

ANTIBAKTERIÁLIS VEGYÜLETEK
NÖVÉNYPAGVAKBAN ES TERMESZÉKBEN

Doktori értekezés

Irta

és a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi
Karához benyújtja

Ferenczy Lajos

Készült a Szegedi Tudományegyetem Növényélettani Intézetében
1958-ban



Diss. B 142

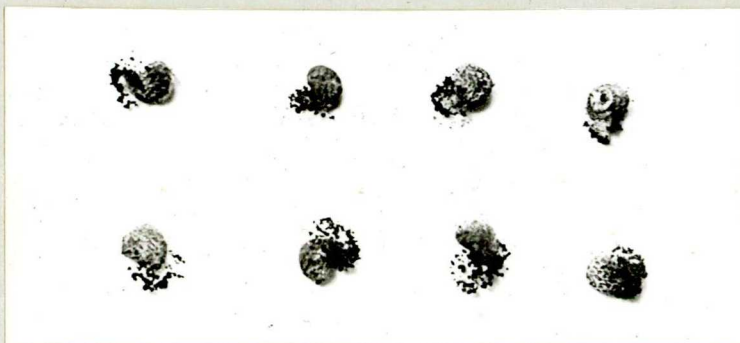


T A R T A L O M

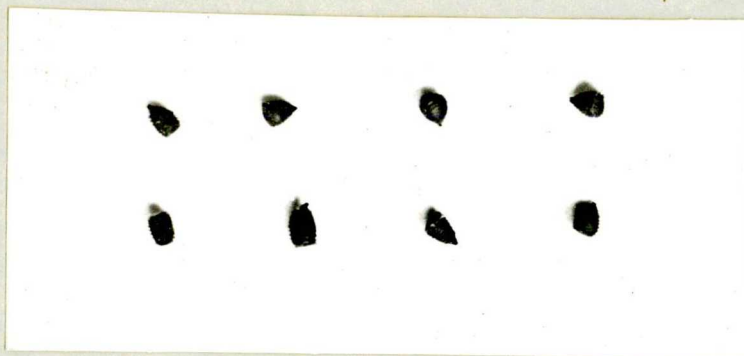
Bevezetés: Munkahipotézis	1.	oldal
A növényi antibiotikumokra vonatkozó irodalom áttekintése	2.	"
A vizsgálatok szükségességének taglalása	9.	"
Munkamódszerek és vizsgálati anyag	11.	"
a./ Módszer és anyag megválasztásának szempontjai	11.	"
b./ Az alkalmazott eljárás leírása	11.	"
c./ A megvizsgált növényfajok és fajták névsora	13.	"
Eredmények és az eredmények megbeszélése	22.	"
A gyakorlati felhasználás lehetőségei	27.	"
a./ Kísérletek humán-pathogen baktériumokkal	27.	"
b./ A Kniphofia magvak antibiotikumának izolálása és aktivitásának meghatározása	28.	"
c./ Vizsgálatok a Kniphofia-antibiotikum fitotoxikusságára vonatkozóan	30.	"
d./ Masterséges antibakteriális védőréteg létrehozása magvakon	31.	"
Befejezés	37.	"
Összefoglalás	38.	"
Az irodalom felsorolása	40.	"

BEVEZETÉS: MUNKAHIPOTÉZIS

Különböző csirázásélettani vizsgálatok során arra figyeltem fel, hogy a csiráztató edényekben elhelyezett magveket a laboratóriumi körülmények között gyakori mikroorganizmusok - elsősorban penészgombák - különböző intenzitással fertőzik: míg egyes fajok magveit erőteljesebben vagy kevésbé fertőzik, addig másokét egyáltalán nem támadják meg /1. és 2. ábra/.



1. ábra: *Rhizopus* sp. által megtámadott *Datura stramonium* L. magvak



2. ábra: Fertőzésmentes *Consolida orientalis* Schröd. magvak

E jelenség rendszeres fellépésének okát keresve két lehetőség merült fel bennem. Az egyik feltevés szerint egyes fajok magvai a csirázáskor a mikroorganizmusok spóráinak csirázását serkentő, és fejlődésük folyamán később is hasznosítható anyagokat /"tápanyagokat"/ választanak ki felületükön, amelyeknek vagy a mennyisége, vagy az összetétele, esetleg mindkettő növényfajonként különböző. Ennek következtében a mikroorganizmusok számára különböző életfeltételek alakulnak ki. A másik feltevés merészebb volt, amennyiben arra vonatkozott, hogy egyes magvak csirázáskor a mikroorganizmusok életfolyamatait gátló, szaporodásukat akadályozó hatóanyagokat választanak ki. Az ilyen magvak meghatározott baktériumok vagy gombák által nem támadhatók meg.

Az első hipotézis igen valószínűnek látszott, s valóban jelentős szerepe lehet a megfigyelt jelenség előidézésében. A második feltevés realitása lényegesen problematikusabbnak tűnt, de ugyanakkor a későbbiekben részletezett okok miatt sokkal jelentősebbnek és érdekesebbnek is. Éppen ezért a második hipotézis lehetőségét vizsgáltam meg részletesen.

A MAGVAS NÖVÉNYEK ANTIBIOTIKUM-KUTATÁSÁRA VONATKOZÓ IRODALOM ÁTTEKINTÉSE

A magvas növények antibiotikus hatású anyagaival foglalkozó tudomány, mint elemző, új eredményeket létrehozó, és egyben alkalmazó tudományág időben nem nagy multra tekinthet vissza. Alapját a XX. század növénybiokémiai, mikrobiológiai és szerveskémiai felfedezései vetették meg.

Kétségtelen tény, hogy a népi orvoslás már ősidők óta alkalmazott és alkalmaz - ösztönösen - növénykivonatokat számos fertőzőses megbetegedés esetén, több-kevesebb sikerrel. Az évezredek tapasztalatok azonban csak az elmúlt néhány évtizedben válhattak tudománnyá, s az eredmények alkalmazása valóban sikeressé.

A magas növények antibiotikus anyagainak elemző és alkalmazó kutatása időben egybeesik az alacsonyabbrendűek hasonló hatásu anyagait vizsgáló kísérletek nagyarányu fellendülésével. Az első kiemelkedő analitikai eredmény OSBORN /64/ nevéhez fűződik. Több mint kétezer növényfaj és fajta - elsősorban vegetatív - szerveiből készített kivonatnak a *Staphylococcus aureus* és az *Escherichia coli* szaporodására gyakorolt hatását vizsgálta. Megállapította, hogy 63 növényfaj kivonatai vagy az egyik, vagy mindkét teszt-organizmus szaporodását gátolják. Fontos megállapításokat tett a hatóanyagok lokalizációjára és stabilitására vonatkozóan is. Mint érdekes tény meg kell említeni, hogy vizsgálataiban jól ismert drognövények teljesen hatástalannak bizonyultak.

A vegetatív növényrészek antibiotikus anyagainak vizsgálata OSBORN első megfigyelései után hatalmas ütemben megindult. ANDERSON, ERDTMAN és GRIPENBERG /1,22,23,38/ a *Thuja plicata*-ból izolálták a thujaplicineket. ATKINSON /2/ az ausztráliai flórában talált számos antibakteriális hatásu növényt. AZAROWICZ és munkatársai /3/ Californiában honos növényekből mutattak ki antibiotikumokat. BHARÉ és társai /4,8,9,58/ az indiai flórát vizsgálták, és figyelemre méltó eredményeket értek el a *Thespesia popul-*

nea, *Sideroxylon tomentosum* és a *Bryophyllum calycinum* hatóanyagaival. BISHOP és MACDONALD /5/ kanadai növényeket vizsgáltak meg, s számos kétszikű növény antibakteriális aktivitásáról számoltak be. BUBLITZ /10/ már nem meghatározott földrajzi egység különböző növényfajainak antibiotikus hatását ismertette, hanem a talajt vizsgálta, különös tekintettel a lucfenyők alomjára és talajvizére. A kivonatokat antibakteriálisnak találta. Ugyanakkor e kivonatok a magvek csírázását is gátolták. CARLSON és munkatársai /11,12/ vegetatív növényrészekben nemcsak baktériumok, hanem a malária kórokozója ellen is találtak hatóanyagokat.

DUBOS /20/ 1946-ban megjelent dolgozatában rendkívül érdekes adatokat közölt az auxinhatású vegyületeknek - magának az indolecetsavnak is - bakteriosztatikus sajátságáról. Egyes stimulátorok, így pl. az indolpropionsav, különösen hatásosnak mutatkozott a *Mycobacterium tuberculosis*-sal szemben. Feltételezhetően ez indolszármazékok a mikroorganizmusok számára nélkülözhetetlen tryptophannal antagonizálnak, és a fehérjéképzés akadályozásával gátolják a kórokozók szaporodását.

DUBROVA /21/ a penészgombák ellen talált hatásos vegyületeket növényekben, elsősorban *Padus* fajokban. Magam /27/ számos kiszáritott növényfajt vizsgáltam meg azon megfontolás alapján, hogy a növényben a szárítás során új vegyületek is keletkezhetnek, amelyek között baktericidok vagy bakteriosztatikusak is előfordulhatnak. Ugyanakkor a növényben eredetileg is meglévő, s a szárítás során is változatlanul megmaradó vegyületek valószínűleg igen sta-

bilak. E sajátság egyrészt megkönnyíti a munkát a későbbi izolálás során, másrészt valószínűbbé teszi alkalmazhatóságát is. Számos növényfaj vegetatív részéből, s itt is elsősorban az Ononis, Symphytum, Valeriana fajok gyökeréből valóban sikerült antibakteriális vegyületek előfordulását igazolni.

Japán kutatók, FUNAOKA /33/, majd FUNAOKA és munkatársai /62/ bizonyították, hogy bizonyos fapigmentek gátolják egyes farontó gombafajok szaporodását. Azokat a fafajokat, melyekben ilyen színanyagok felhalmozódnak, a károsító organismusok nem képesek megtámadni.

GRAMENICKAJA /37/, HETAGUROVA /40/, majd KANODA /44/ a Szovjetunió egyes vidékein gyűjtött növényfajok u.n. fitoncid hatását ismertetik. KRUGLOVA /47/ új területről, a vizinövények köréből tárt fel értékes adatokat. Az Alisma, Sagittaria, Sparganium, Cicuta, Calla fajok microbicid hatásnak mutatkoztak.

LEWIS és négy munkatársa /48/ a komló nagyhatású baktericid vegyületeinek, a lupulonnak és humulonnak izolálásáról és hatásáról számolnak be. LITTLE és GRUBAUGH /50/ több tisztítatlan növénykivonat hatását antibiotikusnak találták. E munkát tovább fejlesztve LITTLE és más kutatók /51/ egy Impatiens faj szirmaiból igen hatásos, szelektív baktericid és fungicid vegyületet, a 2-methoxy-1,4-naphthochinon-t izolálták. Megpróbálva a vegyület kemoterápiás alkalmazását a növénygyógyászatban, kedvező eredményekről számolnak be. Szintén az U.S.A.-ban LUCAS vezetésével külön iskola /FRISBEY, GRISS, GOTTSALL, JENNINGS, LEWIS, LICKEFELDT, REDEMANN, ROBERTS, WELLER/ alakult ama egyetlen céllal,

hogy hatásos gyógyszereket találjanak a magvas növényekben a gümőkór kórokozója ellen. Munkájukról és eredményeikről eddig számos cikkben számoltak be /28,30-32,34-36,52-54,80/. Az igen sok megvizsgált növényfaj kivonata közül több hatásosnak bizonyult. Különösen részletesen foglalkoztak a *Primula malacoides* és a *Buxus sempervirens* hatóanyagaival.

MARUZELLA és LICHTENSTEIN /56/ több mint száz növényi illóolaj, illetőleg illóolajat tartalmazó szerv baktericid hatását figyelték meg. Alig találtak olyan vegyületet, mely egyik vagy másik faj szaporodását ne gátolta volna. Legnagyobb hatásúnak az eucaliptus-, fahéj-olaj, a tolu-balzsam és a cédrus-levél mutatkozik. PEDERSON és FISCHER /65/, majd SANDERS és munkatársai /66/ nagyszámu, Amerikában honos növényfajt megvizsgálva közölnek új antibiotikum-előfordulásokat. TOKIN /69/ több évtizedes munkásságát könyv formájában jelentette meg. Rendkívül sok, a Szovjetunióban honos "fitoncideket" tartalmazó növényfajt sorolt fel. E vegyületek jelentős része, elsősorban az illó természetűek, nemcsak a mikroorganizmusokat pusztítják, de károsítják az alacsonyabb- és magasabbrendű állati szervezeteket is. URI és LÁSZLÓ /70/ hazai, Debrecen környéki növényfajokat vizsgálnak. Százharminc növényfajból különböző oldószerekkel készítenek kivonatokat, s hatvanöt kivonatot hatásosnak találhatnak.

