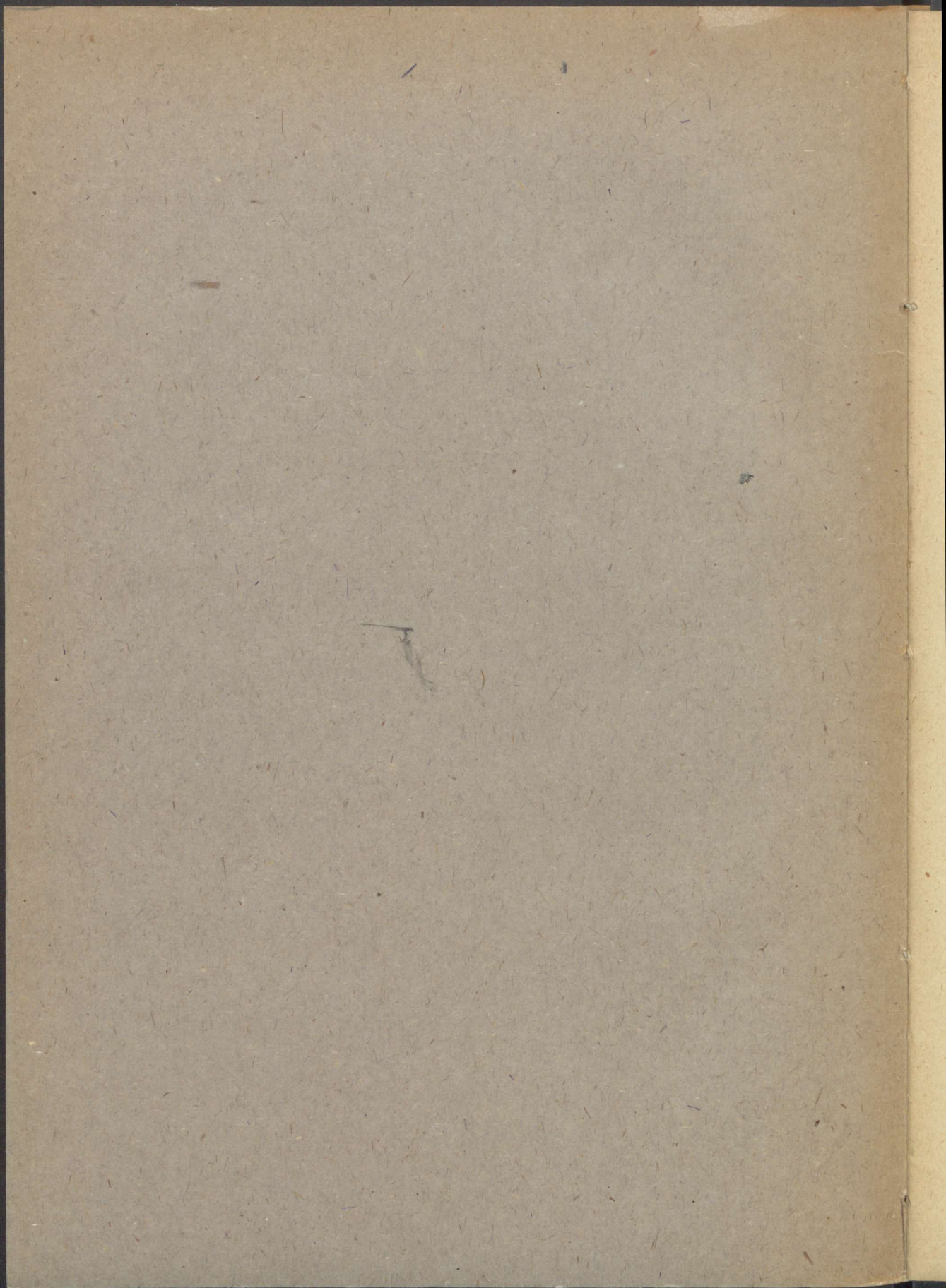


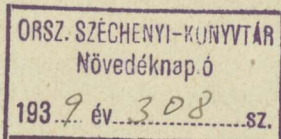
79.450 .







