm-es kezelés	666 ppm-es kezelés
1	39	47
2	43	49
3	43	50

A kukorica peroxidáz-enzim aktivitása eltérést mutat a többi vizsgált növénytől. Amíg a többi egy és kétszikű növénynél a kezelés hatására - legyen az pre- vagy posztemergens - ugrásszerűen nő a peroxidáz aktivitás, addig a kukoricánál ez a kontroll növény enzim aktivitása alatt marad.

A gyöngybabnál alkalmazott preemergens 2,4-D kezelés emelte a peroxidáz-enzim aktivitását. A növény korával párhuzamosan nőtt az enzim aktivitás, kivéve a sziklevelet, ahol az csökkenő tendenciát mutatott /21.

táblázat/. A posztemergens kezelés hatása megegyezik a preemergens kezelés hatásával, de itt csak lényegesen magasabb Dikonirt koncentráció okoz ugyanolyan mérvű enzim aktivitás emelkedést, mint a preemergens kezelésnél /22. táblázat/. Az alkalmazott koncentrációk gyökér és hajtás károsodást okoztak. Sárgadinnyénél az alacsony koncentrációju kezelés is lényeges enzim aktivitást eredményezett /23. táblázat/. Az uborka jó Dikonirt tűrését bizonyítja az a tény, hogy csak magasabb Dikonirt koncentráció okozott viszonylag kis enzimaktivitás növekedést /24. táblázat/.

21. táblázat

Prexidáz-enzim aktivitásának változása preemergens Dikonirt kezelést kapott gyöngybab csiranövénynél.
/Számítás a kontroll %-ában/.

Növény kora	oldatok töménysége					
	0,33 ppm			3,33 ppm		
	gyökér	hajtás	szik- levél	gyökér	hajtás	szik- levél
4	118	110	254	214	135	281
6	192	121	62	432	228	218
8	405	125	85	667	334	177
10	471	128	105	667	334	145

22. táblázat

Peroxidáz enzim aktivitásának változása posztemergens
Dikonirt kezelés hatására gyöngybab csiranövénynél.
/Számítás: a kontroll %-ában/

Kezelés napokban	28 ppm-es oldattal kezelt hajtás	gyökér
3	242	219
4	305	302
6	374	367
7	444	368
9	481	425

23. táblázat

Sárgadinnye peroxidáz-enzim aktivitása preemergens
Dikonirt kezelést hatására a kontroll %-ában.

Kezelés napokban	0,33 ppm-es oldattal kezelt hajtás	gyökér
7	144	267
14	181	318

24. táblázat

Uborka peroxidáz-enzim aktivitásának változása
preemergens Dikonirt kezelés hatására, a kontroll
%-ában.

Növény kora	0,33 ppm-es		3,33 ppm-es	
	hajtás	gyökér	hajtás	gyökér
6	100	91	100	121
16	96	108	122	191

25. Táblázat

Szabadföldön termesztett kontroll és kezelt lóbab
termése csapvizes szűrőpáron csiráztatva. 6 napos
korban a peroxidáz-enzim aktivitása.

Variáns	Extinkciók		
	hajtás	gyökér	sziklevel
Szabadföldi kont- roll lóbab ter- mése	1,264	1,525	0,432
Szabadföldi ke- zelt lóbab ter- mése	1,260	1,507	0,492

Összehasonlítottuk a szabadföldön termesztett kontroll és kezelt lóbab terméséből nevelt csiranövények enzim aktivitását. A hajtásnál és a gyökérnél különbség nem mutatkozott, de a szabadföldi kezelt termésnél a sziklevel enzim aktivitása 14 %-al magasabb volt, mint a kontrollé. Ez is bizonyítja a 2,4-D felhalmozódását a magvakban /25. táblázat/.

Megvizsgáltuk a kataláz enzim aktivitását a borsónál, gyöngybabnál és lóbabnál. A szabadföldön Dikonirt kezelést kapott növényeknél emelkedett a kataláz aktivitása a kontrollhoz viszonyítva /26. 27. 28. táblázat/.

26, táblázat

Posztemergens Dikonirt kezelés hatása borsó csiranövény kataláz aktivitására. /Számítás:a kontroll levél enzim aktivitásának %-ában/

Kezelés napokban	Oldatok töménysége	
	6 ppm	66 ppm
3	108	128
6	136	143

27. táblázat

Dikonirt kezelés hatása szabadföldi gyöngybab hajtásának kataláz aktivitására. /Számítás: a kontroll %-ában/.

Kezelés napokban	Oldatok töménysége	
	6 ppm	66 ppm
2	98	117
4	105	125
6	110	136

28. táblázat

Dikonirt kezelés hatása szabadföldi lóbab hatásának katalázán aktivitására. /Számítás: a kontroll %-ában/.

Kezelés napokban	Oldatok töménysége	
	6 ppm	66 ppm
2	105	121
4	112	138
6	119	147

Kísérleteink meggyőzték a 2,4-D peroxidáz aktivitást fokozó hatásáról, amely az irodalmi adatokkal összhangban áll. Ockerse /1956/ szerint a peroxidáz az indolecetsav, mint növényi növekedési hormon oxidációját katalizálja és megfordítva, az auxinhatású vegyületek megváltoztatják a peroxidáz aktivitását. Mivel a magas koncentrációju Dikonirt gyorsítja az anyagcserét, ez öregedést idéz elő a növénynél. Természetes az oxidációs anyagcserében résztvevő enzimek aktivitásának emelkedése. A kukorica enzim aktivitása Dikonirt kezelés hatására nem emelkedett, szemben a vizsgált többi növényvel, ahol az enzim aktivitás a Dikonirt koncentráció függvényében nőtt. A kukorica enzim aktivitásában tapasztalt eltérés szoros összefüggésben áll azzal a ténnyel, hogy szegállapotban igen jól tűri a 2,4-D-t.

