

Greguss Pál:

400

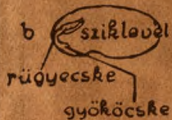
EGYSZERŰ

NÖVÉNYÉLETTANI  
KÍSÉRLET

263 ábrával

1936

Árpád nyomda kiadása  
SZEGED









400  
EGYSZERŰ  
NÖVÉNYÉLETTANI  
KISÉRLET

ÍRTA  
GREGUSS PÁL

263 SZÖVEGKÖZÖTTI ÁBRÁVAL

1936.

ÁRPÁD NYOMDA KÖNYVKIADÓ TERMELŐ, ÉS ÉRTÉKESÍTŐ  
SZÖVETKEZET KIADÁSA,  
SZEGED.

MINDEN JOG FENNTARTVA.

---

ÁRPÁD NYOMDA SZEGED. NYOMDÁÉRT FELEL: SZITTNER JÁNOS.

## ELŐSZÓ.

Már főiskolai tanársegéd koromban — tehát mintegy 15 évvel ezelőtt — érlelődött meg bennem az a szándék, hogy főleg tanárjelöltjeink, de általában a növényekkel foglalkozók számára egy olyan könyvet írjak, amelynek segítségével a röviden leírt növényélettani kísérletek a lehető legegyszerűbb segédeszközökkel is elvégezhetőek legyenek. Ezt a szándékomat a jénai *Detmer* és *Brauner* professzorok mellett végzett egyszerű növényélettani gyakorlataim de különösen az utóbbi évek egészséges pedagógiai áramlata most már végleges elhatározássá érlelte bennem.

A könyv megírásában azonban még más szempontok is irányítottak. A könyvben feltüntetett kísérletek egyrészt részben a debreceni nyári egyetemen, részben szünidei tanfolyamokon, népszerű és tudományos előadásokon és pedig úgy középiskolai, mint polgári iskolai tanárok, valamint a növények élete iránt érdeklődők számára már több ízben előadtam. Az előadások után kartársaim mindannyiszor arra kértek, hogy ezeket a legközönségesebb és főleg virágos növényekkel elvégezhető egyszerű kísérleteket könyv alakjában is jelentsem meg. Hangoztatták azt is, hogy őket elsősorban az ilyen egyszerű, könnyen áttekinthető és olcsó kísérletek érdeklik, mivel ezeket úgy az órán mint az óra előtt könnyű összeállítani, sőt még maguk a tanulók is játszi könnyedséggel elvégezhetik. Megemlítették még azt is, hogy az iskoláknak a drága eszközök beszerzésére pénzük nincsen, de dugó, gumicső, üvegcső és próbacső az még minden iskolában akad.

Eme több oldalú szükséglet és biztatás után határoztam el a könyv megírását. Hozzárult ehhez még az is, hogy növényélettani előadásaimhoz több, teljesen eredeti és igen szemléltető kísérletet magam állítottam össze, ezek soha és sehol nem jelentek még meg, így magam is sajnáltam volna, ha ezek az egyszerű és igen meggyőző kísérletek esetleg veszendőbe mentek volna. Legyen szabad megemlítenem még azt, hogy ezeket a kísérleteket polgári iskolai tanárjelöltjeim külön-külön is elvégzik és csakis ilyen didaktikai



előismeretek birtokában kezdik meg a gyakorlati tanításaikat a gyakorló iskolában.

De könyvem megírásában főleg az a 15 év óta szóval és írásban állandóan hangoztatott hitvallásom is vezetett, hogy a modern biológiai oktatás eredményes csak akkor lehet, ha tanításunkat főleg az egyszerű kísérletezésre és a tanulók aktív tevékenységére alapozzuk. A kísérletező oktatás a külföldi nyugati államokban immár teljesen általánossá vált, nálunk azonban csak az újabb időben kezd rohamosabban tért hódítani. Ma már a mi pedagógusaink is egyértelműen hangoztatják, hogy a pusztá magyarázat egymagában nem elegendő, mert hiszen minden biológiai oktatás sokkal biztosabb alapokon nyugszik akkor, ha a tudatosan megfigyelt életjelenségek törvényszerűségeit a tanulók előtt kísérletekkel is igazolni tudjuk.

De necsak a tanár és tanító kísérletezzék, hanem a tanuló is, mert hiszen az ilyenmő egyszerű élettani kísérletezésnek a tanuló szempontjából is óriási pedagógiai jelentősége van. A tanuló által végzett legegyszerűbb kísérlet a tanulót önálló munkára neveli, türelemre, kitartásra szoktatja, kritikai ítéletét és tárgyilagosságát fejleszti, találékonyságát növeli és a lényeg meglátására neveli. Az ilyen kísérletezéssel tanítjuk meg a tanulót arra, hogy körültekintő legyen, ilyenkor növeljük önbizalmát, munkával szerettetjük meg a munkát, melyre az életben oly nagy szüksége van.

*A tanár azonban ügyeljen arra, hogy a sok kísérletezés a tanítást el ne laposítsa.* A kísérlet mindig csupán a magyarázatot igazolja és támogatja. E tekintetben a tanítás sikerét mindig a tanár és tanító leleményessége biztosítja.