79450



### Gyökérképző anyagok.

Az utóbbi évek folyamán a növénytanban is egyre nagyobb érdeklődés mutatkozott a hormonok iránt, amelyek ismerete az állati és az emberi élettanban fontos szerephez jutott. A növényi hormonok ismerete lassabban fejlődött, s csak akkor lendült fel, amikor sikerült a zab csírahüvelyének fényérzékenységevel összefüggő növekedési mozgását a növesztő hormonnal, az auxinnal megmagyarázni, s később a növesztőt a csírahüvelyből kivonni és vegyileg is meghatározni.

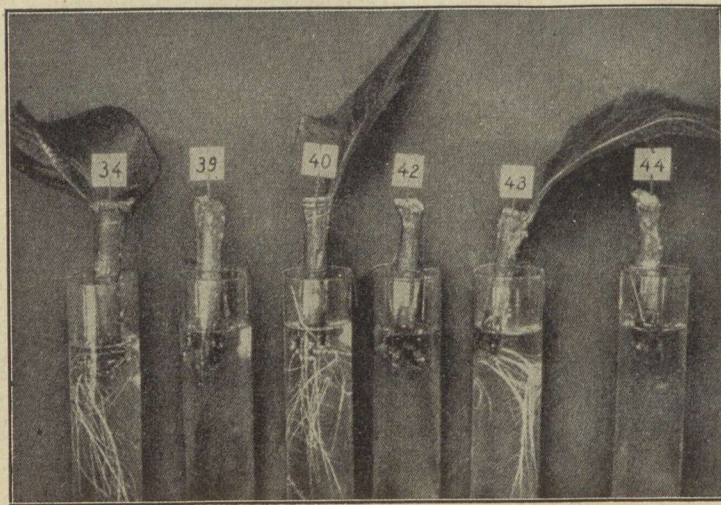
A növényi hormonok közt újabban a leginkább feltűntek a gyökérképzők. A rájuk vonatkozó ismereteket WENTnek köszönhetjük, aki a növesztők kutatásában is nagy lépésekkel vitte előre tudásunkat. Gyakorlati körökben régóta közismert tény, hogy a dugványokon a gyökérképződés nem, vagy csak nagyon kevésbé függ a szárban tartalékkolt anyagoktól, hanem a növények különleges faji tulajdonsága. Pl. a fűz, nyár, ribiszke, szőlő dugványa nagyon könnyen hajt gyökeret, ellenben a bükké, tölgyé és kőrisé nem. LENK kimutatta, hogy a könnyen gyökerező fák dugványának gyökérképződését megakadályozhatjuk, ha a dugványról levagdossuk a rügyeket. A rügyeitől megfosztott fűz-, nyár- vagy szőlődugvány vagy általában nem ver gyökeret, vagy alig valahányat. WENT ezen az alapon folytatta a kérdés vizsgálatát, s feltételezve, hogy a levelekben van valamely anyag, amely a gyökérképződést megindítja, a rügyeitől megfosztott dugványra levelet oltott, s erre valóban nyomban megindult a dugványon a gyökérképződés.

WENT ehhez a kísérletéhez a kutyatejfélék családjába tartozó árvacsalánfa (*Acalypha*) dugványát használta. A kereken 300 fajt számláló forróövi növény-nemzetséget nálunk az üvegházakban többnyire a piros, lecsüngő virágzatáért tartott *Acalypha hispida* képviseli. Az árvacsalánfa dugvánnyal könnyen szaporítható. WENT leveleitől megfosztott dugványokat alsó felükkel vízbe dugva igyekezett gyökérképződésre serkenteni, de az árvacsalánfa megcsónkított dugványai nem hajtottak gyökeret. Erre a dugványok felső végére a növény kifejtett leveleit oltotta, egy dugványra egy levelet, s azok a dugványok, amelyek így levélhez jutottak, csakhamar gazdagon hajtották a járulékos gyökereket a vízbe érő alsó felükön. (1. kép.)