Vizsgáltuk a kétszikűek indol-hidroxiláló képességének megváltozását Dikonirt kezelés hatására. Az indol fontos szerepet játszik a növényi bioszintézisben, bár endogén indol nem minden növényi részben mutatható ki. Feltételezhető, hogy az aromás vegyületek hidroxilálásában fontos szerepet játszanak a hidroxilázok. A megfelelő endogén indol és indolváz vegyületek rezisztenciát fokoznak a növényekben. A káros mennyiségek kiküszöbölése enzimatikusan történik.

Mivel a magas koncentrációju 2,4-D-vel már erősen károsított anyagcsere jön létre a természetben és kísérleti körülmények között is, ez adta a gondolatot, hogy az alternatív ultra terelődött anyagcsere folyamat, vagyis a pentózfoszfát sönt aktiv működése maga után vonja a hidroxilázok - feltehetően igen sok enzim együttes működése alapján - aktiválódását és ezt mi indol hidroxil származékok megjelenésével próbáltuk kimutatni.

Az általunk vizsgált kétszikű növények peroxidáz - enzim aktivitás emelkedésével párhuzamosan vizsgáltuk az indol hidroxil származékok megjelenését is. A gyöngybab csiranövélynél az indol hidroxil származékok közül csak az 5-OH-indol jelent meg. A kontroll növény gyökerében és hajtásában a 8. napig nőtt, majd csökkent a mennyisége. Alacsony koncentrációju Dikonirt kezelés hatására a 12 napos növény gyökerében lényegesen nagyobb az 5-OH-indol mennyisége. A hajtásban a kezelés hatására szintén jelentős 5-OH-indol mennyiség található, mely többszöröse a hasonló koru kontroll hajtásának. Magas Dikonirt koncentrációju kezelés a kontroll szintje alá süllyeszti mind a gyökérben, mind a hajtásban az 5-OH-indol mennyiségét. A borsó csiranövény a gyöngybabhoz hasonlóan viselkedik, azzal a különbséggel, hogy a magasabb koncentrációju Dikonirt kezelés is megemeli az 5-OH-indol mennyiségét /29. táblázat/. A lóbab csiranövény gyökerében és hajtásában szintén csak 5-OH-indol

keletkezik. A 2,4-D kezelés a gyökérnél alacsony koncentrációban alkalmazva nem emeli a származék mennyiségét, csak magas koncentrációban. A hajtásban keletkező 5-OH-indol mennyisége mindkét Dikonirt koncentráció mellett csökken. A szabadföldön 2,4-D kezelést kapott lóbab termését szintén feldolgoztuk. A T_1 nemzedékben a kontroll növényekben és a kezeltékben egyaránt fokozódott az 5-OH-indol mennyisége, ami feltehetően a magvakban maradt Dikonirtnak köszönhető /30. táblázat/.

A vizsgált kobakosok a hüvelyesektől eltérően viselkedtek. Több indol hidroxí származék jelent meg a sárgadinnyénél és a görögdinnyénél, de mennyiségük a kezelés hatására csökkent /31. 32. táblázat/. Az uborkánál csak 5-OH-indol keletkezett, melynek mennyisége alacsony koncentrációju kezelés hatására csökkent, magas koncentrációju kezelés hatására emelkedett /33. táblázat/. Ez összefügg azzal a ténnyel, hogy az uborka a vizsgált kétszikűek közül a legjobb Dikonirt tűréssel rendelkezik.

A hidroxí származékok mennyisége és milyenségi keletkezése alapján a kísérleti növényeink az eddigi megállapításainkat támasztották alá. A magasabb koncentráció növelte a származékok mennyiségét, bab, borsó, lóbab, uborka esetében. A 2,4-D-re érzékenyen

reagáló sárgadinnyénél igen élénk a hidroxilálás, nagy mennyiségben keletkezik 4- és 5-OH-indol, melynek mennyisége igen alacsony Dikonirt kezelés hatására is csökken. A görögdinnye, mely 2,-4-D-re a legérzékenyebbnek bizonyult a vizsgált növények között, igen erőteljes indol hidroxiláló képességgel rendelkezik. A rendkívül aktív szintézis folyamatokat már kis mennyiségű Dikonirt képes fékezni proteinekhez való kapcsolódása révén.

29. táblázat

Gyöngybab indol hidroxiláló képességének változása preemergens Dikonirt kezelés hatására. /1 g növényi anyagból készített szubsztrátba 1000 γ indolt vittünk be/. A származékok mennyisége 1g növényi anyagra vonatkozik. Számítás: γ /g friss súlyra.

Gyökér kezelések														Hajtás kezelések					
Növény kora	Kontroll		0,33 ppm		3,33 ppm		Kontroll		0,33 ppm		3,33 ppm		T _{cs} co						
	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i							
4	0,025	1,25	0,022	1,1	0,028	1,4	0,043	2,15	0,022	1,1	0,038	1,9							
8	0,170	40	0,180	43	0,080	4	0,100	5	0,170	40	0,060	3							
12	0,060	3	0,130	20	0,080	4	0,070	3,5	0,120	17	0,040	2							
B o r s ó																			
7	0,160	33	0,150	30	0,230	66	0,093	4,65	0,130	20	0,180	43							
14	0,220	56	0,220	56	0,140	28	0,092	4,6	0,140	28	0,104	10							

30. táblázat

6 napos lóbab csiranövény indol hidroxiláló képességének változása preemergens Dikonirt kezelés hatására a T_0 és T_1 nemzedékben.
/1 g növényi anyaghoz 1000 γ indolt adtunk, a kapott származék erre a mennyiségre vonatkoztatva/. Számítás: γ /g friss sulyra.