A Nobel-díjas VERTANEN és munkatársa HIETALA először a rozsból nyertek egy hatásos fungicidet /71,72/, később a kukoricából és a búzából /73,74/, majd a Leguminosa család egyes fajaiból /75,76/ vontak ki olyan hatóanyagot, mely intenzíven gátolja a paraziták fejlődését. Megállapítják,

hogy a rozs-hatóanyag 2/3/-benzoxazolinon, a többi vizsgált növényé viszont methoxy-2/3/-benzoxazolinon. A német növényi antibiotikum kutatás egyik kimagasló alakja WINTER sokoldalú munkásságáról számos cikket találunk /81-89/. Munkatársával WILLEKE-vel különös részletességgel foglalkozott az *Aucuba japonica* /81/, a *Ranunculaceae* család /82/, a fás növények /83/, *Gramineák* /84/, a *Lepidium sativum* /86/, az ősi népi gyógynövények /87/, a *Cochlearia* /88/, valamint a *Tropaeolum majus* /85,89/ antibakterialis anyagaival. Munkája nyomán Németországban már forgalomba hozták a *Tropaeolum* hatóanyagát, mely kiválónak bizonyult számos fertőző betegség gyógyításában. WANG /78/ kínában élő növényekben talált hatóanyagokat. ZWERCAL /90/ a népgyógyászatban régóta és általánosan használt foghagyma kivonatát analizálta, és leírta az egyes frakciók hatóanyagát, jellegét és hatását.

Az eddig felsorolt irodalmi adatok a gyökérre, szára, levélre s egy-két esetben a virág szirmra vonatkoznak. A magvak és termések antibiotikum-tartalmával foglalkozó irodalom lényegesen szűkebb körű. CULPEPPER és ABLESON /15/, LISSNER /49/, WALKER és SWEENEY /77/ a *Gynocardia* sp. és *Hydnocarpus* sp. magvaiban előforduló olajat eredményesen felhasználhatónak találták a tuberkulózis, de elsősorban a lepra gyógykezelésére. MINAMI /59/ egyes olajsavak - melyek magvakban is előfordulhatnak - gyenge baktericid hatását állapította meg. Magam /25/ a *Fraxinus excelsior* /*oxyacarpa*/ L. termésének belső, mucinósus rétegéből ismertettem egy antibakteriális vegyület jelenlétét. FRENYÓ /29/ a gyümölcslevelek csirázásgátló ha-

tását tanulmányozva azt találta, hogy a dinnyekivonat savas, hőstabil frakciója gátolja a penészgombák szaporodását. IVÁNOVICS és HORVÁTH /41,43/ Cruciferae magvakban találtak hatóanyagot, és a *Raphanus sativus* L. magvából izolált baktericid hatású mustárolajat raphanin-nak nevezték el.

MAKSZIMOV /55/ közismert növényélettani kézikönyvében, szerzőkre való hivatkozás nélkül megemlíti, hogy egyes gyommagvak azért képesek a talajban éveken keresztül csirázás nélkül épségben megmaradni, mert felületükön a mikroorganizmusok szaporodását gátló vegyületeket választanak ki. MARUZZELLA és LICHTENSTEIN /56/ illóolaj tartalmú Umbelliferae /Anetum, Apium, Petroselinum/ terméseket meghatározott baktérium-fajokkal szemben hatásosnak találták. NOVOTELNOV és EZSOV /63/ gabonafélék terméséből olyan légzés-gátló flavon-glykozidákat vontak ki, melyeket a *Beauveria malvacearum* és más fajok szaporodását gátolják. Közlésük szerint a preparátumokkal gyapotmagvakat kezelve ki lehetett küszöbölni a gyapot bakteriozist. OSBORN /64/ már említett dolgozatában közli, hogy az *Anemone* s néhány Cruciferae magvának kivonata bakteriosztatikus sajátossága.

Érdemes megjegyezni, hogy az egyre inkább szaporodó csirázásélettani irodalom arra mutat, hogy e vegyületek nemcsak mikroorganizmusok szaporodását képesek visszaszorítani, de számos esetben gátolják más növények magvainak csirázását és egyéb szerveinek növekedését is /10,14,20, 24,25,29,41,43/.

A VIZSGÁLATOK SZÜKSÉGSÉGE

Ujabb antibiotikum-források felkutatása több okból különleges fontosságúnak látszik:

I. Az ember- és állatgyógyászatban a fertőzőes betegségek leküzdésének sok esetben egyetlen módja az antibiotikumok és a kemoterapeutikumok alkalmazása. Bár az utóbbi két évtizedben a tudomány ezen a téren rendkívüli eredményeket ért el, ennek ellenére a mikroorganizmusokat pusztító vagy szaporodásukat gátló új vegyületek felkutatása jelenleg is nagyon időszertű feladat. Ismereteseek olyan fertőzőes eredetű betegségek - pl. a vírusos vagy mélygombás megbetegedések - melyek ellen a védekezés napjainkban is problematikus.

Mint fenyegető veszély jelentkezik a mikroorganizmusok gyógyszerrezisztenciája. Sokszor éppen a legjobban bevált és széleskörben alkalmazott antibiotikumokkal /penicillin, streptomycin/ szemben újabb, ellenálló kórokozó törzsek jönnek létre. Gondolnunk kell arra, hogy már a közeljövőben szükség lehet az eddig bevált, de a későbbiekben esetleg a gyógyszerrezisztencia következtében kieső nagyhatású vegyületeket újakkal való pótlására.

II. A növényvédelem a fertőzőes betegségek ellen közismerten óriási kiadással és sok esetben kevés eredmény-

nyel küzd. A felszívódó, szisztematikus gyógyszerek, melyeket az utóbbi években kezdtek alkalmazni, azonosak az embergyógyászatban felhasznált antibiotikumokkal. A bevált antibiotikumok ára viszont magas, ezért még a gazdaságilag igen előrehaladt országokban is elsősorban csak a nagyértékű gyümölcsösök, veteményeskertek védelmére használatosak.

Mindel jel arra mutat, hogy a kórokozók gyógyszer-rezisztenciája - éppen az alkalmazás körülményei miatt - a növénygyógyászatban sokkal hamarabb bekövetkezhet, mint az ember- és állatgyógyászatban. Számolni kell tehát az-
zal, hogy a ma még sikerrel alkalmazott antibiotikumok egy évtized múltán használhatatlannokká válhatnak.

Logikusnak látszik az a feltevés, hogy a növényi antibiotikumok között lesznek olyanok, melyeket minden károsító hatás nélkül vihetünk rá a kulturnövény felületére, illetőleg bejuttatthatunk a növények szövetrendszerébe, ami azt eredményezné, hogy a kulturnövény ezáltal meghatározott kórokozókkal szemben teljesen védetté válna.

III. A növényi antibiotikumok kutatása már eddig is igen értékes elméleti és gyakorlati tájékoztatást nyújtott az egyes növények immunitásának okáról s biológiai védekezési automatizmusáról. A növényi-antibiotikum kutatás kiszélesítése feltehetően adatokat szolgáltat ismereteink további bővüléséhez.

IV. Az izolált hatóanyagok felhasználhatók lehetnek mint ipari, mezőgazdasági és kereskedelmi tartósító, romlástgátló vegyületek.

A felsorolt okok miatt láttam időszerű és fontos

feladatnak annak megállapítását, hogy a különböző növényfajok és fajták magvai valóban tartalmazznak-e antibiotikumokat. S mivel e téren összefoglaló munka nem ismeretes, fontosnak és szükségesnek látszott nagyobb rendszertani terület alapos átvizsgálása.

A feltevésem igazolására 550 faj és fajta magvának s néhány esetben termésének talajlakó és pathogen baktériumfajokra kifejtett hatását figyeltem meg.

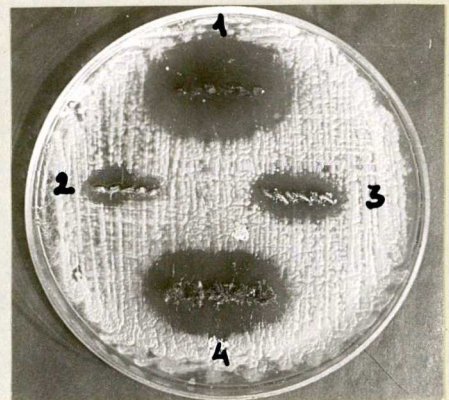
MUNKAMÓDSZEREK ÉS VIZSGÁLATI ANYAG

A vizsgálatok során a követendő módszert az alábbi feltételek szabták meg: /a/ a vizsgálandó mag /termés/ és a kérdéses baktériumfaj kölcsönhatásának biztosítása, /b/ mindkét organizmus számára a lehetőségek szerinti legkedvezőbb életfeltételek nyújtása, /c/ a módszer érzékenysége és gyorsasága, /d/ relative kevés anyagmennyiség felhasználása.

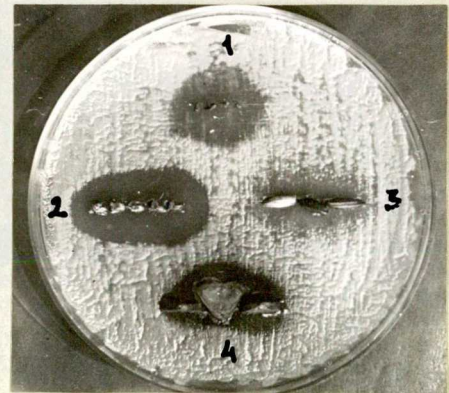
A fenti követelményeknek leginkább az ágar-tenyésztet felelt meg, amennyiben biztosította egyrészt a magvak /termések/ megduzzadását és a feltételezett hatóanyagok diffúzióját, másrészt optimális szubsztrátum a tesztbaktériumok számára.

Inhibitor jelenléte és kibocsájtása esetén az ágarlemezre vitt baktérium-faj a magvak /termések/ körüli diffúziós zónában nem képes szaporodni, kialakul a koncentrikus kioltási zóna /3., 4., 5. ábra/.

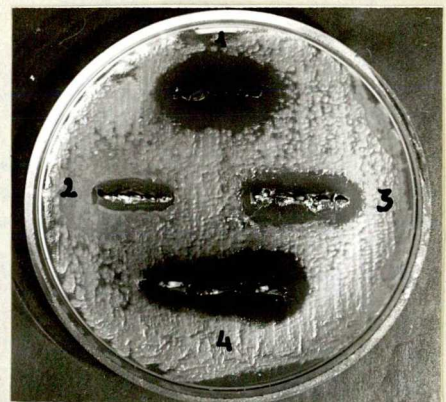
3. ábra: Magvek antibakteriális
hatása *Bac. cereus* var.
mycoides Flügge-re.
1. *Kniphofia uvaria*
2. *Atriplex nitens*
3. *Angelica silvestris*
4. *Rhus typhina*.



4. ábra: Magvek antibakteriális
hatása *Bac. cereus* var.
mycoides Flügge-re.
1. *Erodium moschatum*
2. *Juniperus virginiana*
3. *Maclura aurantiaca*
4. *Aristolochia clematitis*.



5. ábra: Magvek antibakteriális
hatása *Bac. cereus* var.
mycoides Flügge-re.
1. *Kniphofia aloides*
2. *Atriplex hortensis*
3. *Cannabis sativa*
4. *Aristolochia fimbriata*.