Ebből a kísérletből azt kell következtetni, hogy a gyökérképződéshez különleges anyag szükséges, amely a levélben keletkezik. WENT kimutatta, hogy a gyökérképző anyag más növényi részekben is megtalálható, így pl. a rizsmalátában, s akkor is megindítja a gyökérképződést, ha agárban oldva juttatjuk a rügyétől megfosztott dugvány szabaddá tett háncsszövetére. Hasonló eredményekre jutott BOUILLENNE a kerti nenyúljozzám (*Impatiens balsamina*) vizsgálatában. WENT és BOUILLENNE az egyelőre ismeretlen anyagot gyökérképzőnek, rhizokalinak nevezte el. Az erjesztőktől különbözik, mert a hő nem ronsolja el és aránylag kicsinyek a molekulái, az ultraszűrőn átjutnak.

WENT feltételezi, hogy a gyökérképző anyag csak kifejlődött levélben keletkezik, a fiatal levélben és a csíralevélben csak raktározva fordul elő.



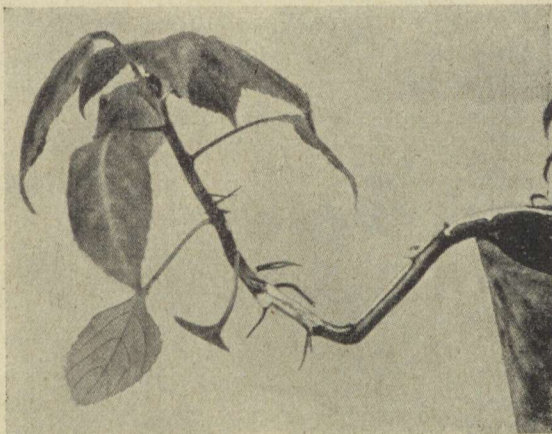
1. kép. Árvacsalánfa (*Acelypha*) dugványai: a 39, 42 és 44 számú levéltelen s nem hajt gyökeret, a 34, 40 és 43 számú példányokon oltott levél s ezeken gazdag gyökérképződés. (WENT nyomán.)

A levelekből a rhizokalin a szárba vándorol, s ott mindig a tő felé halad. A szárbán a vándorlás helye a hánccs, míg a hánccsban a többi szerves anyag mindkét irányban mozoghat, a gyökérképző csak a tő felé. Ebben találja WENT a növényi szár ismert kétsúcsúságának, polaritásának magyarázatát. A rügyben és a magban bizonyos mennyiségű gyökérképző raktározódik, s csírázáskor ez indítja meg a gyökérképződést. A szárbán csak átmenetileg található, de ha a szárat meggyűrűzzük, a gyűrűzés fölött meggyűl és gyökérképződést okoz. Ősszel a lombhullás után nagyobb mennyiségben található a gyökérképző a szárbán, mint máskor, idővel azonban a szárból eltűnik, s a tavaszi hajtásban hiába keressük.

WENT és BOUILLENNE eleinte egységes anyagnak tekintette a rhizokalint, az újabb vizsgálatok azonban tisztázták, hogy gyökérképződést nagyon különböző anyagok indíthatnak, auxinok, heteroauxinok, szerves savak stb. Egyáltalában kétséges, van-e valamely különleges gyökérképző. Az eddigi kísérletek eredményei azt mutatják, hogy nincs külön gyökérképző hormon.



Már WENT és THIMANN vizsgálat tárgyává tette az ismert növesztők, az a-auxin ( $C_{18}H_{32}O_5$ ), a b-auxin ( $C_{18}H_{30}O_4$ ) és a penésznövesztő ( $\beta$ -indolilecetsav) gyökérképző hatását, s kimutatta, hogy a levéltelen borsócsíranövényen gyökérképződést indítanak. Ugyanakkor nagyon érdekes kísérleteket végzett LAIBACH Frankfurtban  $\beta$ -indolilecetsavas kenőccsel. Bekent pl. a jávai sajka (*Coleus*) szárán egyes szárközöket tömény  $\alpha$ -indolilecetsavas kenőccsel, s már hat nap múlva láthatók lettek a bekent helyen vagy közelében a járulékos gyökök. Hasonló eredménnyel végezte kísérleteit a szobai nebántsvirágon (*Impatiens sultani*) SCHLENKER és MITTMANN. Mint a 2. képen látható, először a szár alsó részén egyenes vonalban húzták végig a szintetikus  $\beta$ -indolilecetsavas kenőcsöt, amely itt sejtnyúlással túlnövekedést okozott, s így a szár az ellenkező