Vari- ánsok	Gyökér kezelések						Hajtás kezelések					
	Kontroll		0,33 ppm		3,33 ppm		Kontroll		0,33 ppm		3,33 ppm	
	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i
T_0	0,100	5	0,900	4,5	0,140	28	0,123	16	0,800	4	0,900	4,5
T_1 Sza- bádföldön 0,05 g/m ² D kezelést kapott ló- bab termése	0,110	12	0,110	12	0,165	35	0,150	30	0,130	20	0,750	3,8
T_1 Sza- bádföldön 0,20 g/m ² D kezelést kapott ló- bab termése	0,110	12	0,110	12	0,120	17	0,090	4,5	0,110	12	0,100	11,5

31. táblázat

Sárgadinnye csiranövény indol hidroxiláló képességének változása Preemergens Dikonirt kezelés hatására. /1 g növényi anyaghoz 1000 γ indolt adtunk, a kapott származék erre a mennyiségre vonatkozik/. Számítás: γ /g friss súlyra

Növény kora	Indol hidroxi szárm.	Gyökér kezelések				Hajtás kezelések			
		Kontroll		0,33 ppm		Kontroll		0,33 ppm	
		Átlag ext.	Átlag i-OH szárm.	Átlag ext.	Átlag i-OH szárm.	Átlag ext.	Átlag i-OH szárm.	Átlag ext.	Átlag i-OH szárm.
6	4-OH-i	0,360	135	0,342	120	-	-	-	-
	5-OH-i	0,100	5	0,082	4,3	-	-	-	-
12	4-OH-i	0,340	120	0,310	105	0,045	2,35	0,072	3,5
	5-OH-i	0,060	3	0,062	3	0,052	2,6	0,041	2
20	4-OH-i	0,098	4,9	0,140	27	0,040	2,3	0,061	3
	5-OH-i	0,030	1,5	0,040	2	0,054	2,6	0,050	2,5

- származék nem keletkezett

32. táblázat

Görögdinnye csiranövény indol hidroxiláló képességének változása preemergens Dikonirt kezelés hatására. / 1 g növényi anyaghoz 1000 γ indolt adtunk, a kapott származék erre a mennyiségre vonatkozik. / Számítás: γ /g friss súlyra

Növény kora	Indol hidroxi szárm.	Gyökér kezelések				Hajtás kezelések			
		Kontroll		0,33 ppm		Kontroll		0,33 ppm	
		Átlag ext.	Átlag i-OH szárm.	Átlag ext.	Átlag i-OH szárm.	Átlag ext.	Átlag i-OH szárm.	Átlag ext.	Átlag i-OH szárm.
15	4-OH-i	1,255	540	0,940	390	1,245	530	0,754	310
	5-OH-i	0,215	57	0,170	40	0,205	52	0,183	41
	6-OH-i	0,150	30	0,140	27	0,170	40	0,150	20
20	4-OH-i	1,245	530	0,820	355	1,250	530	0,730	300
	5-OH-i	0,225	60	0,153	21	0,240	65	0,180	20
	6-OH-i	0,158	24	0,092	4,7	0,183	41	0,140	17

33. táblázat

Uborka csiranövény indol hidroxiláló képességének változása preemergens Dikonirt kezelés hatására. /1 g növényi anyaghoz 1000 γ indolt adtunk, a kapott származék erre a mennyiségre vonatkozik/. Számítás: γ /g friss sulyra.

Növény kora	Gyökér kezelések						Hajtás kezelések					
	Kontroll		0,33 ppm		3,33 ppm		Kontroll		0,33 ppm		3,33 ppm	
	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i	Ext.	5-OH-i
10	0,215	57	0,164	35	0,197	49	0,318	110	0,250	71	0,290	95
16	0,190	48	0,140	27	0,140	27	0,250	76	0,200	50	0,250	76
20	0,180	41	0,130	21	0,136	24	0,205	51	0,180	44	0,237	67

Összefoglalás

A több éves ismerttetett és értékelt kísérleti eredményeinket a következőkben foglalhatjuk össze.

Szabadföldi kísérleteknél preemergens Dikonirt kezelés hatására a koncentráció emelésével párhuzamosan jelentkezett a csirázás gátlása, illetve teljes megszűnése. A kukoricánál alkalmazott magas 2,4-D koncentrációk gátolták a gyökér növekedését /pl. 20 g 2,4-D/m²/. A gátlás mértéke arányos volt a koncentráció emelkedésével. A hajtás növekedés és a levélszám alapján szintén megfigyelhető a Dikonirt növekedésnél megmutatkozó hatása; csökkent az oldalgyökerek száma. A cimerhányás időpontjában jelentős eltolódás figyelhető meg a kontroll növényekhez viszonyítva. A Dikonirt kezelés magas koncentráció esetén csökkenti a termés mennyiségét, de a száz magsulyra vonatkoztatott érték ezt nem jelzi, mert ez magasabb mint a kontrollé. A szemtermés számában van csökkenés. Egy virágzatban a redukált magképzés miatt kevesebb, de fejlett mag keletkezik, s ebből adódik a kezelték száz magsúlyának növekedése a kontroll száz magsúlyához viszonyítva. A posztemergens kezelés hatása megegyezik a preemergens kezeléssel, de szegállapotú kukoricánál alkalmazva károsító hatása lecsökken, mert a szegállapotú kukorica jól tűri a 2,4-D-t.

A 2,4-D kétszikűekre gyakorolt hatásáról azt mondhatjuk, hogy eltérő érzékenységgel reagálnak a vegyület koncentráció emelésére. Az általunk alkalmazott magas koncentráció teljesen legátolta a csirázást sárgadinnyénél és görögdinnyénél. A gyöngybab, borsó és lóbab növekedését is erősen leredukálta. A preemergens kezelés hatására a koncentráció emelésével párhuzamosan csökkent a hajtások és gyökök hosszúsága, valamint a levelek száma. Magas koncentrációju 2,4-D jellegzetes levéltorzulásokat, - görbülés, becsavarodás - idézett elő. A termés mennyiségét szintén befolyásolta a Dikonirt kezelés. A kapott magvak számának csökkenésével együtt járt a száz magsúly emelkedése. A vizsgált kobakosok Dikonirt türése között jelentős különbségek figyelhetők meg. Az uborka jól türi a kezelést, a magasabb koncentrációt is kiheveri. A hajtás és gyökérdestrukció a vizsgált kétszikűek közül itt a legkisebb. A levelek számában nem következik be változás alacsony koncentrációju 2,4-D kezelés esetén. A sárgadinnye, de különösen a görögdinnye igen érzékeny a Dikonirtra. Ezt a tényt alátámasztja az a megfigyelésünk, hogy az alacsony koncentrációju kezelés is maradandó károsodást okozott a növényeknél, s azok közül sok elpusztult virágzás előtt. Ugy tűnik a vizsgált kétszikűek Dikonirt érzékenysége és vizigénye között összefüggés van, mert a vizigényesebb növények 2,4-D türése kisebb.