A kísérleteket Petri-csészében, pH 7-es, 2 %-os
bouillon ágáron állítottam be. A szilárd, 5 mm vastag á-
gárlemezekre minden esetben friss, 24 órás baktérium-sus-
pensiót vittem, majd a felesleg eltávolítása és a felület

megszikkadása után a magvakat félig a táptalajba süllyesztettem. Az inkubációs hőmérséklet 30°C volt. A tenyészetek a beszáritás után 20 óra múlva kerültek értékelésre. A magvakkal esetlegesen bevitt antagonistá baktériumfajok zavaró hatásával számoltam, de amint számos vizsgálatból kiderült, ezt teljesen elhanyagolható, ha a tesztbaktériumok - mint jelen kísérleteknél is - a gyorsan szaporodók közé tartoznak. E dolgozatban különösebben nem részletezett izolációs vizsgálatok is igazolják a megállapítás helyességét, mivel kioltási zóna csak azon növényfajok magvai /termései/ körül keletkezett, melyekből a későbbiekben valóban sikerült kivonni hatóanyagot.

A vizsgálatokat egész magvakkal és termésekkel végeztem, mivel a csirázás természetes folyamatát tartottam szemelőtt. Egyetlen kivételt a *Fraxinus* fajok képeztek, ahol a transversális síkban kettévágott magot süllyesztettem ágárlemezbe annak megállapítására, hogy a belső csirázásgátló /25/ vegyület befolyásolja-e a baktériumfajok szaporodását is. A kísérletekben felhasznált magvak minden esetben az előző évi termésből származtak. A vizsgálatokat 3 párhuzamos ismétlésben, esetenként a növényfajonként 5-10 maggal végeztem.

Az ismertetett módszerrel az alábbi 78 családba tartozó 550 magvas növény faj és fajta magvának és termésének hatását figyeltem meg. A megvizsgált fajok névsora:

G Y M N O S P E R M A E

Abietaceae:

<i>Abies alba</i> Mill.	<i>Pinus nigra</i> L.
<i>Picea excelsa</i> chlorocarpa Buk.	<i>P. strobus</i> L.

Cupressaceae:

<i>Biota orientalis</i> Endl.	<i>J. virginiana</i> L.
<i>Juniperus chinensis</i> L.	<i>Thuja occidentalis</i> L.

ANGIOSPERMAE

Dicotyledones

Aceraceae:

<i>Acer campestre</i> L.	<i>A. pseudoplatanus</i> L.
<i>A. negundo</i> L.	<i>A. tataricum</i> L.

Amaranthaceae:

<i>Amaranthus albus</i> L.	<i>A. caudatus</i> L.
<i>A. atropurpureus</i> hort.	<i>A. retroflexus</i> L.

Anacardiaceae:

<i>Rhus glabra</i> L.	<i>R. toxicodendron</i> L.
<i>R. typhina</i> Torr.	<i>R. vernix</i> L.
<i>R. laciniata</i> Cov.	

Aristolochiaceae:

<i>Aristolochia clematitis</i> L.	<i>A. fimbriata</i> Cham.
-----------------------------------	---------------------------

Asclepiadaceae:

<i>Cynanchum vincetoxicum</i> Pers.	<i>Asclepias syriaca</i> L.
-------------------------------------	-----------------------------

Balsaminaceae:

Impatiens balsamiana L.

Begoniaceae:

<i>Begonia filipes</i> Lem.	<i>B. semperflorens</i> radio
<i>B. semperflorens</i> Lk.	<i>B. semperflorens</i> rosea
<i>B. semperflorens</i> humilis	

Betulaceae:

<i>Alnus glutinosa</i> Gärtn.	<i>Corylus avellana</i> L.
<i>Betula pendula</i> Roth.	

Boraginaceae:

<i>Anchusa sempervirens</i> L.	<i>Myosotis alpestris</i> Schm.
<i>Borago officinalis</i> L.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.
<i>Echium altissimum</i>	<i>Symphytum officinale</i> L.
<i>E. vulgare</i> L.	

Campanulaceae:

<i>Campanula medium</i> L.	<i>C. rotundifolia</i> Scop.
<i>C. rapunculoides</i> L.	<i>C. sibirica</i> L.

Caryophyllaceae:

<i>Agrostemma githago</i> L.	<i>D. serpyllifolius</i> Wal. et Kit.
<i>Cerastium arvense</i> L.	

Dianthus barbatus L.
D. caesius Engelm.
D. chinensis L.
D. grandis Ser.
D. hybridus

Herniaria glabra L.
H. hirsuta L.
Saponaria officinalis L.
Stellaria alpina Cass.
S. media L.

Cesalpinaceae:

Gleditschia inermis DC.

G. triacanthos L.

Chenopodiaceae:

Atriplex hortensis L. F.
rubra
A. nitens Schk.
A. tatarica L.
Beta maritima L.
Chenopodium album L.
C. bonus-Henr. L.
C. hybridum L.

C. polyspermum L.
C. rubrum v. *blitoides*
Lej.
C. urbicum L.
Kochia scoparia Schrad.
trichophylla hort.
Salsola kali L. ssp.
ruthenica Soó.
Spinacia oleracea L.

Convolvulaceae:

Calystegia sepium R. Br.
Convolvulus arvensis L.
Cuscuta lupuliformis Krock.
Ipomoea digitata L.

I. grandiflora Salisb.
I. purpurea Lam.
I. violacea L.

Compositae:

Achillea asplenifolia Vent.
A. millefolium L. ssp. *collina*
Beck.
Bidens tripartita L.
Cichorium intybus L.
Cirsium arvense Scop.
Inula Britannica L.
Inula ensifolia L.
Lactuca saligna L.
L. sativa L. "Nansen"

L. serriola L.
Tagetes erecta Scop.
T. erecta fl. pl.
T. pumila L.
Taraxacum kok-saghyz Rodin.
T. officinale Weble.
Xanthium italicum Mor.
X. spinosum L.
X. strumarium L.

Cruciferae:

Alyssum alyssoides Nath.
Biscutella auriculata L.
Capsella bursa pastoris L.
Cheiranthus cheiri L.
"Allioni"
C. cheiri L. "Goldlack"
Lepidium campestre L.
L. draba L.

L. rudersale L.
Raphanus sativus L. v.
oleifera
Sinapis alba L.
S. alba v. *orientalis*
S. arvensis L.
Thlaspi arvense L.
T. perfoliatum L.

Cucurbitaceae:

Eryonia alba L.
Colocynthis citrillus C. Ktze.
Cucumis melo v. *turcestani*

C. sativus L.
Cucurbita pepo L. *italica*

Dipsacaceae:

Dipsacus silvester Huds.
Knautia drymeia Koch.
Scabiosa columbaria L.

S. lucida Vill.
S. nigra Vest.
S. ochroleuca L.

Euphorbiaceae:

Euphorbia cereiformis L.
E. lucida W. et K.
E. virgata W. et K.
Ricinus communis v. *atropurpurea* hort.

Ricinus communis v.
atrosanguinea
R. communis v. *inermis*.

Gentianaceae:

Gentiana cruciata L.

G. lutea L.

Geraniaceae:

Erodium cicutarium L. Herit.
E. moschatum L. Herit.
Geranium silvaticum L.

Pelargonium hybridum hort.
P. odoratissima Ait.
P. zonale L.

Guttiferae:

Hypericum degenii DC.
H. hirsutum L.

H. perforiatum L.

Labiatae:

Ballota nigra L.
Lamium album L.
L. amplexicaule L.
L. purpureum L.
Lavandula spica DC.
L. vera DC.
Marrubium peregrinum L.
M. vulgare L.
Mellitis melissophyllum L.
M. silvatica L.

Mentha aquatica L. v.
crispa H. Br.
M. longifolia Nath.
M. piperita L. pl. viv.
Stachys annua L.
S. lanata Jacq.
S. germanica L.
S. recta L.
Thymus serpyllum Lem. Fr.
T. vulgaris L.

Linaceae:

Linum austriacum L.
L. catharticum Mill.
L. flavum L.
L. latifolia L.
L. perenne L.
L. usitatissimum L. rio
argentic

L. usitatissimum L. *abiessicum*
L. usitatissimum L. *Eszterházy*
L. usitatissimum L. *Hungarica*

Loranthaceae:

Loranthus europeus Jacq.

Malvaceae:

Abutilon avicennae Adams.
A. indicum Sweet.
Althea annua L.
A. annuorosea Cav.

Hibiscus cannabinus L.
H. aesculentus L.
H. moscheutos L. fl. alba
H. syriacus L.

A. atropurpurea L.
A. officinalis L.
A. pallida Wet K.
A. rosea Cav.
Gossypium herbaceum L.

H. trionum L.
Malva alcea L.
M. crispa L.
M. silvestris L.

Moraceae:

Cannabis sativa L.
Humulus lupulus L.

Maclura aurantia Nutt.
Morus alba Scop.

Nyctaginaceae:

Mirabilis jalapa L. alba
M. jalapa L. aurea

M. jalapa L. rubra

Oenotheraceae:

Oenothera biennis L.
O. biennis gigas L.
O. hungarica Borb.

O. lamarckiana Seringe
O. mollissima L.
O. odoratissima Jacq.

Oleaceae:

Fraxinus americana L.
F. excelsior L.
F. pennsylvanica L.

Ligustrum ovalifolium L.
L. vulgare L.
Syringa josikaea Jacq.

Oxalidaceae:

Oxalis corniculata L.

O. corniculata v. tropeo-
lides Schlachter

Papaveraceae:

Chelidonium majus L.
Papaver burseri Crantz.

P. rhoeas "Shirley",
P. somniferum L. v. fl.
pl.
P. walichianum Fisch.

P. orientale B.
P. rhoeas L.

Papilionaceae:

Amorpha fruticosa L.
Lathyrus aphaca L.
L. hirsutus L.
L. sativus L. griseus
L. silvester L.
L. tuberosus L.
L. vernus Bern.
Lens culinaris Med.
L. aesculenta L. "Anatolien"
L. grisea
L. halsora
Lotus corniculatus L.
L. ornithopodoides L.
Lupinus perennis L.
Medicago hispida L.
M. lupulina L.
M. sativa L.

P. vulgaris L. riccardi-
naus
Pisum sativum L. ssp.
arvense
P. sativum L. ssp. hortense
"Express"
P. sativum L. ssp. hortense
"Conserva"
Robina pseudo-acacia L.
R. semperflorens
Soja hispida "Budapest 7"
S. hispida yellow
S. hispida japonicum
S. hispida lutea
S. hispida maxim
S. hispida münchen
S. hispida reiner

Melilotus albus Dest. ap. Lam.
M. indiens All.
M. italicus Lam.
M. officinalis L.
Ononis spinosa L.
Phaseolus vulgaris conserva
P. vulgaris lunatus
P. vulgaris L. mungo
P. vulgaris L. perlicky

Trifolium alpestre L.
T. fragiferum L.
T. incarnatum L.
T. pannonicum L.
T. pratense L.
T. repens L.
Vicia faba L. v. major
Harz.
V. faba L. v. sanguinea
V. pannonica Cr.
V. sativa L. var. theba-
nensis
V. sativa L. v. vailen-
tiana
V. striata M.B.
V. Sinensis Endl.

Phytolaccaceae:

Rivina humilis L.
R. humilis v. *aurantiaca*

R. laevis L.

Plantaginaceae:

Plantago cynops L.
P. indica L.
P. lanceolata L.

P. major L.
P. maritima L.
P. psyllium L.

Platanaceae:

Platanus occidentalis L.

Plumbaginaceae:

Statice filicaulis L.

S. gmelini Willd.

Polygonaceae:

Fagopyrum esculentum Mill.
Polygonum alpinum All.
P. baldschuanicum Reg.
P. cuspidatum
P. lapathifolium L.
P. orientale L.
Rumex acetosa L.

R. acetosella L.
R. crispus L.
R. limosus Thuill.
R. patientia L.
R. sanguineus L.
R. scutatus L.

Primulaceae:

Anagallis arvensis L.
A. femina L.

Androsace maxima L.
Primula veris L.

Ranunculaceae:

Adonis phoeniceus Fritsch.
Anemone baldensis L.
Aquilegia balcaniensis Mill.
A. chrysantha Br.
A. coerulesa James.
A. formosa Fritsch.

Delphinium elatum L.
Helleborus phoetidus L.
Nigella damascena L.
Pulsatilla grandis L.
P. pratensis L.
Ranunculus acer L.

A. hybrida hort.
Aquilegia longissima Gray.
A. nigricans Rehb.
A. olympica L.
A. vancouver Ait.
Caltha palustris L.
Clematis macropetala Ledeb.
C. recta L.
C. vitalba L.
Consolida ajacis Surr.
C. orientalis Schröd.
C. regalis L.