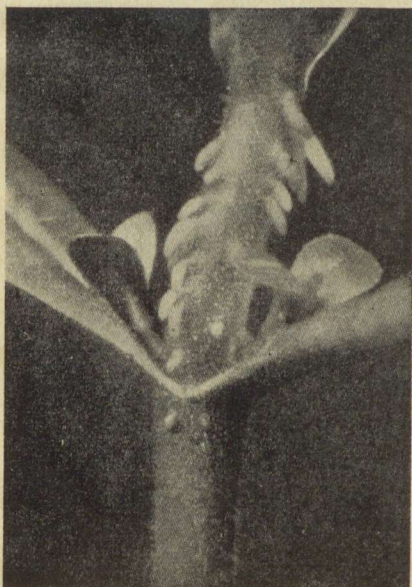


2. kép. Növesztős kenőcs hatására a szobai nebántsvirág (*Impatiens sultani*) szárán keletkezett járulékos gyökök. (SCHLENKER és MITTMANN nyomán.)

oldalra lehajlott. Ezután a szár közepén két helyen gyűrűalakban kenték fel a kenőcsöt, mire a szár újra felfelé hajlott, de ugyanakkor a kenőcsgyűrűk helyén járulékos gyökök képződtek.

Legújabban PFAHLER kimutatta, hogy a heteroauxin akkor is gyökérképződést indít meg, ha a hajtás csúcsára juttatjuk. Kísérleti növénynek a szőrös fűzikét (*Epilobium hirsutum*) választotta, s a  $\beta$ -indolilecetsavat ezerszeres hígításban ecsettel kente a szár csúcsára. Néhány nap múlva a szárcsomók felett gyökérképződés jelei mutatkoztak, és a 13-ik napon nagy számban voltak láthatók a fiatal gyökök (3. kép). Mint ez a kísérlet is bizonyítja, a gyökérképző anyag a szárcsomókon megtorlódik, s ez az oka, hogy a szárcsomók felett képződnek a járulékos gyökök, a szárközökök ellenben nehezebb gyökérképződést indítani.

A növesztőkkel végzett gyökérképző vizsgálatok eredményeiben nagyon érde-

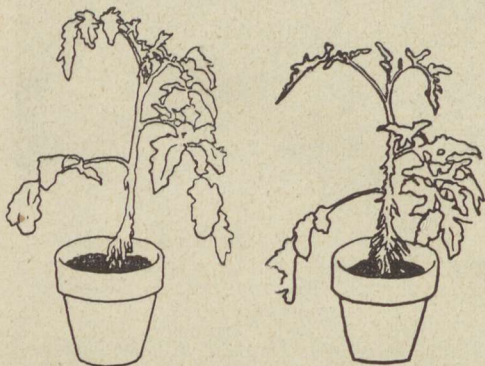


3. kép. Gyökérképződés a szőrös fűzike (*Epilobium hirsutum*) szárcsomói felett. (PFAHLER nyomán.)



kes jelenség, hogy a növesztők általában csak a szárban fejtenek ki növesztő hatást a sejtnyúlás révén, ellenben a gyökerekben gátolják ezt a folyamatot. Gyökérképzés és gyökérnövekedés tehát egymástól független két külön folyamat, s más és más tényezőktől függ. Ha pl. növesztős kenőccsel kenjük be a gyökeret, növekedése csökken, ellenben nagy számban fejleszt gyökérágakat.