Mind az egyszikű kukoricánál, mind a vizsgált kétszikűeknél a T_0 nemzedék citológiai vizsgálata azt mutatta, hogy 2,4-D kezelés hatására az osztódás intenzitása lecsökkent a gyökérmerisztéma sejtekben és aberrációs változások láthatók. A T_0 nemzedék meiózisos osztódásánál is kifejezett volt a 2,4-D hatása, ami a lelassult osztódásban és a kromoszómák eltérő konfigurációiban volt megfigyelhető. A kétszikű növényeknél már rendkívül alacsony Dikonirt koncentráció is rendellenességet okozott a mitotikus ciklusban. Az osztódás menetében következett be változás, mely függvénye volt a lelassult vízfelvételnek, ez párosult az osztódási mechanizmusban bekövetkezett zavarral. A magas koncentrációjú Dikonirt kezelés meta- illetve anafázisnál leállította az osztódás menetét és telofázisba csak igen kevés sejt jutott el.

A kukorica T_0 , T_1 nemzedékének összehasonlításakor azt tapasztaltuk, hogy a kezelt T_0 nemzedék terméséből fejlődő T_1 nemzedéknél a kezdeti megnyúlásos növekedés intenzívebb, de a későbbiekben ez a különbség eltűnik. Ennek oka valószínűleg a magvakban maradt 2,4-D lehet, amely az új nemzedéknél kifejti hatását. A T_1 nemzedék gyökércsucs mitózisát vizsgálva eltérések figyelhetők meg, ami legkifejezettebb a magas Dikonirt koncentrációból kezelt T_0 nemzedék terméséből nevelt csiranövé-

nyeknél. Az eltérés elsősorban a meta- és anafázisok arányában a legszenzitívebb, ami szintén a magvakban maradó 2,4-D következménye. A lóbab T_0 , T_1 nemzedékének összehasonlításánál szintén különbségek figyelhetők meg. Az alacsony koncentrációju 2,4-D oldattal preemergensen kezelt T_0 , T_1 nemzedéknél a gyökérhosszban mutatkozó különbség feltehetően az alkalmazott 2,4-D és a magban lévő maradványa idézte elő. A két nemzedék gyökércsucs mitózisát összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a T_1 kontroll gyökércsucsában több volt a metafázisban lévő sejtek száma, mint a T_0 kontroll esetében. Preemergensen alkalmazva a 2,4-D-t lényeges különbség nem mutatkozott a T_0 és T_1 nemzedék között.

A 2,4-D a termésben felhalmozódhat. Erre utaltak a T_1 nemzedéknél a fenológiai és citológiai vizsgálatok eredményei. Ezt alátámasztja az a tény, hogy a kezelt lóbab termésében gázkromatográfiásan kimutatható a Di-konirt. A szer felhalmozódása posztemergens kezelésnél a legjelentősebb és arányos a kezelési koncentrációk emelkedésével.

A kezelt csiranövények oldható fehérje tartalmában változás következik be, mivel az gátolja a csiranövények növekedését és így a fehérje relative kisebb növényi részben helyezkedik el, mint a kontroll növény esetében. A 2,4-D aktív gyöke révén kapcsolódik a fehér-

jékhez és ezzel az anyagcsere folyamatok eltolódását okozhatja. A legjobb Dikonirt tűrésű uborka esetében a fehérje tartalom alakulása nem mutat lényeges eltérést a kontrollhoz viszonyítva. A magas Dikonirt koncentrációnál relative nő az összes oldható fehérje mennyisége, míg alacsony koncentrációnál csökken. A 2,-4-D koncentráció növekedése paralell megmutatkozik a zöld pigmentek mennyiségének a csökkenésében, így a klorofill a és b mennyiségében. Természetesen a klorofill a mennyiségében mutatkozik a legkisebb értékszám, mivel a legerőteljesebben fehérjéhez kötődő festékkomponens, és az extrém koncentrációju 2,4-D fehérje hidrolizist eredményez. Némi mennyiségi változás a sárga festékanyagoknál is tapasztalható a kontrollhoz viszonyítva. A 2,4-D kezelés jelentős változásokat idézett elő a kísérleti növények peroxidáz és kataláz enzim aktivitásánál. A kezelések a koncentrációval arányosan növelték az enzim aktivitást. A gyökerek aktivitása mindig magasabb. A peroxidáz enzim mérésénél kivételt képez a kukorica, ahol a kezelt növények enzim aktivitása a kontroll értéke alatt maradt. Ez abból a tényből következik, hogy a kukorica szegállapotban jól tűri a Dikonirt kezelést. Az extrém 2,4-D kezelés az oxidatív anyagcserében részt vevő enzimek közül az általunk vizsgált peroxidáz és kataláz mennyiségét növeli, mivel az anyagcsere oxidatív utra terelődik

át. Abban az esetben nem növekedett az enzim mennyisége, amikor a 2,4-D koncentráció nem érintette a növény anyagcsere folyamatát, pl. szegállapotú kukoricánál.