R. aconitifolius
R. arvensis L.
R. borealis DC.
R. montanus Mill.
R. pyreneicus L.
R. polyanthemos L.
R. sardous Cr.
R. serbicus Willd.
R. tewanii And.
Thalictrum lacedum L.
T. minus L.

Resedaceae:

Reseda lutea L.

Rosaceae:

Agrimonia odorata Mill.
Mespilus germanica L.
Rotentilla arenaria L.
P. argentea Mill.
P. atrorubra Lodd.
P. chrysantha Tref.
P. dissecta Mill.
P. erecta L.
P. glandulosa Lind.
P. graminifolia Willd.
P. grandiflora L.
P. kotschiana French.
P. micrantha Pers.

P. montegrina Pantoc.
P. norvegica L.
P. pennsylvanica Lehm.
P. recta L.
P. rupestris L.
P. transcaspica Th. W.
P. villosa L.
Rosa canina L.
R. caesius L.
Spiraea cana W. et K.
S. revesiana hort.
S. wanhouttei Brif.
Waldsteinia geoides Willd.

Rubiaceae:

Asperula glauca Bess.
A. odorata L.
A. orientalis L.

A. tinctoria L.
Rubia tinctoria L.

Rutaceae:

Ruta graveolens L.

Salicaceae:

Populus virginiana Foug.
Salix caprea L.

Salix daphnoides Will.

Scrophulariaceae:

Digitalis amandiana Murr.
D. fontanesii Griseb.
D. ferruginea L.
D. fulva L.
D. grandiflora Mill.
D. lanata Ehrh.
D. micrantha Roth.
D. purpurea L.

S. vernalis L.
Verbascum blattaria L.
V. olympicum Bioss.
V. phoeniceum L.
V. thapsus L.
Veronica chamaedrys L.
V. dentata Schm.
V. fruticans Jacq.

D. purpurea v. hort.
D. sibirica Lindl.
Scrophularia grandiflora
S. hoppei Koch
S. nodosa L.
S. scopoli Hoppe

V. hederifolia L.
V. jaquinii Baumg
V. polita Fr.
V. spicata L.
V. teucrium L.

Solanaceae:

Atropa belladonna L.
Capsicum annum L. v. abreviatum flavum
C. annum L. bánáti fűszer
C. annum L. bolla
C. annum L. va. cerasiforma Willd
Datura fastuosa L.
D. metel L.
D. quercifolia Torr.
D. stramonium L.
Hyoscyamus albus L.
H. niger L.
H. niger v. phallidus Rch.
Nicotiana glauca Grat.
N. rustica L. chlorotica
N. rustica L. mahorka
N. rustica L. souffi
N. tabacum L. bánkúti
N. tabacum L. szabolcsi rózsza
N. tabacum L. szegedi

N. tabacum L. szegedi rózsza
Petunia axillaris Lam.
P. hybrida himmelsrösphen
P. rosea Juss.
P. viola Lindl.
Physalis alkekengi L.
P. angulata Brot.
P. franthetti Mast.
P. pubescens L.
Solanum atropurpureum Lam.
S. lycopersicum v. cerasiforma
S. lycopersicum v. esculentum "aurea"
S. lycopersicum v. esculentum "clarc aerly"
S. lycopersicum v. esculentum "export Dania"
S. lycopersicum v. piriforme
S. melongena L.
S. nigrum L.

Tiliaceae:

Tilia cordata Mill.
T. platyphyllos Scop.

T. tomentosa Mnch.

Umbelliferae:

Angelica archangelica L.
Apium graveolens L.
Carum carvi L.
Daucus carota L.
D. carota "nantesi"

Petroselinum hortense Hoffm.
Sesseli tommasinii Rchb.
Torilis arvensis Lk.

Urticaceae:

Laportea gigas Gaud.

Valerianaceae:

Valeriana officinalis L.
Valerianella locusta Beteke

V. coronata DC.
V. olitoria L.

Verbenaceae:

Verbena officinalis L.

Violaceae:

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| <i>Viola arvensis</i> Murr. | <i>V. tricolor</i> L. flava |
| <i>V. elatior</i> Fr. | <i>V. tricolor</i> L. glauca |
| <i>V. palmata</i> L. | <i>V. tricolor</i> L. rubra |
| <i>V. tricolor</i> L. coerulea | <i>V. tricolor</i> L. cynea |

M o n o c o t y l e d o n e s

Alismataceae:

- Alisma plantago-aquatica* L.

Commelinaceae:

- Commelina sativa* L.

Cyperaceae:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <i>Bulboschoenus maritimus</i> Palla. | <i>C. vulpina</i> L. |
| <i>Carex praecox</i> Schreb. | <i>Schoenoplectus lacustris</i>
Palla |

Gramineae:

- | | |
|---|--|
| <i>Agropyron intermedium</i> Beauv. | <i>F. rubra</i> L. |
| <i>A. repens</i> Beauv. | <i>Hordeum distichon</i> L. v.
nutans |
| <i>Avena fatua</i> L. | <i>H. murinum</i> L. |
| <i>A. inermis</i> L. | <i>Lolium perenne</i> L. |
| <i>A. sativa</i> v. aurea | <i>Oryza sativa</i> Arpa-schali |
| <i>A. sativa</i> v. grisea | <i>O. sativa</i> Dunghan-schali |
| <i>A. sativa</i> v. mutica | <i>Panicum miliaceum</i> L. |
| <i>Briza maxima</i> L. | <i>Poa pratensis</i> L. |
| <i>B. media</i> L. | <i>Sclerochloa dura</i> L. |
| <i>B. minor</i> L. | <i>Setaria viridis</i> Beauv |
| <i>Bromus inermis</i> Leyss. | <i>Stipa capillata</i> L. |
| <i>B. squarrosus</i> L. | <i>S. juncea</i> L. |
| <i>B. sterilis</i> L. | <i>Triticum aestivum</i> bánku-
ti 1205 |
| <i>B. tectorum</i> L. | <i>T. aestivum</i> hatvani 5612 |
| <i>Cenchrus tribuloides</i> L. | <i>T. aestivum</i> székács 1055 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i>
Beauv. | <i>Zea mays aurantia</i> |
| <i>E. macrocarpa</i> Vasinger. | <i>Z. mays indurata aurentia</i> |
| <i>Festuca alpina</i> Schut. | <i>Zea mays microsperma</i> |

Iridaceae:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| <i>Iris germanica</i> L. | <i>I. pseudacorus</i> L. |
| <i>I. magnifica</i> L. | |

Liliaceae:

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| <i>Allium cepa</i> L. | <i>K. uvaria</i> hybrid |
| <i>Asparagus officinalis</i> L. | <i>K. uvaria</i> Hookii |
| <i>Colchicum autumnale</i> L. | <i>K. uvaria</i> maxima |
| <i>Kniphofia aloides</i> Mnck. | <i>K. uvaria nobilis</i> Hook |
| <i>K. hybrida</i> Express hort. | <i>Lilium regale</i> |
| <i>K. nelsonii</i> | <i>Polygonatum officinale</i> |
| <i>K. praecox</i> | All. |

K. tuckii Bak.
K. turleii

Tulipa gesneriana L.
T. hybrida

Sparganiaceae:

Sparganium erectum L.

Tesztorganizmusként 6 talajlakó saprophyta, illetve phytopathogen baktérium szerepelt: A Gram-pozitív Bac. cereus var. mycoides, Bac. megatherium 208, Bac. subtilis var. panis és a Gram-negatív Aerobacter aerogenes, Erwinia carotovora és Xanthomonas malvacearum.

Az eredmények értékelésénél csak azokat az eseteket vettem pozitívnak, ahol a zóna mérhető nagyságu volt és körkörösén éles határvonallal jelentkezett.

E R E D M É N Y E K

A megvizsgált magvak és termések közül a pozitív eredményeket-adókat az 1.a és 1.b táblázatokban foglalom össze. A zónaadatokat a maghoz legközelebb eső telepek átlagtávolságban adom meg.

AZ EREDMÉNYEK MEGBESZÉLESE

Az 1. táblázatból kitűnik, hogy a megvizsgált 550 növényfaj és fajta megvai illetőleg termései közül 52 adott pozitív eredményeket. Az is megállapítható, hogy a kórokozó hatóanyagok legtöbb esetben szelektívek, a Gram-pozitív mikroorganizmusok szaporodását gátolják. Kivételt képez a Rhus-fajok terméshéjában, a Lonicera és Fraxinus fajok magvában előforduló inhibitor, amely mindkét Gram-csoportba tartozó baktérium-fajok szaporodását gátolja.

Bár az egyes zónák nagysága nemcsak a vegyületek hatóképeségétől, hanem egyéb tényezőktől - az antibiotiku-

Jelmagyarázat:
+ hatóanyag a magban található
x hatóanyag a termésben található

I.a.táblázat

A növény neve	A steril		zóna sugara mm-ben			
	Bac. cereus var. mycoides	Bac. mega- therium 208	Bac. subtilis	Aerobaeter aerogenes	Erwinia carotovora	Xanthomonas malvacearum
Abietaceae						
+ Abies alba	5	6	4	-	-	-
+ Picea alba	1	1	-	-	-	-
+ Picea excelsa chlorocarpa	1	2	1	-	-	-
+ Pinus nigra	2	2	3	-	-	-
+ Pinus strobus	3	4	2	-	-	-
+ Pseudotsuga douglasii	2	1	1	-	-	-
+ Pseudotsuga taxifolia	3	3	3	-	-	-
Amaranthaceae						
+ Amaranthus albus	1	-	-	-	-	-
+ Amaranthus ascendens	1	-	-	-	-	-
Anacardiaceae						
x Rhus glabra	7	8	5	4	6	5
x Rhus typhina	6	6	4	3	4	2
x Rhus laciniata	7	9	7	4	6	4
Aristolochiaceae						
+ Aristolochia clematitis	6	5	8	-	-	-
+ Aristolochia fimbriata	5	3	7	-	-	-
Caprifoliaceae						
+ Lonicera alpigena	3	2	3	1	2	1
Chenopodiaceae						
+ Chenopodium album	2	1	1	-	-	-
+ " bonus	2	2	2	-	-	-
+ " polyspermum	3	3	2	-	-	-
+ " urbicum	1	1	2	-	-	-
+ Altriplex hortensis	4	4	5	-	-	-
+ Altriplex nitens	4	4	5	-	-	-
+ Kochia scoparia	3	2	3	-	-	-
Compositae						
x Xanthium italicum	3	-	2	-	-	-
x Xanthium strumarium	4	1	3	-	-	-
Cupressaceae						
+ Biota orientalis	1	-	1	-	-	-
x Juniperus chinensis	5	5	5	-	-	-
x Juniperus virginiana	7	7	6	-	-	-
+ Thuja occidentalis	2	2	1	-	-	-
Geraniaceae						
x Erodium moschatum	8	5	7	-	-	-

I.b.táblázat

A növény neve	A steril		zóna sugara mm-ben			
	Bac. cereus var. mycoides	Bac. mega- therium 208	Bac. subtilis	Aerobacter aerogenes	Erwinia carotovora	Xanthomonas malvacearum
Guttiferae + Hypericum elegans	5	4	5	-	-	-
Labiatae + Stachis annua	2	-	2	-	-	-
Liliaceae + Kniphofia aloides	6	6	4	-	-	-
+ Kniphofia hybrida Express hort	7	7	4	-	-	-
+ Kniphofia praecox hort	8	8	6	-	-	-
+ Kniphofia tuckii	8	8	6	-	-	-
+ Kniphofia uvaria	8	8	6	-	-	-
Moraceae + Cannabis sativa	3	1	3	-	-	-
+ Humulus lupulus	4	4	7	-	-	-
+ Maclura aurantiaca	3	3	3	-	-	-
Oleaceae + Fraxinus excelsior	4	3	2	-	2	1
+ Fraxinus pennsylvanica	2	2	2	-	2	1
Papaveraceae x Macleaya cordata	5	4	5	-	-	-
Primulaceae + Primula veris v. suave olens	1	1	-	-	-	-
Ranunculaceae + Consolida ajacis	1	1	3	-	-	-
+ Consolida orientalis	4	3	4	-	-	-
+ Consolida regalis	2	2	3	-	-	-
+ Nigella damaschena	2	-	-	-	-	-
Umbelliferae x Angelica silvestris	5	5	3	-	-	-
x Pastinaca sativa	3	3	1	-	-	-
x Petroselinum hortense	4	3	1	-	-	-
Verbenaceae + Verbena canadensis	2	2	2	-	-	-
+ Verbena officinalis	2	2	2	-	-	-

mok molekulásúlyától, vizoldékonyságától, mennyiségétől - is függ, mégis érdekesnek látszik megjegyezni, hogy az Abies-, Aristolochia-, Juniperus-, Kniphofia-, Rhus- és Erodium-fajok viszonylag széles zónát adnak.