Mióta KÖGL megállapította a két auxin vegyi összetételét és azt, hogy a penészekből kivont növesztő, a heteroauxin heterociklikus vegyület, a  $\beta$ -indolilecetsav, a növényi hormonok ismerete nagy mértékben haladt előre, s csakhamar sikerült különböző szerves savak gyökérképző hatását kimutatni. A  $\beta$ -indolilecetsavon kívül hatásosnak mutatkozott a kísérletekben a  $\beta$ -indolilpropionsav,  $\beta$ -indolilvajsav, fahajsav ( $\beta$ -fenilacrilsav), fenilpropionsav, fenilecetsav,  $\alpha$ - és  $\beta$ -naftalinecetsav, fluorénecetsav, antracénecetsav stb.



4. kép. Baloldalt naftalinecetsavval, jobboldalt fenilpropionsavval trágyázott paradicsomnövények; a növekedésben elmaradtak, szárukon járulékos gyökerek képződtek. (HITCHCOCK és ZIMMERMAN nyomán.)

gyapjúzsírral készítették eleinte, később más alapanyagot is felhasználtak. Ugyanígy készíthető a gyökérképzős kenőcs is. A kristályos alakban beszerzett szerves savat előbb néhány csepp 95%-os borszeszben ajánlatos oldani, mert vízben nagyon lassan oldódik.

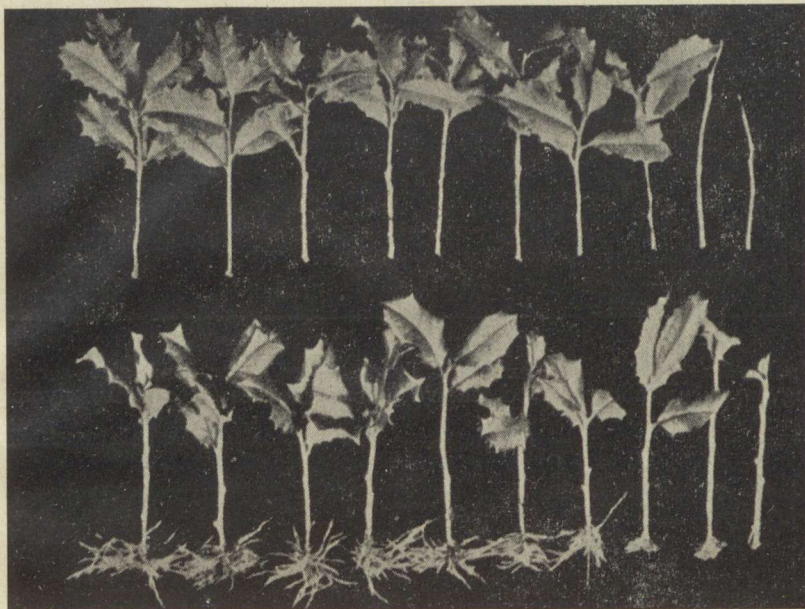
A felsorolt szerves savak gyökérképző hatását a Boyce Thompson intézetben kezdték vizsgálni, s különösen HITCHCOCK és ZIMMERMAN kísérletei tisztázták a kérdést. A vizsgálati eredmények közt különösen érdekes, hogy az  $\alpha$ -naftalinecetsav és a  $\beta$ -indolilvajsav sokkal nagyobb hígításban is megindította a gyökérképződést, mint a penésznövesztő, a  $\beta$ -indolilecetsav. Az is csakhamar kiderült, hogy egyes gyökérképző anyagok hatásában bizonyos eltérések mutatkoztak. Ez a trágyázási kísérletek közben tűnt fel. HITCHCOCK és ZIMMERMAN ugyanis paradicsomon vizsgálták a gyökérképző szerves savak hatását olyan esetben, amikor a gyökérképzőt a talajba juttatták, s a növény a talajból vette fel. Számottevő módon tértek el egymástól a naftalinecetsavval trágyázott példányok a fenilpropionsavval trágyázottaktól. Mindkét esetben járulékos gyökérzet fejlődött a szár alsó részén, de a naftalinecetsavval trágyázott paradicsomnövények járulékos gyökerei függőlegesen lefelé nőttek és sűrűn