2 Vizsgáltuk a kétszikű növények indol hidroxiláló képességének megváltozását 2,4-D hatására. Az indol fontos szerepet játszik a növényi bioszintézisben, bár endogén indol nem minden növényi részben mutatható ki. Mennyiségi felhalmozódása eltérő folyamatokat idéz elő a növényben. Az indolvázak vegyületek rezisztenciát fokoznak, a káros mennyiségek kiküszöbölése enzimatikusan történik. 2,4-D anyagcsere károsító hatása miatt, feltehetően igen sok enzim együttes működése alapján az indol hidroxil származékok mennyisége nő, de a súlyos károsodást előidéző koncentráció már csökkenti a hidroxil indolok mennyiségét, mert a felesleges 2,4-D eliminálására kötődik le a folyamatban tevékenykedő összes tényező, így az enzimek is. A vizsgált hüvelyeseknél ez a tendencia kis különbségekkel megfigyelhető. Az uborka hasonlóan viselkedik. Ezeknél a növényeknél csak 5-OH-indol keletkezik. A görögdió és sárgadinnye indol hidroxiláló képessége már alacsony koncentrációjú kezelés hatására is csökken, de itt relatív magas a származékok mennyisége, és az 5-OH-indol mellett nagy mennyiségben keletkezik a 4- és 6-OH-indol. Ez következik abból, hogy közepes vízhasznosítású növények

révén az anyagcserében nem következik be jelentős változás, mert a származékok milyensége megmarad.

Az elért eredményeinket összevetve Grant /1972/ összefoglalójával általánosíthatjuk azt, hogy a herbicidek napjainkban az evolúció lokális mozgatói lehetnek. Ha egy százaléknyi kulturnövény is jelentősen változik genetikai állagában herbicid felhalmozódásra, kiindulási alapul szolgál egy másik örökletes ut felé, melyek lemérhetők a kezelt nemzedékekben citológiai, morfológiai, genetikai és biokémiai mutatókkal.

Irodalom

- Aelbers, E. 1971: Control of perennial grasses with 2.2.3.3. tetrafluoropropionate containing products. Mededelingen fakulteit landbouw wetenschappen, Gent, 36. 3/4.
- Agulhon, R. 1969: Viticulture-raport général pour 1968-Herbicides. Vignes et Vins, 189. 36-39.
- Ahmed, M.; Grant, W.F. 1972: Cytological effects of the pesticides phosdrin and Bladex on Tradescantia and Vicia faba. Can.J.Genet.Cytol., 14. 157-165.
- Ahmed M.; Grant, W.F. 1972: Cytological effects of the mercurial fungicide panogen 15 on Tradescantia and Vicia faba root tips. Mutation Res., 14. 391-396.
- Albone, E.S.; Eglinton, G.; Evans, N.C.; Rhead, M.M. 1972: Formation of bis /p-Chlorophenyl/-acetonitrile /p, p,-DDCN/ from p, p'-DDT in Anaerobic Sewage Sludge. Nature, 240. 5381. 420-421.
- Badr, E.A.; Mourad, A.M.; Naguib, F.M. 1972: Effects of nitrous acid on the cell cycle and the mitotic apparatus in Vicia faba. The Egypt.J. of Genetics and Cytology, 1. 231-246.
- Bagi, G.; Farkas, G.L. 1967: On the nature increase in ribonuclease activity in mechanically damaged tobacco leaf Tissues. Phytochemistry, 6. 161-169.
- Bakardjieva, N.; Demirevska, K. 1971: Peroxidase and IAA-oxidase activity in the different organs of green and etiolated pea seedlings. Acad. Bulg.Scil, 4. 4. 425-432.
- Bewley, J.D.; Fountain, D.W. 1972: A Distinction between the Actions of Abscissic Acid, Gibberellic Acid and Cytokinins in Light-Sensitive Lettuce Seed. Planta /Berl./, 102. 368-371.

- Bottril, D.E. 1965: Studies on the uncoupling action of the 2,4-dichlorophenoxyacetic acid as a basis for growth inhibition. Diss.Abstr., Michigan, 26. 57.
- Crafts, A.S. 1964: Herbicide behaviour in the plant the physiology and biochemistry of herbicides. /Szerk. Audus L. J./ Academic press, London New-York, 555. 75-107.
- Crocker, B.H. 1953: Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid on mitosis in *Allium cepa*. Botan.Gaz., 114. 274-283.
- Csikanikórv, D.I.; Pavlova, N.N. 1966: Izucsenie belkov otvetsztennók za szvjazüvanie 2,4-D v vsztójcsivók rasztanijah. Agrohimiya, Moszkva, 5. 115-119.
- Daris, B.T. 1970: A 3-year experiment with granular herbicides in vineyards. Proc. 10th Br. Weed Control Conf.
- Davidek, J.; Seifert, J. 1971: Enzymatische Bestimmung von Organophosphat - Insektiziden in pglanzlichen Material mit Hilfe der polarographischen Methode. Die Nahrung, 15. 6. 691-695.
- Ebrahim - Nesbat, F.; Nienhaus, F. 1972: Beeinflussung von Tabakmosaikvirus- und Gurkenmosaikvirusinfektion durch hemmende Prinzipien in Pflanzenextrakten. Phytopath. Z., 73. 235-250.
- Éjdel 'Nant, N.M.; Trublaevics, Zs.N. 1968: K voprosu o putjah detoxikacii 2,4-dihidrofenoक्सziulcsosznój hisztotü v thanjah rasztenij. Agrohimiya, Moszkva, 1. K. 99-106.
- Eliasson, L.; Pallén, K. 1972: Effect of light on the Respnse of pea seedling roots to 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid. Physiol.Plant., 26. 206-209.