Az antibakteriális vegyületek családonkénti előfordulásában közel sem találunk olyan szigorú összefüggéseket, mint egyéb hatóanyagok esetén. Az Abietaceae, Chenopodiaceae, Cupressaceae és Moraceae családba tartozó fajok viszonylag nagyobb számban hatásosak, viszont a családokon belül sem tartalmaz valamennyi faj antibiotikumot. Más familiákban az antibakteriális vegyületeknek egyes fajokban való előfordulása még szembetűnőbb. Pl. a Liliaceae családban csak a Kniphofia-félék magvai adtak kioltási zónát. A Rhus-genusból csak a vörös termésű fajok /R. glabra, R. laciniata, R. typhina/ aktívak, míg a sárgák /R. toxicodendron, R. vernix/ egyáltalán nem.

A jól ismert inhibitor-tartalmú növények /Ranunculaceae, Liliaceae családba tartozó fajok/ magvai, sőt antibakteriális vegyületet egészen biztosan tartalmazó Cruciferae magvak sem adnak pozitív eredményt. Ennek oka abban keresendő, hogy aktív vegyületeik csak a roncsolás és az ezt követő fermentműködés hatására szabadulnak fel. A Cruciferae magvakban - mint igen sok más növény vegetatív részében is - egy belső, élettani védekezési automatizmus ismerhető fel, amely feltevésem szerint a következő módon működhet: amikor a kórokozó vagy annak valamely része /mycelium/ behatol egy sejtbe, s enzimeivel a protoplazma szerkezetét megbontani törekszik, az addig strukturálisan esetleg adszorptíve lekötött hatóanyagok /A Crucifera magvaknál pl. mustárolaj-származékok/ felszabadul-

nak, aktivizálódnak és a támadó sejtbe behatolt mikroorganizmust elpusztítják.

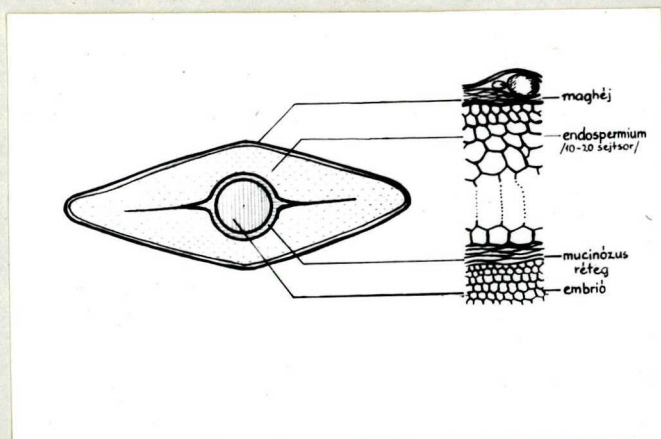
Természetes, hogy ezek a "kötött" antibiotikumok normális körülmények között nem hatolnak ki a sejtekből, ezáltal a mag körül nem is képződhet kioltási zóna. A sebzett sejtek viszont ugyanakkor zónaképzők!

Az általam megfigyelt esetekben valószínűleg u. n. "külső védekező rendszerről" lehet szó, vagyis a természetes körülmények között az egészséges magvakból /termésekből/ kifúvódó antibiotikumok a mag-, illetőleg a terméshéjban vannak lokalizálódva. A Cannabis-, Kniphofia-magvak gondosan preparált szerkezeti elemeiből mindig csak a maghéj körül jött létre kioltási zóna.

A nedves talajban a mag körül, annak közvetlen közelében "antibiotikum-zóna" képződik. E zóna, de méginkább a hatóanyaggal átitatott maghéj védi e magvakat a különböző támadó mikroszervezetekkel szemben.

Ez utóbbi megállapítás alól kivétel a Fraxinus fajok termése, ahol az aktiv vegyület¹ a mag belsejében, az embriót közvetlenül körülvevő nyálkarétegben található /6. ábra/.

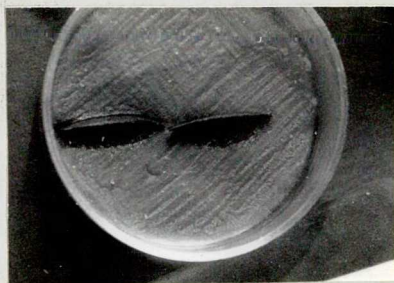
6. ábra: A Fraxinus excelsior magjának keresztmetszete.



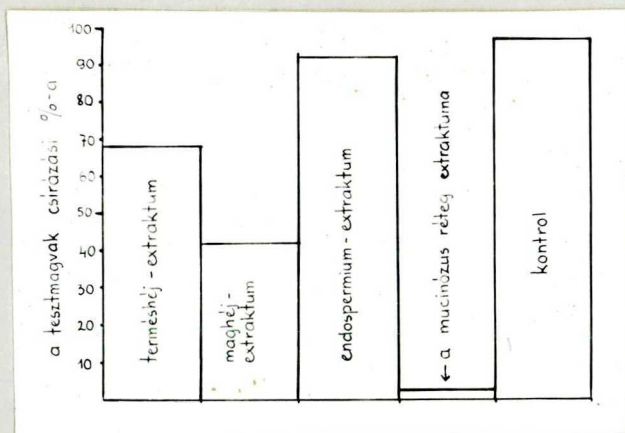
^{1/} A Fraxinusok magjában talált aktiv vegyület biológiai szerepe egészen más lehet mint a "maghéj-antibiotikum"-oknak.

A mag laposabb oldalával parallel megfeleezett magvak fertőzött felületű táptalajba süllyesztve csak a belső, mucinosus réteggel borított oldaluk felől hoznak létre kioltási zónát /7.ábra/.

7. ábra: Kioltási zónák a transversalis síkban kettébontott *Fraxinus excelsior* magvak belső felülete mellett.



Megfigyeléseim szerint ebben a nyálka rétegben helyezkedik el az a csirázásgátló vegyület, mely elsősleges oka az egyébként egészséges magvak csirázásképtelenségének, ugynevezett elfekvésének /25/. Ha azonos töménységű oldatot készítünk a kőris termésének különböző részeiből, és az extraktumok csirázásgátló hatását *Sinapis alba* magvakkal ellenőrizzük, kiderül hogy a termés egyetlen, valóban nagyhatású csirázásgátló anyaga a mucinosus rétegben lokalizálódik /8.ábra/.



8. ábra: A *Fraxinus excelsior* termésrészeinek csirázásgátló hatása. Tesztmag: *Sinapis alba* L.

A csirázás- és a baktériumok szaporodásának gátlását előidéző vegyület a Fraxinus esetében minden valószínűség szerint azonos. Bizonyítja ezt többek között az a tény is, hogy a stratifikált mag mucinosus rétege csirázásgátló hatásának csökkenésével párhuzamosan csökken az antibakteriális aktivitás is.

Az antibiotikus hatóspektrum megismerésére, a már ismertetett módon, 18 Gram-negatív és pozitív, saprogen és pathogen baktérium-faj Fraxinus inhibitorral szembeni érzékenységét vizsgáltam meg. Eme inhibitornak - amint az a II. valamint az I/a és I/b táblázatok összehasonlításából kitűnik - hatása kevésbé szelektíven gátló, mint az egyébként pozitív eredményt adó magvak többségéé.

II. táblázat

N é v	Kioltási zóna sugara mm-ben
1. Aerobacter aerogenes	?
2. Agrobacterium temefaciens	4
3. Bac. cereus	3
4. Bac. megatherium 208	3
5. Bac. Morgani	2
6. Bac. cereus var. mycoides	4
7. Bac. New Castle	2
8. Bac. subtilis var. panis	2
9. Erwinia carotovora	2
10. Escherichia coli 1	-
11. Proteus X 19	?
12. Pseudomonas aeruginosa	-
13. Shigella Flexneri VI	2
14. Shigella Shiga	2
15. Staphylococcus albus	2
16. Staphylococcus Buttle	3
17. Xanthomonas malvacearum	?
18. Xanthomonas solanacearum	2

Az inhibitor hatása - bár különböző intenzitású és szelektív - széles bakteriologiai spektrumban érvényesül,

amennyiben valamennyi megvizsgált Gram-pozitív és több Gram-negatív faj szaporodását gátolja.

Mint érdekesség megemlíthető, hogy a *Fraxinus* természetes inhibitora a *Pseudomonas aeruginosa* szaporodását nem gátolta, ellenben a mucinosus réteg mellett, 3 mm-es zónán belül a fajra jellemző pyocyanin-képzés elmaradt.

AZ EREDMENYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

I.

A *Fraxinus* magvak antibiotikus ható-spektrumának vizsgálatakor láttuk, hogy az emberre pathogen kórokozók szaporodása is gátolt. Erdemesnek látszott közelibbről megvizsgálni, hogy a többi, jelentős kioltási zónát létrehozó magvak antibiotikumai hatással vannak-e a humán pathogen fajokra. A módszer megegyezett az előzőekben ismertetett eljárással. Tesztorganizmusként ezekhez a vizsgálatokhoz a Gram-pozitív *Staphylococcus aureus* és a Gram-negatív *Shigella flexneri*-t használtam. A kapott adatokat a III. táblázat mutatja.

Látható, hogy a magvak antibiotikumai humán-pathogen baktérium fajokra is hatnak, még a rendszertanilag és fiziologialilag egymástól oly távol eső fajokra is, mint pl. a *Staphylococcus*ok és *Shigellák*. Ennek alapján lehetőség nyílik felhasználásukra is. Ehhez természetesen az szükséges, hogy antibakteriális hatásintenzitásuk magas, humán- toxicitásuk viszont minimális legyen.

III. táblázat

A növény neve	A kioltási zóna sugara mm-ben	
	Staphylococcus aureus esetén	Shigella Flexneri VI. esetén
Abietaceae		
Abies alba	3	-
Pinus nigra	2	-
Pinus strobus	2	-
Pseudotsuga Douglassi	2	-
Pseudotsuga taxifolia	2	-
Anacardiaceae		
Rhus glabra	6	4
Rhus typhina	5	4
Rhus laciniata	6	4
Aristolochiaceae		
Aristolochia clematitis	6	-
Aristolochia fimbriata	4	-
Chemopodiaceae		
Chenopodium album	2	-
Chenopodium bonus	3	-
Chenopodium polyspermum	3	-
Chenopodium urbicum	1	-
Atriplex hortensis	3	-
Atriplex nitens	3	-
Kochia scoparia	3	-
Compositae		
Xanthium italicum	4	-
Xanthium strumarium	4	-
Cupressaceae		
Juniperus chinensis	5	-
Juniperus virginiana	5	-
Geraniaceae		
Erodium moschatum	5	-
Geranium silvaticum	5	-
Guttiferae		
Hypericum elegans	3	-
Liliaceae		
Kniphofia aloides	5	-
Kniphofia hybrida Express hort.	6	-
Kniphofia praecox hort.	6	-
Kniphofia tuckii	6	-
Kniphofia uvaria	6	-

III/a. táblázat

A növény neve	A kioltási zóna sugara mm-ben	
	Staphylococcus aureus esetén	Shigella Flexneri VI. esetén
Moraceae		
Cannabis sativa	3	-
Humulus lupulus	4	-
Maclura aurantiaca	3	-
Oleaceae		
Fraxinus excelsior	3	2
Fraxinus pennsylvanica	2	2
Papaveraceae		
Macleya cordata	4	-
Ranunculaceae		
Consolida ajacis	1	-
Consilida orientalis	3	-
Consolida regalis	2	-
Umbelliferae		
Angelica silvestris	4	-
Pastinaca sativa	2	-
Petroselinum hortense	3	-

II.