A növénybe különböző módon juttathatók el ezek a gyökérképzők is, miként a növesztőket is többféle módon juttathatjuk a szárba vagy a csírahüvelybe. Minthogy ezek a savak készen kaphatók, vizes oldatuk a kívánt hígításban könnyen elkészíthető. Az oldatot a szár csúcsára ecsettel kenjük rá, ha pedig levágott szárral kísérletezünk, a szár alsó felét belemártjuk vagy beleállítjuk az oldatba. A növény minden esetben gyorsan felveszi a gyökérképzőt. Sőt akkor is eljut a növény testébe a gyökérképző, ha a talajt locsoljuk (trágyázzuk) vele. Auxinkenőcsöt tiszta



borítva voltak gyökérszőrökkel, ellenben a fenilpropionsavval trágyázott paradicsomok járulékos gyökerei 45 fokos szögben hajoltak el a szártól és rajtuk kevesebb volt a gyökérszőr (4. kép).

HITCHCOCK és ZIMMERMAN kezdte meg a növesztők és gyökérképzők gyakorlati értékesítését. is. A gyökérképzőknek szerintük a dugványok gyökereztetésében lesz gyakorlati szerepe. Különösen szép eredménnyel végződtek azok a gyökereztető kísérleteik, amelyeket az amerikai ilexszel (*Ilex opaca*) és a lándzsás tiszafával (*Taxus cuspidata*) végeztek. Ezeknek az örökzöld fáknek dugványai nem könnyen gyökeresednek, a tiszafát főként magról szapo-



5. kép. Gyökérképződés az amerikai ilex (*Ilex opaca*), az alsó sorban elhelyezett dugványok  $\beta$ -indolilecetsavba mártva (HITCHCOCK és ZIMMERMAN nyomán).

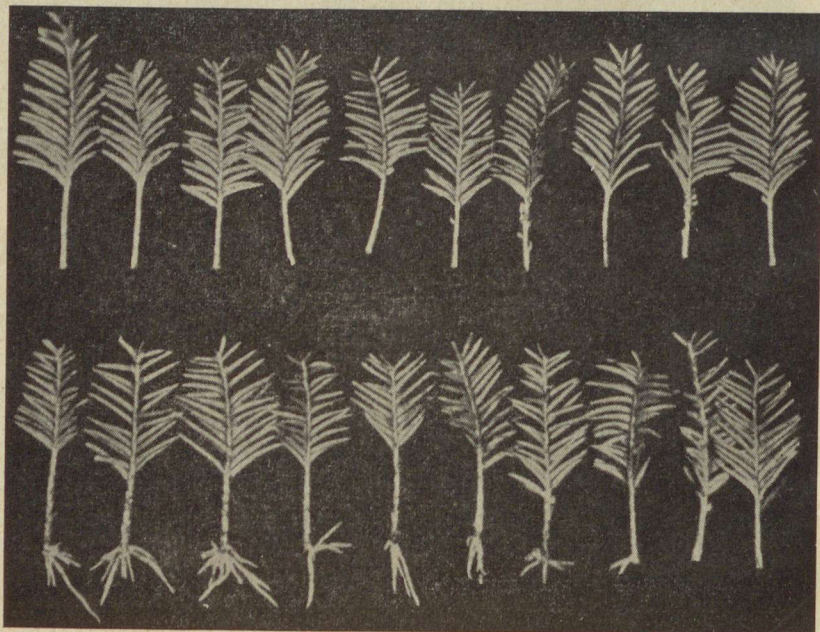
rítják a kertészek. Gyökérképzővel kezelt dugványaik gazdagon fejlesztenek járulékos gyökeret. A vízbe állított dugványok, mint a képeken a felső sorban látjuk, alig mutatják némi jelét a gyökérképződésnek, ugyanakkor, vagyis öt héttel a kísérlet kezdete után a gyökérképző anyaggal kezelt példányok, amelyek az alsó sorban láthatók, többnyire dús gyökérzetet hajtottak.