A könyvemben leírt kísérletek sikerének alapfeltétele a pontosság. Fontos továbbá az is, hogy a dugók jól zárjanak. Éppen ezért, ha biztos sikert akarunk, úgy *a kísérletekhez feltétlen gumidugót használjunk.* Némelyik kísérletünket egyfúratú, másokat meg kétfúratú gumidugóval végezzük. A vastagabb, 1 cm átmérjő üvegcső kb. 15—20 cm hosszú, míg a dugókba szorosan beilleszthető vékonyabb üvegcső 25—30 cm hosszú és 5—6 mm átmérőjű legyen. A normális próbacsövek közül a vastagabb falúak jobban megfelelnek, mert ezek nem repednek el olyan könnyen, ha a dugót beléjük erősítjük. Némelyik kísérletünkhöz 2 cm (belső) átmérőjű és vastagfalú próbacsövet használunk, míg a dugók fúratának elzárásakor a fúratba rövid üvegbotot szorítunk. Legyen szabad e helyütt szívó és nyomó üvegpumpámra a figyelmet felhívnom,

(89. ábra.) amellyel számos, igen szemléletes és meggyőző kísérletet végezhetünk. Ez a csekély felszerelés — amint a kísérletekből is kitűnik — teljesen elegendő arra, hogy a növényi életjelenségekre vonatkozó kísérletek nagy részét elvégezhessük.

A kísérletek érthetőségét a rövid leírások mellett nagyban elősegíti a szöveg közé nyomott 263 rajz. A rajzok legnagyobb része szintén teljesen eredeti. A 263 rajzból mintegy 200-at *Mihályffy Lenke* okl. polg. isk. tanár, főiskolai növényteni gyakornok a beállított kísérletek alapján rajzolt nagy lelkiismeretességgel. Gondos munkájáért ezúttal is őszinte köszönetemet fejezem ki. A többi rajzot részint magam rajzoltam és *A növények csodálatos élete* és *Bevezetés az öröklés tanba* c. könyveimből vettem át.

A könyv megírásakor úgy a hazai, mint a külföld hasonló célú és irányú irodalmát is áttanulmányoztam (l. 140. lap) és azokból néhány kísérlet leírását csekély változtatással átvettem, vagy pedig teljesen leegyszerűsítve és a mi pedagógiai céljainknak megfelelően módosítottam.

Főlétsleges hangsúlyoznom, hogy könyvem nemcsak közép és polgári iskolai tanárok, tanárjelöltek és tanítók használhatják, de haszonnal forgathatják a gazdasági és kertészeti akadémiák hallgatói, középiskolák és tanítóképzők, valamint gazdasági és kertészeti középiskolák növendékei, a népművelési előadások tartói, továbbá mindazok, akik a növények csodálatos életének titkai iránt szívesen érdeklődnek.

És végül köszönetet mondok a szegedi *Árpád-nyomda* vezetésének, hogy könyvem kiadását lehetővé tette.

Szeged, 1936. január hó 18-án.

*A szerző.*

## TARTALOM

Bevezetés	— — — — — — — — —	3. lap
Tartalomjegyzék	— — — — — — — — —	6. „
I. Fejezet.	<p><b>Biokémiai kísérletek.</b> A növény testében víz van. A hamualkotórészek meghatározása. A növényben előforduló fontosabb elemek kimutatása. Szerves vegyületek kimutatása. Szénhidrátok, lignin anyagok, glykozidák, alkaloidák, zsírok, suberin, kutin, fehérjék, cseranyagok, festékanyagok kimutatása. (1—82. kísérlet)</p>	9. lap
II. Fejezet.	<p><b>A termőtalajjal végzett kísérletek.</b> A termőtalaj alkotórészei. A talaj szerkezete. A talaj szellőző képessége, levegőtartalma, vízáteresztő, vízmegtartó, vízszívó képessége, felmelegedése, táplálékmegkötő képessége. (83—94. (12) kísérlet)</p>	27. lap
III. Fejezet.	<p><b>A növények tápláló anyagai.</b> A talaj vizében oldott tápláló sók vannak. Különbéféle tápoldatok. Levegőben, vízben széndioxid van. A széndioxid szükségessége. (95—105. (11) kísérlet)</p>	35. lap
IV. Fejezet.	<p><b>A táplálék felvételével kapcsolatos fizikai jelenségek.</b> Az ozmózisra, plazmolízisre, turgescenciára vonatkozó kísérletek. (106—121. (16) kísérlet)</p>	40. lap
V. Fejezet.	<p><b>Csíráztatási kísérletek.</b> A dagadás feszítő ereje. A csírázás folyamata. A csírázáshoz (oxigén) levegő kell. A fény, meleg hatása a csírázásra. A csírázáskor anyag használdik el. (122—157. (36) kísérlet)</p>	45. lap
VI. Fejezet.	<p><b>A tápláló anyagok felvétele.</b> A gyökérszőők szerkezete és munkája. Hol történik a táplálékfelvétel?</p>	

A gyökérzet és a talaj közötti összefüggés. (158—172. (15) kísérlet) — — — — — 56. lap

VII. Fejezet. **A nyers tápláló anyagok elvezetése.** A gyökérnyomás. Hol vezetődik a nyers táplálék. A fás rész szerepe a táplálék elvezetésében. Negatív nyomás (173—187. (15) kísérlet) — — — — — 60. lap