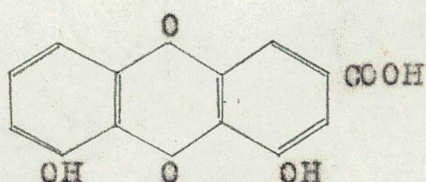
Hatásintenzitás-vizsgálatokat végeztem a Kniphofia magvak hatóanyagával, miután a vegyületet - az első "mag-héj-antibiotikumot" - izoláltuk és identifikáltuk.

Több próbálkozás és izolációs eljárás után a tiszta anyag előállítására a következő módszer bizonyult megfelelőnek: A magvakat abs. metanollal extraháltam és a narancssárga színű extraktumot vízfürdőn, vacuumban szárazra pároltam. A száraz maradék néhány mg-os mennyiségét éterbe vettem fel, s izopropanol-ammonia-víz 10:1:1 arányu keverékével Schleicher-Schüll 2043b papíron chromatografáltam.

A chromatogramot ágárdiffúziós mikrobiológiai tesztel /46/ hívtam elő, amikor is nyilvánvalóvá vált, hogy a hatóanyag azonos a kivonat sárga színű festékével.

A száraz maradék 30 ml 2 %-os NaHCO_3 -ban vörös színnel oldódott /Bornträger-reakció!/. A hatóanyagot HCl-val /pH 2-nél/ lecsaptam. A sárgás-barna csapadékot üvegszűrőn felfogtam, s 2 $^\circ\text{C}$ -os desztilláltvízzel való átmosás után vacuumban szárítottam. A száraz csapadék forró jégcetben oldódik és lassu hűtés közben a vegyület kristályosan válik ki. Háromszoros átkristályosítás után 327-328.5 $^\circ\text{C}$ olvadáspontu, halványságra tükristályokat kaptam.

BOROSS /7/ adatai szerint a vegyület:



4,5-dihydroxy-anthrachinon-2-carbonsav

A metodikai részben leírt táptalajhoz különböző koncentrációban adagoltam fenti antibiotikumot 0,5-50 mg hatóanyag/liter-táptalaj intervallumban. A steril Petri-csészékbe kiontított és megszilárdult táptalajra 24 órás húsleves tenyészetből ráoltottam a *Bac. cereus* var. *mycoides*, *Bac. megatherium* 208, *Bac. subtilis* var. *panis*, *Staphylococcus albus* és *Staphylococcus Buttle* fajokat. A tenyészeteket a már ismert módon 36 óráig inkubáltam. Az eredményeket a IV. táblázatban láthatók:

N é v	koncentráció /ml					kontrol
	0,5	1	5	10	50	
<i>Bac. cereus</i> var. <i>mycoides</i>	+++	+++	+	-	-	+++
<i>Bac. megatherium</i> 208	+++	++	+	-	-	+++
<i>Bac. subtilis</i> var. <i>panis</i>	+++	+++	+++	++	/+/-	+++
<i>Staph. albus</i>	+++	+++	++	/+/-	-	+++
<i>Staph. Buttle</i>	+++	+++	++	/+/-	-	+++

Jelm.: - nincs szaporodás

+++ a kontrollal megegyező intenzitású szaporodás

Mind az öt Gram-pozitív baktérium érzékeny az antibiotikumra azonban - elsősorban a magasabb koncentrációkban, a teljes gátlás intervallumban - különbségek mutatkoznak. A táblázatból kiűnik, hogy a legérzékenyebb fajok szaporodását a 10 mg/l-es, azaz százszorosos hígítás még teljes egészében gátolja, így a Kniphofia-antibiotikum a nagyobb hatású antibakteriális vegyületek közé sorolható.

Embergyógyászatban való felhasználására is van remény, mivel számos adat tanusodik az anthrachinonokkal szerke-

zetileg és hatástanilag rokon naphtochinonok gyógyászati felhasználásáról. DEL VECCHIO és munkatársai /16-19/ a brucellosis ellen in vivo hatásos naphtochinonokat találtak. Más szerzők /42,45,60,61,67/ pathogen gombák elleni felhasználásukat ismertetik.

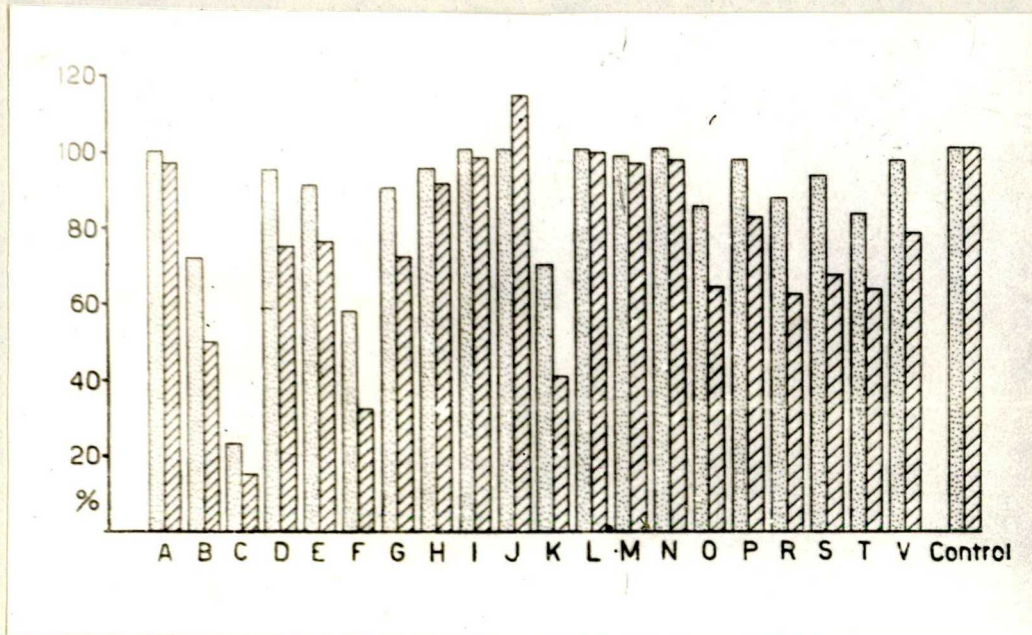
III.

Részletes vizsgálatnak vetettem alá a Kniphofia-antibiotikum növénygyógyászatban való alkalmazhatóságának kérdését. Erősen biológiai /a csirázási és gyökernövekedési/ teszttel vizsgáltam, vajon a vegyület 100 mg/liter dózisban - ahol már teljes a Gram-pozitív baktériumok szaporodásának gátlása - károsítja-e a magasabbrendű növényeket.

Naphtochinonokkal végzett kísérletek /13,57,79/ támogatják az anthrachinon használhatóságáról alkotott eddigi elképzeléseket. Így pl. LITTLE és munkatársai /51/ igazolták, hogy a 2-methoxy-1,4-naphtochinon sokkal kevésbé toxikus a magasabbrendű növényekre, mint azok kórokozóira.

Az anthrachinon-antibiotikumot 2 %-os ágárba kevertem el, Petri-csészékbe öntöttem, s a megszilárdulás után a tesztként használt *Amaranthus albus* magvait csiráztattam. A csirázási eredményt 12 óra múlva /a kontrol ekkor éri el a 100 %-os 26 °C-on/, a csiranövények gyökereinek hosszúságát pedig 36 óra múlva mértem, tízszeres nagyítás mellett. A kapott értékeket a kontrol %-ban fejeztem ki. A 9. ábrán összehasonlításként számos más növényfaj megkivonatának hatását is feltüntettem; szá-

munkra elsősorban az I-jelzésű, a Kniphofia-antibiotikum hatását feltüntető oszloppár s a kontrol érdekes. Az oszloppárok közül a pontozott a csírázási, a vonalkázott oszlopok pedig a gyökérnövekedési adatokat mutatják.



9. ábra

Az ábrából világosan látszik, hogy a Kniphofia magvak antibiotikuma - több más magkivonattal ellentétben - nem gátolja a teszt-magvak csírázását, sőt a gyökerek növekedésének intenzitását sem. Ezért minden reményünk meg lehet arra, hogy bizonyos növénykórokozók ellen jó eredménnyel fel tudjuk használni; nemcsak mint felületre alkalmazható növényvédő szert, de mint felszívódó, az egész növényt átjáró kemoterápiás ágens is.

IV.

Az ismertetett adatok szerint tehát egyes magvak és termések héja "védővegyületeket" tartalmaz. Felmerült a

kérdés: miért ne hozhatnánk létre természettől elcsúszott védekezési módot mesterségesen, esetleg tökéletesebben is.

A megvalósításhoz a következő feltételei vannak:

a/ a csávézó vegyület legyen magas aktivitású, de ne károsítsa a kezelendő magvakat; b/ hatoljon be a maghóba és jó adszorbeálódó képességgel rendelkezzen; c/ álljon ellen a fény, de különösen az oxidatív behatásoknak, s aktivitását nedves körülmények között se veszítse el; d/ egyáltalán ne legyen szelektív; e/ legyen olcsó s lehetőleg ne károsítsa a csávézó, szállító és egyéb berendezéseket, hogy a nagyüzemi felhasználás ne ütközzék akadályokba; f/ s végül az emberre ne legyen toxikus.

Fenti kétségtelenül sokféle követelménynek egy közelmúltban előállított hazai vegyület, a Sterogenol /cetyl-pyridinium-bromid/ teljes mértékben megfelel /26, 68/. Hatását különböző phytopathogen baktériumokon figyeltem meg, különös tekintettel a gyapotföldéken világszerte óriási károkat okozó, s elsősorban a fertőzött magvakkal terjedő *Xanthomonas malvacearum* ellen. A magvakra gyakorolt toxicitást különböző gazdasági növényfajok magvaival ellenőriztem; itt is a gyapotsmagvakra voltam különös tekintettel.

Annak eldöntésére, hogy a vegyület a növényt károsítja-e, a kiválóan csírázó 78-as jelzésű bulgár nemesítésű gyapotsfajta magvait használtam fel.

Üvegcsészékben, széles intervallumú Sterogenol hígítási sorozatban koncentrációként 200-200 mgot ló és

20 percig csáváztam 20 C fokon. Kezelés után a magvak szobahőmérsékleten 24 órán át száradtak, majd csiráztató edényekbe, 26 C fokos termosztátba kerültek.

Az értékeléskor megállapítható volt, hogy 10 perces csávázáskor csak az 1 %-os oldat, 20 perces kezeléskor pedig csak a 0,5 %-os oldat hatására kezd csirázásgátlás mutatkozni.

A vegyület tehát a magvakra kevésbé mérgező, csak viszonylag nagy koncentrációban csökkenti a csirázás ütemét.

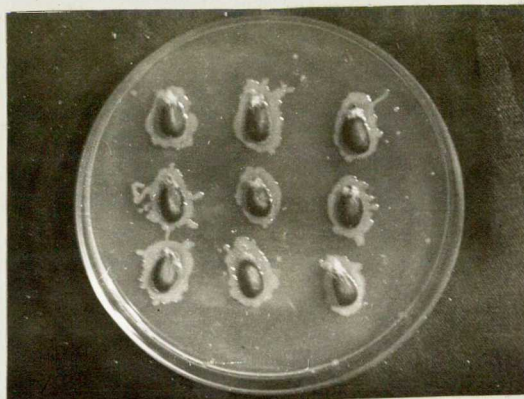
Kisebb koncentráció alkalmazása esetén a csirázás üteme megegyezik a kontrollal. Serkentést még erősen hígított csávázóoldat sem vált ki.

A mikrobiológiai megfigyeléseknél a fertőző oldat az eredeti 24 órás Xanthomonas-tenyészet 1:1000 hígítása volt. Más mikroorganizmus-fajok zavaró hatásának kiküszöbölésére az előzetesen 0,5 %-os formalinnal kezelt magvakat - a formalin teljes eltávolítása után - 10 percre a hig baktérium-szuszpenzióba vittem. A kórokozó megtapadását sötétben, szobahőmérsékleten a magvak lassu kiszáritása követte. A csávázás 24 óra mulva történt.