- El-Mahdi, A.M.; Shaeffer, J.; Merz, T. 1972: The effect of BUdR on the cycle of irradiated and unirradiated meristematic cells of *Vicia faba*. Radiation Botany, 12. 1-6.
- Eppendorfer, W.H. 1971: Effects of S, N and P on amino acid composition of fied beans /*Vicia faba*/ and responses of the biological volue of the seed protein to S-amino acid content. J.Sci.Fd.Agric., 22. 501-505.
- Fajkowka, H. 1971: Effect of herbicides on Weed-control in celery plantations and on yields of a few varieties of this vegetable plant. Biuletin Warzywniczy, XII. 213-231.
- Felder, M.R.; Scandalios, J.G. 1971: Effects of homozygosity and heterozygosity on certain properties of Genetically defined electrophoretic variants of alcohol dehydrogenase isozymes in maize. Molec.Gen.Genetics, 111. 317-326.
- Fogelberg, S.O.; Struchmeyer, B.E.; Roberts, R.M. 1957: Morphological variations of mitochondria in the presence of plant tumors. Amer.J.Bot., 44. 454-459.
- Ford, T.W.; Simon, E.W. 1972: Peroxidase and Glucose-6 phosphate Dehydrogenase levels in cotyledons of *Cucumis sativus* /L./. J. of Exp.Bot., 23. 75. 423-431.
- Freed, V.M.; Reithel, F.J.; Remmert, L.F. 1961: In "Plant Growth Regulation". 289-306. Iowa State Univ.Press, Amer.
- French, R.C.; Beevers, M. 1953: Respiratory and growth responses induced by growth regulatores and allied compounds. Amer.J.Bot., 40. 660-666.
- Frenkel, C.; Dyck, R. 1973: Auxin inhibition of ripening in bartlett pears. Plant Physiol., 51. 6-9.
- Gentile, A.G.; Gallagher, K.J. 1971: Pollen germination and tube elongation in petunia inhibited or reduced by commercial formulations of pesticides in vitro. Journal of Economic Entomology, 65. 2. 916-919.

- Gertman, E.; Fuchs, Y. 1972: Effect of abscisic acid and its interactions with other plant hormones on ethylene production in two plant systems. *Plant. Physiol.*, 50. 194-195.
- Gunar, Szinjohin, 1967: Vlijanie 2,4-D na elektro-fiziológicseszkie pakazateli otvetnoj reakcii tüköv. *Izv.*, TSZMA. Moszkva, 2.
- Guardiola, J.L.; Sutcliffe, J.F. 1972: Transport of materials from the cotyledons during germination of seeds of the garden pea /*Pisum sativum* L./ *J. of Exper. Bot.*, 23. 75. 322-337.
- Grant, W.F. 1972: Pesticides - subtle promoters evolution. *Symp. Biol. Hung.*, 12. 43-50.
- Hepler, P.K.; Rice, R.M.; Terranova, W.A. 1972: Cytochemical localization of peroxidase activity in wound vessel members of *Coleus* *Canad. J. of Botany*, 50. 977-983.
- Horváth, M.; Lasztity, D. 1965: The quantitative changes of pigments in intact and detached Barley Leaves. *Bot. Közl.*, 52. 2. 79-82.
- Horváth, M.; Lontai, I. 1968: Changes of pigment content, protein content and that of the ribonuclease enzyme activity in intact plants and isolated Barley Leaves. *Acta Biol. Szegediensis*, XIV. 1-4. 47-55.
- Horváth, M.; Nagy, Gy.; Rojik, I. 1973: Investigation into the 2,4-D effect on some metabolism indices in *Vicia faba* seedlings. *Acta Botan. Acad. Sci. Hung.*, 18. 131-133.
- Horváth, M.; Kovács, Zs. 1972: 2,4-D hatása a *Vicia faba* csiránövény oldhatófehérje-tartalmára. *Bot. Közl.*, 59. 259-260.

- Horváth, M.; Guba, F.; Hanusz, B.; Király, L. 1974: Indol hidroxilálás különböző növényfajoknál. /Megjelenés alatt/.
- Hudson, J.C.; Jaffer, A.A. 1970: Effect of systemic fungicides on bean rust /Uromyces appendiculatus /Pers./ Lev./ Miscellaneous report, 726.
- Hrisztova, J.; Popova, D. 1972: Studies on the protein complex and isoenzyme composition of the esterase in seeds of heterosis combinations of tomato./Lycopersicon esculentum Mill./ Genetics and Plant Breeding, 5. 4. 281-295. Sofia.
- Ignatov, B. 1972: Dejsztüve na nakoi herbicidi pri otglazsdaneto na razlicsnü szortove piper b uszlovijata na karbonaten csernozem. Horticult. and Viticult.Sci. /Sofia/, IX. 2. 61-68.
- Jaffer, A.A. 1971: Effect of fungicidal seed-dressing for control of bean rust /Uromyces appendiculatus /pers/ Lev./ Miscellaneous Report, 768.
- Jakob, K.M. 1972: RNA synthesis during the DNA synthesis period of the first cell cycle in the root meristem of germinating Vicia faba. Exptl.Cell. Res. 72. 370-376.
- Key, J.L.; Manson, J.B.; Bils, P.F. 1960: Effect of 2,4-D application on activity and composition of mitochondria from soybeans. Plant.Physiol. 35. 177-184.
- Key, J.L. 1963: Studies on 2,4-D induced changes in ribonucleic acid metabolism Weeds, Genova, 11. 117-181.
- Key, J.L.; Gifford, E.M.; Dengler, R. 1966: Relation of 2,4-D induced growth aberrations to changes in nucleic acid metabolism in soybean seedlings. Bot.G. Chicago, 127. 87-94.
- Kertész, J.; Molnár, A.; Horváth, M. 1972: The effect of the sodium salt of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on the mitotic growth of Yellow corn. Acta Biol.Szeged, 18. 131-133.