VIII. Fejezet. **A növények párolgása.** A párolgás fizikai folyamat. A párolgás szívó hatása. A párolgás mennyisége. Hol történik a párolgás. A levegőnyílások szerepe a párolgásban. (188—215. (28) kísérlet) — — — — —

IX. Fejezet. **Az asszimiláció.** A klorofill testecskék és a klorofill festék tulajdonságai. A klorofill képződéséhez fény szükséges. Fény szerepe az asszimilálásban. A levelek fényfelfogó szervei. A különböző fénysugarak hatásai az asszimilációra. Az asszimiláció jelensége és lefolyása. Az asszimiláció feltételei. Az asszimiláció eredménye. Az asszimilációs keményítő átalakulása. (216—263. (48) kísérlet) — — — — — 74. lap

X. Fejezet. **A szerves anyagok vándorlása és felhalmozódása.** Hol történik a szerves anyagok átalakulása, eltávoztása és felhalmozódása? Tartaléktáplálóanyagok. (261—272. (9) kísérlet) — — — — — 91. lap

XI. Fejezet. **A lélekezés.** A növény teste gázoktól átjárható. Hol jut be a levegő a növény belsejébe. Lenticellák szerepe. Lélekezéskor  $\text{CO}_2$  és meleg fejlődik. Lélekezéskor súlycsökkenés következik be. Intramolekuláris lélekezés. Az erjedés. Az intramolekuláris lélekezéskor alkohol,  $\text{CO}_2$  és meleg keletkezik. (273—297. (25.) kísérlet.) — — — — — 93. lap

XII. Fejezet. **A növekedés.** A növekedés külső feltételei. A gyökércsúcs és a szár csúcs növekedése. A szár vastagságbeli növekedése. A különböző fénysugarak és a hőmérséklet hatása a szár, levél és a gyökér növekedésére. A téli pihenésre tért szervek hajtatása. A nehézségi erő hatása a növekedésre. A polaritás. (298—321. (24.) kísérlet.) — — — — — 101. lap

XIII. Fejezet. **A mozgások. Fototropizmus.** (Napraforgás.) Pozitív, negatív és transzverzális fototropizmus. A fototropikus inger kikapcsolása. A fényinger felfogásának

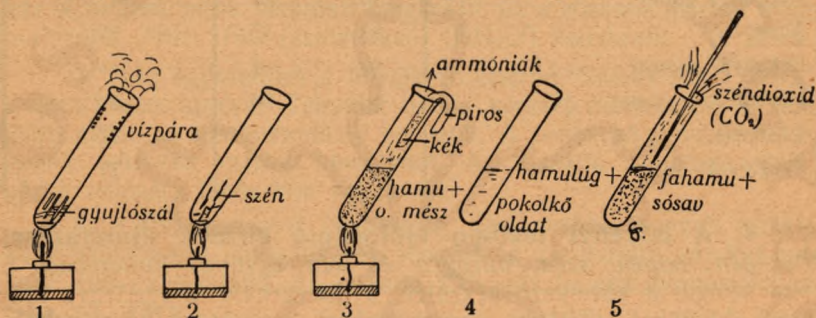
a helye. Kompassz növények ; levélmozaik. *Geotropizmus*. Pozitív és negatív geotropizmus. A nehézségi erő megérzésének szervei és azok elhelyezkedése. A geotropikus inger kiküszöbölése. *Hydrotropizmus*. *Chemotropizmus*. *Thygmotropizmus*. *Nasztikus mozgások*. *Autonom mozgások*. (322—375. (54) kísérlet ) 109. lap

XIV. Fejezet. A **szaporodás**. A virág részei. A ternő és a porzó részei. A megporzás. *Entomophil*, *anemophil* virágok. *Kleisztogamia*. Keresztezési kísérletek. Apogámia. A változékonyság. *Szelekció* Ivaratlan szaporodás. (376—413. (38) kísérlet) -- — — — 129. lap

## BIOKÉMIAI KISÉRLETEK.

## I. Szervetlen vegyületek kimutatása.

1. A növény testében víz van. Zöld növényi részeket száraz próbacsőben melegítünk. Gyengéd melegítés után a próbacső hidegebb részén vízcseppek rakódnak le, amely vízmennyiség csakis a növényi részekből távozhatott el. (1. ábra.)



1. ábra. 2. ábra. 3. ábra. 4. ábra. 5. ábra.