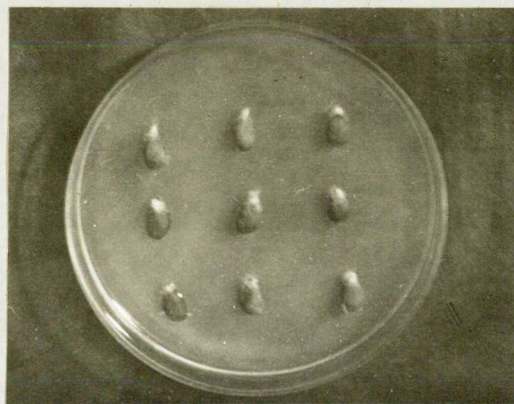
A baktériumok kitenyésztése céljából az előzetesen sterilizált, csávázott, valamint a fertőzött kontrol magvakat Petri-csészében 2 %-os bouillon-ágár lemezbe félig besülylesztettem. Ha a magvak felületén szaporodásképes baktériumok maradnak, ugy a fertőzött magvak körül 48 órán belül kialakul a jellegzetes, viaszszárga

Xanthomonas telepek gyűrűje, ellenkező esetben viszont a magvak mellett is baktérium-mentes marad az ágar-felület /10. és 11. ábra/.

10. ábra: Fertőzött, csávázatlan magvak Xanthomonas-telepekkel.



11. ábra: Fertőzött, majd 0,02 %-os Sterogenol oldattal csávázott magvak.



A kitenyésztés 30 C fokos termosztátban folyt. A 48 óra múlva kapott adatok:

A csávázóoldat hígítási foka	Csávázási idő	
	10'	20'
1 : 7000	-	-
1 : 8000	+	-
1 : 10000	+	+
1 : 20000	++	++
Kontrol	+++	+++

A + jel a kitenyészthetőséget jelzi.

A táblázat azt mutatja, hogy biztos hatású csávázást

1 : 7000 hígítási és ennél nagyobb koncentrációjú vegyülettel érhetünk el.

Kérdés, vajon a vegyület csak a csávázás és a beszáradás időszakában fejti-e ki hatását, vagy pedig hatóképességét beszáradt állapotban is megtartja, s újabb vízmennyiség hatására - a mag elvetése után - képes-e aktiv állapotban környezetében diffundálni.

E kísérletsorban a magvakat 1 : 10000 hígítási oldattal csáváztam, majd részint sötétben, részint természetes szórt fényben raktároztam, s 1/2 éven át minden hónapban ellenőriztem a magvak felületén megtapadt anyag hatóképességét az ismertetett ágar-diffúziós eljárással.

Ha a Sterogenol a magvak felületén aktiv állapotban marad, a tesztorganizmus a magvak körüli diffúziós zónában nem képes szaporodni, s így itt az inkubációs idő alatt létrejön a jellegzetes, baktérium-mentes körkörös kioltási zóna. Ellenkező esetben a magvak közvetlen közelében is kifejlődnek a baktériumtelepek.

Mivel a quaternár ammonium vegyületek a baktériumok számára megfelelő táptalajt jelentő husleves-ágarban lényegesen veszítenek hatásukból, a vegyülettel szemben igen érzékeny tesztbaktérium-fajt kellett keresni. Számos faj érzékenységeinek megvizsgálása után kitűnt, hogy a célra a talajlakó *Bac. cereus* var. *mycoides* kiválóan felhasználható.

A huslevesből a Petri-csészékbe, 8 mm vastagságú bouillon-ágar lemezre vitt tesztbaktérium-szuszpenzió beszárítása után a magvakat a szubsztrátumba süllyesztettem, s a csészék ezután 18 órára 30 °C° termosztátba

kerültek.

A leírt módszerrel végzett kísérletek szerint a kezelés utáni napon a csávázott magvak átlagosan 4 mm átmérőjű kioltási zónát hoznak létre. Variáció ± 1 mm.

A vizsgálati időtartam alatt havonta megismételt kísérletek mindegyikében átlagértékként ugyanez a zónanagyság jelentkezett, mind a sötétben, mind pedig a fényen raktározott magvaknál. A csávázatlan magvak nem mutatnak antibakteriális sajáttságot.

A Sterogenol tehát beszáradt állapotban hosszú időn keresztül megtartja aktivitását, s vízfelvétel esetén hatását teljes mértékben képes újra kifejteni. A Sterogenol a kiváló csávázószer tulajdonságaival rendelkezik: mikrobaellenes hatása erős, amellet a magvakat károsító leggyengébb, és a legkisebb, még biztosan fertőtlenítő dózis igen távol esnek egymástól. 10 perces csávázásnál a magvakon megtapadt baktériumokat 1 : 7000 hígítás /0,014 %/ még biztosan pusztítja, a növény fejlődését viszont csak 1 : 100 hígításu /1 %/ oldat gátolja. A hatásfok tehát a nemzetközileg elfogadott egyenlet szerint:

$$K = \frac{\text{dosis antiseptica}}{\text{dosis tolerata}} = \frac{0,014}{0,5} = 0,028$$

Más magvak és más kórokozó baktérium-fajok esetén a leírt vizsgálati adatokhoz közel azonos, vagy pedig kedvezőbb eredmények jelentkeztek.

Lényeges sajáttsága, hogy egyesíti a nedves és a porcsávázás előnyeit: nemcsak csávázáskor pusztítja a

kórokozókat, hanem - a mag felületén filmet képező és a maghéjba beszívódott, majd a talajba részben kidiffundáló anyag - a csirázó mag körül kémiai védőzónát képez.

B E F E J E Z É S

Az első, jelentéktelennek látszó megfigyeléstől az elemző vizsgálatokon át a széles területű gyakorlati alkalmazhatóságig megkíséreltem ismertetni a kérdést. Jól tudom, számos vonatkozásban szükség lesz újabb, elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt érdekes és lényeges, a kérdést ismételten továbbvivő vizsgálatokra. Minden reményünk meg lehet arra, hogy az újabb vizsgálatok is sikerre vezetnek.

+ + +

Végezetül ezuton is hálásan megköszönöm Dr.Szalai István docensnek a Növényélettani Intézet vezetőjének tanácsait, bírálatait, mindenkori szives segítőkészséget s a rendelkezéseimre bocsájtott anyagi javakat; ugy-szintén Dr.Greguss Pál professzornak, a Növényteni Intézet vezetőjének erkölcsi és anyagi támogatását, különösen a Füvészkert értékes maggyűjteményének szabad használatát, melyekkel munkám éveken át igen lényegesen elősegítették.

ÖSSZEFOGLALÁS

1. Az a tény, hogy egyes növényfajok magvai a csirázgató edényekben hosszú idő alatt sem penészednek meg, feltételezhetővé tette, hogy bizonyos fajok magvai antibiotikumokat tartalmazhatnak.

2. Számos gyakorlati fontosságuk tette időszerűvé és szükségessé a kérdés tisztázását. E célból 78 családba tartozó 550 növényfaj és fajta magvának s termésének antibakteriális hatását vizsgáltam meg ágar-diffúziós módszerrel. Tesztbaktériumok voltak: a Gram-pozitív *Bac. cereus* var. *mycoides*, *Bac. megatherium* 208, *Bac. subtilis* var. *panis* és a Gram-negatív *Aerobacter aerogenes*, *Erwinia carotovora* és *Xanthomonas malvacearum*.

3. A megvizsgált magvak 52 esetben pozitív eredményt adtak. A kidiffundáló hatóanyagok legtöbb esetben szelktivek: a Gram-pozitív mikroorganizmusok szaporodását gátolják.

4. Az antibakteriális vegyületek családonkénti eloszlásában nem találunk szigorú összefüggéseket.

5. E hatóanyagok a mag-, illetve a terméshéjban lokalizálódnak. Kivétel e megállapítás alól a *Fraxinus* magvak inhibitora, mely az embriót közvetlenül körülvevő mucinosus rétegben helyezkedik el. Minden valószínűség szerint ez a vegyület idézi elő a magvak u.n. elfekvését is.

6. A magvak antibiotikumai jelentősen gátolják egyes human-pathogen baktérium-fajok szaporodását is.

7. Az első, *Kniphofia* magvakból izolált és identifikált "maghéj-antibiotikum" - 4,5-dihydroxy-antrachinon-2-carbonsav - jelentős aktivitású: egyes baktériumok szá-

porodását már 10 γ /ml koncentrációban teljes mértékben gátolja. Ugyanakkor e vegyület az *Amaranthus albus* csiránövények gyökerének növekedését - az egyik legérzékenyebb növekedési tesztet - sem késlelteti. Remény lehet tehát a Kniphofia-antibiotikum kemoterápiás ágensként való felhasználására a növényvédelemben.

8. Egy új, hazai előállítású antibacteriális vegyülettel, a Sterogenol-lal /cetyl-piridinium-bromid/ csávázás útján létre lehet hozni ugyanazt a védő-rendszert, melyet a természet kialakított.

I R O D A L O M

1. Anderson, A.B., Gripenberg, J. 1948. Antibiotic substances from the heart wood of *Thuja plicata* D.Don. IV. The constitution of B- thujaplicin *Acta. Chem. Scand.*, 2: 644-650.
2. Atkinson, N. 1946. Antibacterial activity in members of native Australian flora. *Nature*, 158: 876.
3. Azarowicz, E., Hughes, J., Perkins, C. 1952. Antibiotics in plants of Southern California active against *Mycobacterium tuberculosis* 607 and *Aspergillus niger*. *Antibiotics and Chemotherapy* 2: 532.
4. Bhat, J.V., Mehta, S., George, M. 1952. Studies on indian medicinal plants. I. An antibacterial substance from fruit of *Thespesia populnea* Soland. *J.Univ.Bombay*, XXI: 15-20.
5. Bishop, C.J., R.E. Macdonald 1951. A survey of higher plants for antibacterial substances. *Canad. Jour. Bot.* 29: 260-269.
6. Boas, F. 1949. *Dynamische Botanik*. Hensner Verlag, München.
7. Boross, L. 1957. A *Kniphofia* fajok magvának antibakteriális hatóanyaga. *Kézirat*.
8. Brooker, R., Bhat, J.V. 1954. Studies on the anticholeric activity of *Sideroxylon tomentosum* Roxb. *Antibiotics et Chemoterapy*, 4: 296-299.

9. Broker, R., Bhat, J.V. 1954. Anticholeric substance associated with *Sideroxylon tomentosum* Roxb. J.Univ. Bombay, XXII: 71-72.
10. Bublitz, W. 1954. Über keimhemmende und antibakterielle Substanzen im Bodenwasser der Fischenstreu. Naturw., 41: 502-503.
11. Carlson, H.J., Bissel, H.D., Mueller, M.G. 1946. Antimalarial and antibacterial substances separated from higher plants. J. Bact., 52: 155.
12. Carlson, H.J., Douglas, H.G., Robertson, J. 1948. Antibacterial substances separated from plants. J. Bact. 55: 241.
13. Coleman, R.J., Nord, F.F. 1952. On the mechanism of enzyme action. XIII. The effect of acetate on fat formation in *Fusarium lini* Bolley and influence of added naphthoquinones. Arch. Biochem. Biophys., 38: 385-396.
14. Crocker, W., Barton, L.V. 1953. Physiology of Seeds. Chronica Botanica. Waltham, USA.
15. Culpepper, W.L., Ableson, M. 1921. Chaulmoogra oil in the treatment of tuberculosis. J. Lab. Clin. Med., 6: 415-419.

16. Del Vecchio, V., Argenziano, R. 1946. Benzo e naftochinoni un gruppo di agenti antibiotici naturali. *Igiene et Sanita Publica*, 2: 704-738.
17. Del Vecchio, G. 1948. Accion antibiotica de las quinonas contra las brucelas. *Farmalecta*, 2: 363-371.
18. Del Vecchio, G. 1948. Chinoni e brucelle: L' "Antibrucellina", antibiotico sintetico ad azione elettiva contro le brucelle. *Igiene et Sanita Publica*, 4: 211-213.
19. Del Vecchio, G., Del Vecchio, V., Napoli, A., Carratu, G., Biondi, G. 1951. Nuova terapia e profilassi delle brucellosi co derivati chinonici. *Atti del XIII Congresso d'Igiene*, San Remo 1949.
20. Dubos, R.J. 1946. Inhibition of bacterial growth by auxins. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 63: 317-318.
21. Dubrova, G.V. 1952. Dejsztvie fitonciov nekotoryh rasztenij na plesznevyie gribu. *Fitoncidi*, 15-20. Akad. Med. Nauk SzSzSzR, Moszkva.
22. Erdtman, H., Gripenberg, J. 1948. Antibiotic substances from the heart wood of *Thuja plicata*. *D. Don. Nature*, 161:719.
23. Erdtman, H., Gripenberg, J. 1948. Antibiotic substances from the heart wood of *Thuja plicata* D. Don. II. The constitution of γ -thujaplicin. *Acta Chem. Scand.*, 2:625-638.