- Kihlman, B.A.; Kronborg, D. 1972: Caffeine, caffeine derivatives and chromosomal aberrations. V. The influence of temperature and concentration on the induced aberration frequency in *Vicia faba*. *Hereditas*, 71. 101-118.
- Kivity-Vogel, T.; Elson, D. 1968: A correlation between ribonuclease II. and the in vivo inactivation of messenger RNA in *E.coli*. *Biochem.Biophys. Res.Comm.*, 33. 3. 412-417.
- Kisbán, K.; Horváth, M.; Dézsi, L.; Udvardy, J.; Farkas, G.L. 1964: The role of the rosette system in the regulation of enzyme levels in leaf tissues. *Acta Bot.Hung.*, 10. 3. 4. 275-287.
- Lavee, S.; Galston, S.W. 1968: Hormonal control of peroxidase activity in cultured perogonium pith. *Amer.J.Bot.*, 55. 8. 890-893.
- Lee, T.T. 1972: Changes in indoleacetic acid oxidase isoenzymes in tobacco tissues after treatment with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Plant. Physiol.*, 49. 957-960.
- Lontai, I.; Horváth, M. 1970: Investigation of physiological changes in roots and shoots as a result of a herbicide treatment. *Acta Biol.Szeged*, 16 /1-2/ 85-93.
- Lontai, I.; Horváth, M.; Rojik, I. 1970: Effect of post-emergent herbicide treatment on mono- and dicotyledons. *Acta Biol.Szeged*, 16 /3-4/ 93-95.
- Lontai, I.; Horváth, M.; Rojik, I. 1970: Quantitative changes in the enzymic ribonucleic acid breakdown due to herbicide treatment of barley. *Acta Bot.Acad.Sci.Hung.*, 16 /3-4/ 321-327.
- Loy, J.B. 1972: A comparison of stem peroxidases in bush and vine forms of squash /*Cucurbita maxima* Duch. and *C. pepo* L./J. of Exptl. Botany, 23. 75. 450-457.
- Lowry, O.M.; Hosenbrenht, M.J.; Farr, A.L. 1951: Colorimetric determination of TCA precipitable protein content with a combined Follin-Biuret reaction. *J.Biol.Chem.*, 139. 265.

- Maciejewska - Potapczik, W. 1955: Wptyv 2,4-D na niektore enzymy komorek szparkowych. Acta Soc.Bot.Polonie. 24. 639-645.
- Mäkinen, Y. 1963: The effect of some carboxylic acids and hydrogen peroxide on onion Chromosomes. Ann.Bot.Soc. Vanamo, Helsinki, 34. 39.
- Mészáros, H.; Novák, A. 1963: Káliumklorát permetezés hatása levelek katalázaktivitására. Agrokémia és Talajtan., 12. 3. 467-472.
- McEwen, J. 1972: Effect of defoliating different zones on the plant in field beans /Vicia faba, L./. J.agric.Sci.Camb., 78. 487-490.
- Miller, M.W.; Colaiace, J.D. 1970: Radiation dose fractionation, mitotic index, and multiple fixation studies on chromosome aberrations in Vicia faba. Mutation Res., 10. 449-462.
- Miller, M.W.; Colaiace, J.D. 1972: Further cytological studies on G₁X-rayed primary roots of Vicia faba: chromosome aberrations, mitotic frequency, and multiple fixation. Mutation Res., 14. 33-41.
- Montalbini, P.; Marte, M. 1972: Relazione tra perossidasi catecolo ossidasi e catalasi in foglie di Fagiolo infette da Uromyces phaseoli /Pers./ Wint., in rapporto alla resistenza ed alla suscetibilità. Phytopath.medit., 11. 37-41.
- Montgomerie, I.G.; Kennedy, D.M. 1972: Race and pathogenicity of Phytophthora fragariae from a red core outbreak in Hampshire. Pl.Path., 21. 38-40.
- Montgomerie, I.G. 1967: Pathogenicity of british isolates of Phytophthora fragariae and their relationship with American and Canadian races. Trans. Br.mycol.Soc., 50. 57-67.
- O'Callaghan, T.F.; Rath, N. 1972: The effect of repeated applications of chlorthiamid and dichlobenil on blackcurrants and raspberries. Proc. 11th. Br. Weed Control Conf.

- Obe, G. 1972: Intrachromosomal distribution of chemically induced achromatic lesions and isochromatid breaks in *Vicia faba*. *Mutation Res.*, 15. 224-226.
- Ockerse, R.; Siegel, B.Z.; Galston, A.W. 1966: Hormone-induced repression of a peroxidase isoenzyme in plant tissue. *Science*, Washington, 151. 3709. 452-453.
- Okioga, D.M.; Jaffer, A.A. 1972: Studies on the efficacy of various systemic fungicides against bean rust, */Uromyces appendiculatus /Pers./* Lev./ *Miscellaneous Report*, 805.
- Phares, R.E.; Finn, R.F. 1971: Using foliage analysis to help diagnose nutrient deficiencies in black walnut. *N.Nut.Growers Assoc.Annu.Rep.* 62. 98-104.
- Philips, R.L.; Tucker, D.P.H.; Ryan, G.F. 1970: An evaluation of some contact herbicides for the control of bermudagrass in citrus groves. *Proc.Int.Citrus Symp.*, 208-217.
- Pusztai, A.; Begbie, R.; Duncan, I. 1971: Fractionation and characterisation of water-soluble polysaccharide-protein complexes containing hydroxyproline from the leaves of *Vicia faba*. *J.Sci.Fd.Agric.* 22. 515-519.
- Ragab, M.T.H.; Leefe, J. S. 1972: Residues in soils and strawberries resulting from Simazine applications. *Can.J.Plant Sci.*, 52. 147-149.
- Richam, C.; Aceto, H. Jr.; Raju, M.R.; Schwartz, B. 1966: *Am.J.Roentg.*, 96. 777.
- Rhoades, M.M.; Dempsey, E. 1972: On the mechanism of chromatin loss induced by the B chromosome of maize. *Genetics*, 71. 73-96.
- Rojik, I.; Horváth I-né Mészáros M.; Lontai, I. 1969: A 2,4-diklórfenoxiecetsav nátriumsójának hatása *Vicia faba* és *Pisum sativum* csíranövények sejtosztódására. *Bot.Közl.*, 56. 4. 245-250.