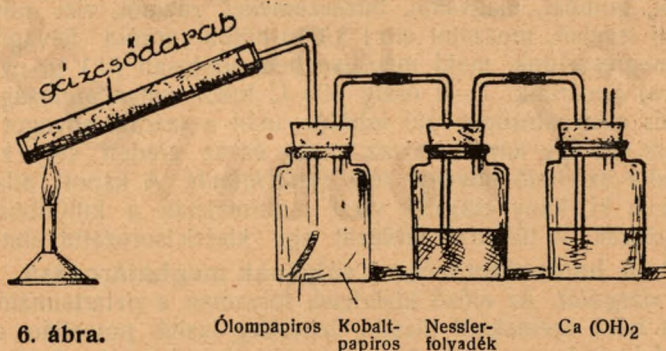
2. A víztartalom megállapítása. Különböző növényi részeket (húsos, pozsgás levelet,) fát, szalmát, gumót, hagymát, gyümölcsöt, gombát, magvakat, búzaszemeket, zuzmót, vízi növények vízalatti leveleit, moszatot stb.) külön-külön apróra felvagdálunk, vagy megreszelünk, majd mérőüvegben pontosan (0,1 gr-nyi pontosságra) lemérünk. 1—2 óráig 105 C fokon sulyállandóságig szárítjuk és exsiccátorban való kihülés után a száraz anyagot ismét lemérjük. Az így kapott száraz anyag és az eredeti súly különbsége adja az illető növényi rész *víztartalmát*. A kapott adatokból számítsuk ki, hány százalék vizet tartalmaznak a különböző növényi részek. A túloldali táblázat egy kísérletsorozatot tüntet fel.

3. A hamualkotórészek súlyának meghatározása. *Quantitativ vizsgálat.* Az előző kísérletek folyamán a víztartalmától megfosztott búza szemekből tűzálló, lehetőleg izzító porcellán csészében mérjük le pontosan 5 gr-t és kis láng felett hevítjük mindaddig, míg a tartalom hamuszínűvé válik. Exsiccátorban való lehűtés után pontosan mérjük le a hamu mennyiséget, amely sulyból a friss, illetőleg száraz anyag hamu mennyiségét pontosan (%) megállapíthatjuk. (I. a táblázatot)

Növény és szerve	Friss állapotban hány % vizet tartal- maz és mennyi a száraz anyaga ?		A száraz anyagnak hány %-a hamu ? (május 12)
Lógesztenye levele (május 5.)	81	29	5
Orgona " "	70	30	4
Fenyő fiatal " "	70	30	2
Fenyőfa (gyújtószál) „	20	80	0.5
Bükkfa (aprófa) „	19	81	0.5
Kukoricaszem „	14	86	2
Szárazbab „	11	89	4.5
Burgonya gumó „	76	24	4
Alma „	83	17	1.5
Békanyál moszat „	92	8	—
Herbáriumi zuzmó „	10	90	8.7
Cigaretta			17
Zsurlószár			27

#### 4. A növényi testben előforduló elemek kimutatása.

*Hidrogén, oxigén, szén, nitrogén és kén* együttes kimutatása. E célra szolgál a következő készülék. 3 jól zárható üvegedényt két-fúratú dugókkal, illetőleg üvegcsövekkel egymással összekötünk. Az elsőhöz kb. 20 cm. hosszú, 1.5 cm. átmérőjű vascső van kapcsolva, amelynek egyik végét vasdugóval zárjuk el. (6. ábra.) A vascsövet buzaszemekkel lazán megtöltjük s Bunzen láng felett he-



6. ábra.

Ólom-papíros Kobalt-papíros Nessler-folyadék Ca(OH)<sub>2</sub>

vítjük. Az első üvegedénybe ólomacetáttal átitatott szűrő papírost és kékre szárított kobalt papírost teszünk, a másodikba *Nessler*-féle folyadékot, a harmadikba mésvizet öntünk. A magvak hevítése következtében azokból gázok távoznak el, A leghamarabb el-

távozó **vízgőz** (**H**, **O**) az első üvegben levő kék kobalt papirost megfehéríti. A gázokban levő **kénvegyületek** az ólompapiros ólomját fekete ólomszulfiddá (**Pb S**) alakítják és így a papiros megbarnul, vagy megfeketedik. Az ammónia (**N H<sub>3</sub>**) gázok a második üvegben levő **Nessler-féle** folyadékkal vörös-barna csapadékot adnak. A harmadik üvegben levő tiszta mésvíz a **széndioxid** (**C O<sub>2</sub>**) hatására megzavarodik. E kísérlet eredménye tehát azt mutatja, hogy a növényi részekben a **Hidrogén, Oxigén, Nitrogén, Carbonium** (szén) és a **Sulfur** (kén) mindig kimutatható.

5. **A szén egyszerű kimutatása.** Növényi részeket próbacsőben erősen hevítünk amire azok *elszenesednek*. (2. ábra.)

6. **A nitrogén egyszerű kimutatása.** Cigarettahamuból és oltozott mézből keverjük pépet és próbacsőben hevítjük. Az elszálló és az istálló szagára emlékeztető gáz fölé tartunk megnedvesített piros lakmuspapirost, vagy sósavba mártott üvegbotot. Az elszálló gáz a nedves piros lakmoszt megkékíti, ill. a sósavba mártott üvegbot körül fehér füst (szalmiáksó) (**NH<sub>4</sub>Cl**) keletkezik. (3. ábra.)

7. Még egyszerűbb a következő kísérlet. Száraz babot, borsót törjük össze apróra. Tegyük belőle keveset próbacsőbe és láng fölött egész az elszenesedésig hevítjük. A próbacső nyílásához tegyük sósavba mártott üvegbotot. Az elszálló ammónia (**NH<sub>3</sub>**) gőzök hatására fehér füst keletkezik.