24. Evenari, M. 1949. Germination inhibitors, Bot. Rev., 15: 153-194.
25. Ferenczy, L. 1955. The dormancy and germination of seeds of the *Fraxinus excelsior* L. Acta Biol. Szeged, 1: 17-24.
26. Ferenczy, L. 1956. Quaternár ammoniumvegyület baktériumellenes magsávázásra. Növényterm., 5: 177-184.
27. Ferenczy, L. 1956. Antibacteriális anyagok száritott növényekben. Kézirat.
28. Fitzpatrick, F.K. 1954. Plant substances active against *Mycobacterium tuberculosis*. Antibiot. et Chemoterapy, 4: 528-536.
29. Frenyó, V. 1949. Csirázást serkentő és gátló szerek. Agrártud., 1: 164-169.
30. Frishbey, A., Roberts, J.M. Jennings, J.C., Gottshall, R.Y., Lucas, E.H. 1953. The occurrence of natibacterial substances in seed plants with special reference to *Mycobacterium tuberculosis*. III. IV. Quart. Bull. Mich. Agr. Expt. Sta., 35: 392-404.
31. Frishbey, A., Gottshall, R.Y., Jennings, J.C., Lucas, E.H. 1954. The occurrence of antibacterial substances in seed plants with special reference to *Mycobacterium tuberculosis*. IV. Quart. Bull. Mich. Agr. Exp. Sta., 36: 477-488.
32. Frishbey, A., Geis, S., Gottshall, R.Y., Lucas, E.H. 1955. The occurence of antibacterial substances in seed plants with special reference to. *Mycobacterium tuberculosis*. VIII. Quart. Bull. Mich. Agr. Exp. Sta., 38: 279-287.

33. Funaoka, K. Growth-regulating activity of certain heartwood-pigments against wood - rotting fungi. Különlenyomat.
34. Gottshall, R.Y., Lucas, E.H. Lickefeldt, A., Roberts, J.M. 1949. The occurrence of antibacterial substances active against *Mycobacterium tuberculosis* in seed plants. J. Clin. Invest., 28: 920-923.
35. Gottshall, R.Y., Jennings, J.C., Weller, L.E., Redemann, C.T., Lucas, E.H., Sell, H.M. 1950. Antibacterial substances in seed plants active against tubercle bacilli. Am. Rev. Tuberc., 62: 475-479.
36. Gottshall, R.Y., Lucas, E.H., Frisbey, A., Geis, S. 1955. The occurrence of antibacterial substances in seed plants with special reference to *Mycobacterium tuberculosis*. VI. Quart Bull. Mich. Agr. Exp. Sta., 38: 52-59.
37. Gramenickaja, B.G. 1952. O fitoncidiu szvojsztvah nekotoru rasztenij. Fitoncidi, 86-98. Akad. Med. Nauk. SzSzSzR, Moszkva.
38. Gripenberg, J. 1948. Antibiotic substances from the heart wood of *Thuja plicata* D. Don. III. The constitution of α -thujaplicin. Acta. Chem. Scand., 2: 639-643.
39. Hayes, L.E. 1947. Survey of higher plants for presence of antibacterial substances. Bot. Gaz. 108, 408-414.

40. Hetagurova, F.V. 1952. Vlijanie fitoncoidov na fitopatogennüe bakterii. Fitoncoidü, 21-33. Akad. Med. Nauk. SzSzSzR, Moszkva.
41. Horváth, I., Ivánovics, Gy. 1949. Über antibiotische Substanzen der Cruciferae. Experientia, 5: 74.
42. Issekutz, B. 1954. Gyógyszertan. Egészs. Kiadó, Budapest.
43. Ivánovics, Gy., Horváth, I. 1947. Raphanin, an antibiotal principle of the radish / Raphanus sativus /. Nature, 160:297.
44. Kanoda, H.E. 1952. O fitoncoidnüh szvojsztvah nekotorüh pactenij Turkemenszkoj SzSzSzR. Fitoncoidü, 114-118. Akad. Med. Nauk, SzSzSzR, Moszkva.
45. Klosa, J. 1952. Antibiotika. Verlag Technik, Berlin.
46. Köhler, H. 1954. Biologische Arbeitsmethoden der Antibiotikaforschung. Nachr. Deutsch. Pflschutzdienst, 8: 1-9.
47. Kruglova, V.M. 1952. O fitoncoidah vodnüh rasztenij. Fitoncoidü, 138-144. Akad. Med. Nauk SzSzSzR, Moszkva.
48. Lewis, J.C., Alderton, G., Carson, J.F., Reynolds, D.M., MacLay, W.D. 1949. Lupulon and humulon - antibiotic constituents of hops. J. Clin. Invest., 28:916-919.
49. Lissner, H.H. 1923. Chaulmoogra oil esters. in the treatment of pulmonary tuberculosis. Am. Rev. Tuberc., 7: 257-263.

50. Little, J.E., and Grubaugh, K.K. 1946.
Antibiotic activity of some crude plant
juices. J. Bact., 52:587.
51. Little, J.E., Sproston, T.J., Foote, M. 1948.
Isolation and antifungal action of
naturally occurring 2-methoxy-1,4-naphto-
quinone. J. Biol. Chem., 174: 335-342.
52. Lucas, E.H., and Lewis, R.W., 1944. Antibacterial
substances in organs of higher plants.
Science, 100:597.
53. Lucas, E.H., Lickefeldt, A., Gottshall, R.Y.,
Jennings, J.C. 1951. The occurrence of
antibacterial substances in seed plants
with special reference to Mycobacterium
tuberculosis. Bull. Torr. Bot. Club,
78: 310-321.
54. Lucas, E.H., Gottshall, R.Y. Frisbey, A., Geis,
S. 1955. The occurrence of antibacterial
substances in seed plants with special
reference to Mycobacterium tuberculosis.
VII. Quart. Bull. Micr. Agr. Exp. Sta.,
38: 60-66.
55. Makszimov, N.A. 1948. Kratkij kursz fiziologii
rasztenij. Szeljkozgiz, Moszkva.
56. Maruzella, J.C., Lichtenstein, M.B. 1956.
The in vitro antibacterial activity of
oils. Amer. Pharm. Assoc., XLV: 378-381.
57. Maselli, J.A., Nord, F.F. 1952. On the mechanism
of enzyme action. LI. Effect of naphtoquinones
on carbohydrate - fat conversion in Fusarium
lini Bolley. Arch. Biochem. Biophys.,
39: 406-418.

58. Mehta, S., Bhat, J.V. 1952. Studies on indian medicinal plants. II. Bryophyllin, a new antibacterial substance from the leaves of *Bryophyllum calycium* Salisb. J. Univ. Bombay, XXI: 21-25.
59. Minami, K. 1956. Bactericidal action of oleic acid against *Mycobacterium avium*. Nature, 178: 743.
60. Nékám, L., Polgár, P. 1949. Vitaminok és hormonok hatása patogén gombák és baktériumok növekedésére, különös tekintettel a K-vitaminra. Orv. Het., 16: 500-503.
61. Nékám, L., Polgár, P. 1950. K-vitamin mélygombás bőrfolyamatok gyógykezelésében. Orv. Het., 17: 536-538.
62. Nishida, K., Kondo, T., Funaoka, K. Growth-regulating activity of certain heartwood-pigments on wood-destroying fungi.
63. Novotel'nov, N.V., Ezsoy, I.Sz. 1954. Ob. antibiotičeszkij i antiokiszljetelnij szvojtisztvah zsel'tij pigmentov zerna. Dokl. Akad. Nauk, XCIX: 297-300.
64. Osborn, E.M. 1943. On the occurrence of antibacterial substances in green plants, Brit. J. Expt. Path. 24: 227-231.
65. Pederson, C.S., Fischer, P., 1944. Bactericidal activity of vegetable juice. J. Bact., 47: 421.
66. Sanders, D.W., Weatherwax, P., McClung, L.S. 1945. Antibacterial substances from plants collected in Indiana. J. Bact. 49:611-615.

67. Semjakin, M.M., Hohlov, A.Sz. 1953. Himija antibioticeseszkih vescheszstv. Goszhimizdat, Moszkva-Leningrad.
68. Szegő, M., Schimanek, T. 1953. Feljegyzések a quaternár ammonium fertőtlenítőszeréről. MITE Kiskönyvtár, Budapest.
69. Tokin, B.P. 1951. Fitoncidú. Akad. Med. Nauk. SzSzsR, Moszkva.
70. Uri, J., László I. 1952. Debrecen környéki növények phytoncid tulajdonsága. Kisérlet. Orvostud., 4: 434-435.
- Virtanen, A.I., Hietala, P.K. 1955. An anti-fungi factor in rye seedlings. Suomen Kemist., B 28: 165-166.
72. Virtanen, A.I., Hietala, P.K. 1955. 2/3/-benzoxazolinone, an anti-Fusarium factor in rye seedlings. Acta Chem. Scand., 9: 1543-1544.
73. Virtanen, A.I., Hietala, P.K., Wahlroos, Ö. 1956. An anti-fungal factor in maize and wheat plants. Suomen Kemist., B 29:143.
74. Virtanen, A.I., Hietala, P.K., Wahlroos, Ö. 1956. Additional note on the anti-fungal factor in maize and wheat plants. Suomen Kemist. B. 29:171.
75. Virtanen, A.I., 1956. Investigations on anti-microbial substances formed in cereals and fodder plants and their importance for the resistance of plants to pathogenic fungi. Giorn. Microbiol., 2: 15-32.
76. Virtanen, A.I., Hietala, P.K. Wahlroos, Ö. 1957. Antimicrobial substances in cereals and fodder plants. Arch. Biochem. Biophys., 69: 486-500.

77. Walker, E.L., Sweeney, M.A. 1920. The chemotherapeutics of the chaulmoogra acid series and other fatty acids in leprosy and tuberculosis. J. Infect. Dis. 26: 238-242.
78. Wang, V. 1950. In vitro antibacterial activity of some common Chinese herbs on M. tuberculosis, Chinese M.J. 68: 169.
79. Weiss, S., Fiore, J.V., Nord, F.F. 1949. On the mechanism of enzyme action. XXXVIII. Effect of different naphthoquinones on the fat formation in *Fusarium lini* Bolley. Arch. Biochem., 22: 314-322.
80. Weller, L.E., Redemann, C.T. Gottshall, R.Y., Roberts, J.M., Lucas, E.H., Sell, H.M. 1953. Antibacterial substances in seed plants active against tubercle bacilli. II. The antibacterial principles of *Primula malacoides* and *Buxus sempervirens*. Antibiot. et Chemoterapy, 3: 603-606.
81. Winter, A.G., Willeke, L. 1951. Untersuchungen über Antibiotika aus höheren Pflanzen. II. Naturw., 38: 354.
82. Winter, A.G., Willeke, L. 1951. Untersuchungen über Antibiotika aus höheren Pflanzen. III. Naturw., 38: 457.
83. Winter, A.G., Willeke, L. 1952. Untersuchungen über Antibiotika aus höheren Pflanzen. IV. Naturw., 39: 45-46.



84. Winter, A.G., Willeke, L. 1952. Untersuchungen
über Antibiotika aus höheren Pflanzen.V.
Naturw., 39: 190-191.
85. Winter, A.G., Willeke, L. 1952. Untersuchungen
über Antibiotika aus höheren Pflanzen.VI.
Naturw., 39: 236-237.
86. Winter, A.G., Willeke, L. 1952. Untersuchungen
über Antibiotika aus höheren Pflanzen.
VII. Naturw., 40: 167-168.
87. Winter, A.G., Willeke, L. 1952. Untersuchungen
über Antibiotika aus höheren Pflanzen.
VIII. Naturw., 40: 247-248.
88. Winter, A.G., Hornbostel, M. 1953. Untersuchungen
über Antibiotika aus höheren Pflanzen,
IX. Naturw., 40: 489-490.
89. Winter, A.G., 1954. Untersuchungen über
Antibiotika aus höheren Pflanzen. X.
Naturw., 41: 337-338.
90. Zwergal, A. 1952. Beitrag zur Kenntnis der
Inhaltstoffe des Knoblauchs, *Allium*
sativum L. Pharmazie, VII: 245-256.