- Rojik, I.; Horváth, M.; Lontai, I. 1973: A herbicide effect in the meiosis of *Vicia faba*. Acta Bot.Acad.Sci.Hung., 18. 163-169.
- Sato, S. 1968: Incorporation of ^3H -thymidine into the root meristem of *Vicia* in mitomycin-C treatment. The Botanical Magazine Tokio, 8. 414-415.
- Sawamura, S. 1964: Cytological studies on the effect of herbicides on plant cells in vivo I. Hormon-herbicides. Cytologia Tokyo, 29. 86-102.
- Sell, M.M.; Lvecke, R.V.; Taylor, B.M.; Hammer, C.L. 1949: Changes in chemical composition the systems of red Kidney bean plants treated with 2,4-D. Plant Physiol., 24. 295-299.
- Shaikh, M.A.Q.; Godward, M.B.E. 1972: The mitotic consequences of radiation induced chromosome breaks in *Lathyrus sativus* and *Vicia ervilia*. Cytologia, 37. 489-495.
- Shaikh, M.A.Q.; Godward, M.B.E. 1972: The meiotic consequences of radiation induced chromosome breaks in *Lathyrus sativus* and *Vicia ervilia*. Cytologia, 37. 497-505.
- Shaikh, M.A.Q. 1972: Radiation sensitivity studies of *Lathyrus* species and *Vicia ervilia* L. Willd. IV. Dose-Effect on some plant characters. Nuclear Sci. and Applications, 6. 9-16.
- Sjödin, J. 1971 a.: Induced paracentric and pericentric inversions in *Vicia faba* L. Ibid., 67. 39-54.
- Sjödin, J. 1971 b.: Induced morphological variation in *Vicia faba* L. Ibid., 67. 155-180.
- Sjödin, J. 1971 c.: Induced translocations in *Vicia faba* L. Ibid., 68. 1-34.
- Slotová, J.? Karpfel, Z.; Kubicková, D. 1971: Contribution to the study on the reparative effect of exogenous DNA in the irradiated meristem of *Vicia faba*. Biol.Plant Praha, 13. 69-78.

- Singh, B.; Campbell, W.F.; Salunkhe, D.K. 1972: Effects of S-triazines on protein and fine structure of cotyledons of bush beans. *Amer. J. of Botany.*, 59. 568-572.
- Sosnová, V.; Ulrichnová, M. 1972: Tobacco mosaic virus reproduction in plants with an increased anthocyanin content induced by phosphorus deficiency. *Biol.Plant.*, 14. /2/ 133-139.
- Tomkins, D.J.; Grant, W.F. 1972: Comparative cytological effects of the pesticides Menazon, Metrobromuron and Tetrachloroisophthalonitrile in *Hordeum* and *Tradescantia*. *Can.J.Genet.Cytol.*, 14. 245-256.
- Ubrizsy, G. 1962: *Vegyszeres gyomirtás. Mezőgazd. Kiad., Bp.*
- Udvardy, J.; Horváth, M. 1964: Role of the root system in the regulation of oxidative metabolism in barley leaves. *Acta.Biol.Hung.*, 15. 65-75.
- Unrau, J. 1954: *Canad. Seed Growers' Association, 1953-1954 Ann.Rept.* 37.
- Veinbrants, N.; Rowan, K.S. 1971: Interaction of succinid acid-2,2-dimethylhydrazide and gibberellic acid on dwarf bean and dwarf corn. *Aust.J.Biol.Sci.*, 24. 1347-1349.
- Veinbrants, N. 1972: Effect of succinid acid-2,2-dimethyl hydrazide /Alar/ or scoring on growth and flower initiation of young apple trees. *Aust.J. of Exptl.Agricult. and Animal Husbandry*, 12. 88-95.
- Wort/h/, D.J. 1964: *Effect of herbicides on plant composition and metabolism.* Academic Press London - New-York, 555. 75-107.
- William, R.D.; Romanowski, R.R. 1972: Vermiculite and activated carbon adsorbents protect direct seeded tomatoes from partially selective herbicides. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*, 97/2/ 245-249.

Whitmore, F.W. 1971: Effect of indoleacetic acid and hydroxyproline on isoenzymes of peroxidase in wheat coleoptiles. Plant Physiol., 47. 169-171.

Wedding, R.T.; Black, M.K. 1961: Uncompling of phosphorylation in Chlorella by 2,4-D. Plant and soil., 14. 242-248.

Wuu, K.D.; Grant, W.F. 1966 a.: Morphological and somatic chromosomal aberrations induced by pesticides in barley /Hordeum vulgare/. Can. J.Genet.Cytol., 8. 481-501.

Wuu, K.D.; Grant, W.F. 1966 b.: Induced abnormal meiotic behavior in a barley plant /Hordeum vulgare L./ with the herbicide Lorox. Fyton. Vicente.Copez., 23. 63-67.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1 oldal
Irodalmi áttekintés	3 "
Anyag és módszer	54 "
Kísérleti eredmények ismertetése és értékelésük	56 "
1. Szabadföldi kukorica fenológiai megfigyelése	58 "
- Fenológiai megfigyelés kétszikűeknél	63 "
2. Kukorica T ₀ nemzedékénél bekövetkező citológiai ^o aberrációk	78 "
- Kétszikűek T ₀ nemzedékénél bekövetkező citológiai aberrációk	85 "
3. Kukorica T ₀ , T ₁ nemzedékének fenológiai, citológiai ^o összehasonlítása	96 "
- Lóbab T ₀ , T ₁ nemzedékének citológiai, fenológiai ^o összehasonlítása	102 "
4. A 2,4-D maradvány gázkromatográfiás meghatározása kezelt T ₀ lóbab ter- mésében	105 "
- Kétszikűek összoldható fehérje és pig- menttartalmának változása	107 "
- Kukorica peroxidáz aktivitása, valamint a vizsgált kétszikűek peroxidáz, kata- láz aktivitása és indol hidroxiláló képességének változása	117 "
Összefoglalás	133 "
Irodalom	140 "

Ezúton szeretném megköszönni Dr. Horváth Imréné
egyetemi docensnek sokirányú segítségét, szakmai irá-
nyítását, mellyel dolgozatom elkészítéséhez hozzá-
járult.