8. **A CO<sub>2</sub> egyszerű kimutatása.** Próbacsőbe tegyük bükkfa, vagy szilfahamut. Öntsünk rá sósavat és az elszálló gáz fölé tartunk égő gyújtószálat. Az elszálló **CO<sub>2</sub>** gáz az égő gyújtószálat eloltja. (5. ábra.)

9. **Foszfor (P) kimutatása hamuból.** Héjától megtisztított 5–6 ricinus magot mozsárban szétőröszölünk, majd platina lemezen elégetünk, vagy pedig vízben megfőzünk. A szűrethez kevés ammóniummolibdátot, majd híg salétromsavat adunk és utána gyengén melegítjük. A keletkezett sárga színű csapadék az *ammónium-foszformolibdát*. Ugyanezen eljárással a foszfor az akácfa, vagy más fa hamujából is kimutatható.

10. **Klór (Cl) kimutatása.** Cigaretta hamut öntsünk le (klórmentes) híg salétromsavval. Szűrjük meg és a szűrethez adjunk ezüstnitrátot, amire fehér, sűrű *ezüstklorid* (**AgCl**) keletkezik. (4. ábra.)

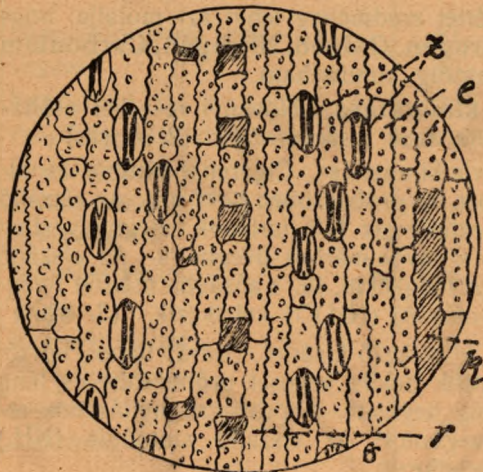
11. **Kén (S) kimutatása.** Fahamut híg sósavval kezelve, a szűrethez kevés báriumkloridot adva, fehér csapadék, *báriumszulfát* (**BaSO<sub>4</sub>**) válik ki.

12. **Szilícium. (SiO<sub>2</sub>) kimutatása.** Kiszáritott szalmaszálból 1 cm-nyit hosszában 4 részre hasítunk. Közülük egyiket platina, vagy rézlemezre, vagy aszbesztlapra tesszük és láng felett vörös izzásig hevítjük. Az elégetés után szürkés hamu marad vissza. A megmaradt hamut óvatosan tárgylemezre helyezük, híg sósavat csepegtünk hozzá, fedőlemezzel lefedjük és mikroszkóp alatt vizsgáljuk. A kova anyaggal átitatott sejtek jellegzetes és gyönyörű alakjukat



még az elégetés után is megtartják. (Qualitativ vizsgálat.) (7. ábra.)

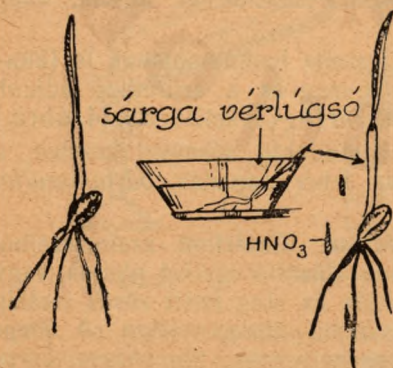
13. **Szilícium (Si) kimutatása.** Gabonaszárat, vagy zsúrlószárat aszbesztlapon hamuvá égetünk, majd a szalmahamut, vagy az idősebb zsúrlószár hamuját híg HCl-ben feloldjuk és megsűrjük. Boraxgyöngyöt készítünk. A forró boraxgyöngyöt a visszamaradt hamuba mártjuk, hogy kevés hamurészecske maradjon rajta. Ha a gyöngyöt most így melegítjük, úgy benne egy kovaváz, a *metafoszfát-üvegben* oldhatatlan *szilíciumdioxid* ( $\text{SiO}_2$ ) tehát *kovasavanhidrid* keletkezik.



7. ábra.

770 és a 761  $\mu\mu$  között, a Ca-é pedig (sárga és zöld) a 619 és az 553  $\mu\mu$ -nál van.

15. **Kálium kimutatása.** Bab növény levelét tartjuk színtelen gázlángba és a lángot kék üvegen át vizsgáljuk. A láng fakó ibolyára színeződik, ami a K. nagymértékű jelenlétét árulja el. Ugyanezt a lángszíneződést látjuk, ha a lángba darabka kálsalétrom kristálykát tartunk.



8. ábra.