A gyökérképzők közül erre a célra HITCHCOCK és ZIMMERMAN a  $\beta$ -indolilecetsavat,  $\beta$ -indolilvajszavat,  $\beta$ -indolilpropionsavat és a naftalinecetsavat használta. A dugványokat alsó felülekkel bizonyos időre állították a gyökérképző meghatározott hígítású oldatába, azután tőzegkorpával kevert homokba dugták. Az amerikai ilex dugványa az egyik kísérlet esetében (5. kép) 54 óráig állott a  $\beta$ -indolilecetsav oldatában (10 milligramm  $\beta$ -indolilecetsav 100 köbcentiméter vízre). Ugyanennek a fának más dugványai 96 órán át naftalinecetsavban (2 milligramm 100 köbcentiméter vízre) állottak. Mint a 6. kép mutatja, ebben





6. kép. Gyökérképződés az amerikai ilexen (*Ilex opaca*), az alsó sorban levő dugványok naftalincetsavba mártva (HITCHCOCK és ZIMMERMAN nyomán).



7. kép. Gyökérképződés a lándzsás tiszafán (*Taxus cuspidata*), az alsó sorban levő dugványok naftalincetsavba mártva (HITCHCOCK és ZIMMERMAN nyomán).



az esetben különösen gazdag volt a gyökérképződés. A tiszafa dugványai 24 órán át állottak naftalinecetsavban (4 milligramm 100 köbcentiméter vízre). Ez a fa nehezebben gyökerezik, a kezelés után két hónappal sem hajtottak dugványai annyi gyökeret, mint az ilex-dugványok, miként a 7. képen látjuk.

Kenőcs alakjában is kezelhetjük a dugványokat gyökérképzővel, ebben az esetben azonban, mint LAIBACH kimutatta, fásdugványokon csak akkor mutatkozik kellő mértékben a gyökérképző hatása, ha előbb a kérget lefejtjük. Ilyen módon még az orgonafa (*Syringa vulgaris*) keresztezéseinek dugványai is bizonyos mértékű gyökerezésre indíthatók. LAIBACH kísérletei alapján Németországban az I. G. Farbenindustrie hozott forgalomba egy gyökérképzőt kenőcs alakjában. Merck és La Roche is gyárt gyökérképzőt s kereskedelembe is bocsátja. Azonban a gyökérképzők alkalmazása a gyakorlatban ma még nem tekinthető megoldott kérdésnek. Ismerünk olyan kísérleti eredményeket is, amelyek ellentmondanak gyakorlati alkalmazhatóságuknak, és többen tartózkodó álláspontra helyezkednek. Végleges kép csak akkor alakulhat ki, ha mennél szélesebb körben fognak gyakorlati kertészek is foglalkozni ezzel az érdekes kérdéssel.

Mint az elmondottakból látjuk, a gyökérképzők ismerete az utóbbi években nagyot fejlődött. Elméleti tekintetben ma már kétségtelen, hogy nem minden gyökérképző minősíthető hormonnak. Az eredeti Went-féle kísérletek csak azt bizonyítják, hogy a legsajátlagosabb növényi hormonnak tartott növesztőknek is van gyökérképző hatásuk, azonban más anyagok is lehetnek gyökérképzők. Ezek közül a cikkünkben felsorolt szerves savakat hormonszerű gyökérképző anyagoknak nevezik. De a Boyce Thomson-intézetben kimutatták, hogy gázoknak is van gyökérképző hatása, így az etilénnek, acetilénnek, propilénnek, sőt a szénmonoxidnak is. Ilyen esetben már csak mérgek kis adagjának közismert serkentő hatásáról beszélhetünk.

Dr. Rapaics Raymund.





Kiadásért felelős : Dr. Rapaics Raymund.

---

29.512. — Kir. Magy. Egyetemi Nyomda. Múzeum-körút 6. (F. : Thiering Richárd.)