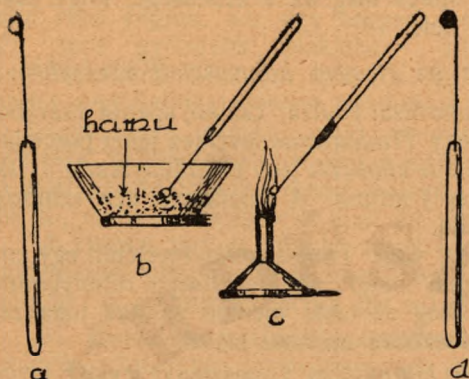
14. **Natrium, Kalium, Calcium, Lithium spektroszkópus kimutatása.** A Na spektruma a közepén (589  $\mu\mu$ -nál) van. Ha cigaretta hamut vizsgáltunk, akkor a lithium (Li) vonala 671  $\mu\mu$ -nál látható, míg a K vonala a

(sárga és zöld) a 619 és

16. **Vas (Fe) kimutatása.** A fahamu vizes szűrétébe híg HCl-t, majd rodánkáliumot öntve: vörös színeződés áll elő.

b) csirázó búza növényke gyökérszörős gyökereit 2%-os sárgavérlúgsó oldatban áztatjuk, utána  $\text{HNO}_3$ -t cseppentve rá, a gyökér megkékül. Mikroszkóp alatt a kék sejtek jól láthatók. (8 ábra.)

17. **Mangán (Mn) kimutatása.** a) vörös fenyő fájából v. akácából hamut állítunk elő. Platinatű (a) végére szóda és salétrom keverékből gyöngyöt



9. ábra.

égetünk. (b) A gyöngyöt a hamuba mártjuk és erősen melegítjük. (c) A gyöngy a keletkezett  $\text{Na}_2\text{MnO}_4$  hatására kékeszöld színű lesz. (d) (9. ábra.)

b) kevés hamut kb. ugyanannyi szódával és salétrommal összekeverünk és az egészet platina tányérkában összeolvasztjuk. Erre a Mn mangátba megy át, amit zöld színről megismerhetünk.

18. **Lithium (Li) kimutatása.** Fiatal babnövényke gyökerét állít 2 %-os *lithiumclorid* oldatba. 24 óra múlva szakítsuk le a levelét és tartsuk a színtelen Bunzenlángba. A K *viola* színe mellett jól látható a Li. sötétpiros színe is.

19. **Kalcium (Ca) kimutatása.** Dohányhamuhoz híg HCl-t adunk és a szűrethez fölös  $\text{NH}_4\text{OH}$ -t és  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ -t öntünk. A keletkezett csapadékot ismét megszűrjük. (A szűretet Mg kimutatására félretesszük!) Majd a szűrőn levő részt ecetsavval feloldjuk és ammóniumoxalátot adunk hozzá. Ettől a jelenlévő Ca, mint kristályos fehér csapadék, **kalcium** oxalát alakjában kiválik. (Ez kvantitatív vizsgálat is!)

20. **Magnézium (Mg) kimutatása.** Cigaretta hamu HCl-es szüredékéhez ammoniumkarbonátot adunk. Ennek csapadékát leszűrjük, a szűretet bepárologatjuk, pár  $\text{cm}^3$   $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ -t adva hozzá fehér kristályos **magnéziumammóniumfoszfát** keletkezik. A csapadék lassan válik ki, néha 12 óra is szükséges, ezért tanácsos a próbacső belső falát egy üvegbottal dörzsölni. Ez kvantitatív reakció is.

21. **Aluminium (Al) kimutatása.** Zsurlók sporophyllumából keresztmetszetet készítünk, tárgylemezere tesszük és a következő oldattal kezeljük: 1 rész 33 %-os  $\text{CsCl}$ +1 rész 39 %-os  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ennek hatására mintegy 90 mikron nagyságú, színtelen, oktaéder alakú, céziumtimsó válik ki ( $\text{Cs}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 24 \text{H}_2\text{O}$ , amely mikroszkóp alatt könnyen felismerhető.

22. **Az élő növény gyökereivel csak bizonyos anyagokat vesz fel.** Csírázó babnövényke gyökerét tegyük próbacsőbe, amelybe előzőleg 2 %-os rézgalic oldatot öntöttünk. 24 óra múlva a levelet lángba tartva nem kapjuk a réz jellemző zöld színét, míg a rézgalic darabka a lángot zöld színűre festi. Ha ellenben a rézgalic oldatba a bab növény *levágott* leveles ágát tesszük, úgy a rézgalic az edénnyalábokon át feljut a levelekbe, ahol most a réz a fenti lángpróbával kimutatható. Ez a kísérlet tehát azt mutatja,

hogy a levágott ágnak már nincs meg az a képessége, hogy csak bizonyos anyagok jusssanak bele.

*Savgyökök kimutatása az el nem hamvasztott növényben.*

23. **Nitrát ( $\text{NO}_3$ ) kimutatása.** Bodza, csalán, spenót szárából metszetet készítünk. Ehhez vagy *Tradescantia* levélhez fehér porcellán lapon néhány csepp difenylamin-kénsavat (0.5 gr. difenylamin + 100 cm. koncentrált  $\text{H}_2\text{SO}_4$  puriss!) adunk. A keletkezett kék színeződés a *nitrát* jelenlétét mutatja.

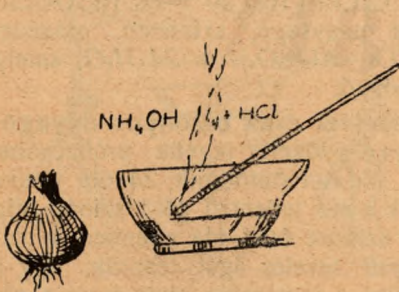
*Sambucus nigra*, *Urtica*, vagy *Tradescantia* leveléből egy  $\text{cm}^2$  darabkát tárgylemezre teszünk, majd néhány csepp difenylamint teszünk hozzá. A nitrátok főleg az erek mentén vannak lokalizálódva, amit a gyors kék színeződés azonnal elárul.

24. **Foszfát gyök ( $\text{PO}_4$ ) kimutatása.** Lógesztenye levelét, levelnyelét vagy a ricinus magvát felvagdossuk és próbacsőben desztillált vízzel, mintegy 5 percig főzzük. A szűretben a foszfátgyök nagy mennyiségben kimutatható. Reagense az u. n. *magnéziummixtura* (100 ccm. konc. magnéziumszulfát + 8  $\text{cm}^3$   $\text{NH}_4\text{Cl}$  cc. és 60  $\text{cm}^3$   $\text{H}_2\text{O}$ ) Az ammóniával gyengén alkalikussá tett szűrethez néhány  $\text{cm}^3$ . mixturát adunk, amire sűrű kristályos *magnéziumammonium-foszfát* csapadék keletkezik.

25. **Ammóniák ( $\text{NH}_3$ ) kimutatása.** Ammónium sókat a különböző könnyezésre ingerlő növények nedveiből is ki lehet mutatni. Könnyen kimutatható a vöröshagyma nedvéből. A hagymát mozsárban összetörjük és a nedvét kisajtoljuk. Az így kapott nedvet 10 %-os KOH-val meglúgosítjuk, esetleg gyengén melegítjük, amire a szabadná vált  $\text{NH}_3$  érezhetővé válik. Tartsunk sósavba mártott üvegbotot a mozsár fölé, amire az elszálló ammóniák a sósavgázzal fehér felhő alakjában *szalmiáksóvá* egyesül. (vörös lakmusz!) (10. ábra.)

## II. Szerves vegyületek kimutatása.

26. **Mannit.** ( $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$ ) A mannit hat vegyértékű alkohol, amely a növényországban gyakran előfordul, így a köris és olajfafélékben, ernyősökben, valamint a magasabb rangú gombákban. — *Kimutatása* —



10. ábra.



11. ábra.

Rügyes orgona ágat vízbe állítunk. Az egyik ág csúcsrügjét hátrántul ketté vágjuk. Kb. egy negyed órai állás után a vágás felületén apró gyöngyök alakjában sűrű folyadék jelenik meg, amely lassankint 1—2 óra múlva a vágási felületet beborítja. Ha a cseppet megízleljük, édesnek találjuk. A cseppet késsel összegyűjtjük, tárgylemezre tesszük, majd abszolút alkohollal egyenletesen elkeverjük, fedőlemezzel beborítjuk és beszáradni hagyjuk. Beszáradás alatt az oldatból a *mannit* túalakú, orthorombos kristályokban válik ki, melyek mikroszkóp alatt jól láthatók. (11. ábra.)

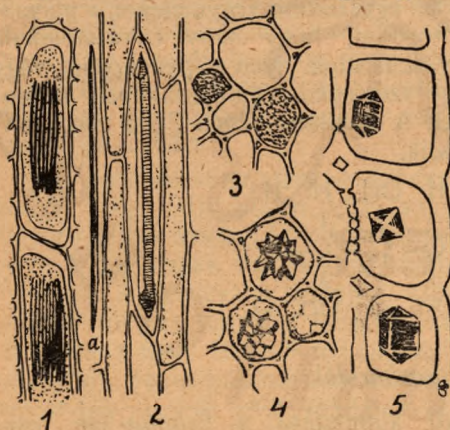
A kísérlet úgy is sikerül, hogy a rügyből kicseppenő nedvet tárgylemezen felfogjuk és Bunsen-láng felett bepárolgatjuk (szublimáljuk). A mannit-kristályok így is jól láthatók.

**27. Borkősav:** ( $C_4H_6O_6$ ) *kimutatása.* A borkősav  $CaCl_2$  oldat feleslegével kristályos csapadékot ad, amely ecetsavban oldódik. Kimutatható a szőlő nedvében vagy a lósóska, vérehulló fecskefü levele szűretében.  $CaCl_2$  oldat hozzáadására rombos alakú  $CaC_4H_4O_6$  kristályok válnak ki, amelyek híg ecetsavban oldódnak. (Ezzel különböztethető meg a kalciumoxaláttól)

**28. Oxálsav kimutatása.** A kalcium sója vízben és ecetsavban oldhatatlan, HCl-ben  $HNO_3$ -ban oldódik. Az oxálsav sója a növényországban igen elterjedt, rendszeren monoklin, tetragonális, vagy szabályos rendszerben kristályosodik, néha oldat alakjában van jelen. Kimutatására a megvizsgálandó növényrészeket pl. *Oxalis*,

vagy *Begonia* szárát homokkal mozsárban összetörjük és hígított HCl-el kivonjuk. A szűretet ammóniumhidroxiddal semlegesítjük, majd  $CaCl_2$ -t és fölös ecetsavat adunk hozzá. Kristályos csapadék keletkezik, amely ecetsavban nem oldódik és amely kalciumoxalát alakban válik ki.

**29. Kalciumoxalát kristályos nyerése.** *Begonia* húsos levélnyeléből hüvelyk és mutató újjunk között egy cseppet tárgylemezre kinyomkodunk. A szűrés



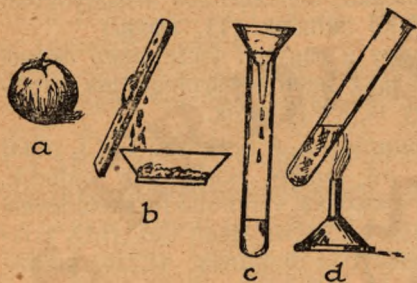
12. ábra.

csepre fedőlemezt teszünk és mikroszkóp alatt vizsgáljuk. A látómezőben apró, magános, vagy buzogányfejhez hasonló kristálycsoportot láthatunk. (A 12. sz. ábrában az 1. sz. rajz túalakú kristályokat (raphidok) ábrázol. 2. Magános kristály a nőszirm tőkéjéből. 3. Kristályhomok. 4. Buzogányalakú kristályok. 5. Oktaéderrel kombinált kristályok.)

**30. Citromsav kimutatása.** Egy citrom kifacsart levét meg-

szűrjük. A szüretrethz  $\text{CaCl}_2$ -t öntünk. Hidegen csapadékot nem kapunk, ebben különbözik az oxál- és borkősavtól. Ellenben, ha előbb a citrát oldatot KOH-val alkalikusá tesszük, a  $\text{CaC}_2$ -tól sárgás csapadék alakjában rögtön kiválik a *tricalciumcitrat*.

31. **Almasav kimutatása.** Az almasavat a  $\text{CaCl}_2$ , sem vizes, sem alkalikus oldatban nem csapja ki. Ebben különbözik az előbbi vegyületektől. Ellenben almasavas mészkristályok válnak ki, ha az oldathoz kétszer annyi 96 %-os alkoholt adunk és gyengén melegítjük. Éretlen alma, paradicsom, varjuháj, agave, *Escheveria* levélnedvét használhatjuk az almasav kimutatására.

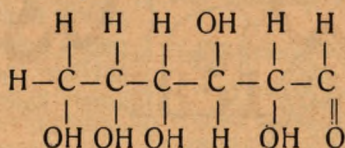


13. ábra.

Az almát megreszeljük, (a, b) nedvét kinyomjuk, szűrjük, (c) és a szürettel végezzük a fenti reakciót (d). (13. ábra.)

### Szénhydrátok.

A szénhydrátok nem egyebek, mint aldehid és keton-alkoholok. Hidrolizissal bomlanak fel egyszerűbb vegyületekre, a polyszcharidok monoszacharidokra. Aszerint, hogy hány cukormolekula van bennük, di, tri, vagy polyszcharidok. Ilyen alapvelügyelet, vagy monoszacharida a glycose, vagy *szőlőcukor*. Tulajdonképpen monoszacharida, aldehid természetű. A szénlánc végén COH van, az O a szénhez két karral kapcsolódik.



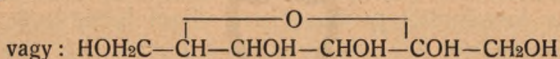
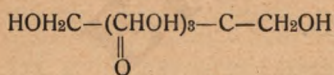
### Monoszacharidok.

32. **A glycose egyszerű kimutatása a Fehling-féle reakcióval történik.** Alkalikus oldatban a Fehling oldat hatására a fúrán gyűrű felbomlik, aktívvá lesz az aldehid csoport és a  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -t redukálja  $\text{Cu}_2\text{O}$ -ra, ez pedig vöröses színű csapadék alakjában válik ki. A glycose tehát redukáló cukor. (A Fehling-oldat következő módon készül: I. 36. gr, legtisztább  $\text{CuSO}_4$ -et fél liter desztillált vízben feloldunk. II. 175. gr. *Seignette* só és 516 gr. NaOH-t 50 c<sup>m</sup>³. desztillált vízben oldunk fel.) A cukor reakció ezzel úgy történik, hogy előbb az első folyadékából öntünk a vizsgálandó folyadékhoz, majd ugyanannyi térfogat mennyiséget a má-

sodikból, utána gyengén melegítjük, mire a  $\text{Cu}_2\text{O}$  rózsaszínű csapadék alakjában kiválik.

**33. Trommel-próba:** A megvizsgálandó anyaghoz előbb nagyon híg  $\text{KOH}$ -t, majd  $\text{CuSO}_4$ -et adunk, a keletkező sötétkék csapadékot láng felett melegítve az a glyose redukáló hatására téglavörösre színeződik.

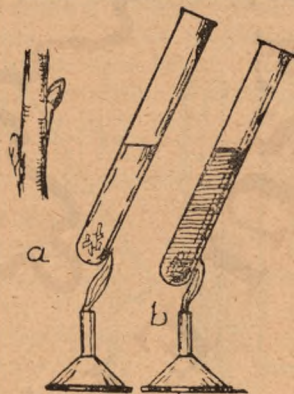
**Fructosét** a következő növényi részekből mutathatunk ki: orgona őszi levelének a főzetéből, sárgarépbából, vöröshagymából, jácint, vagy tulipánhagymából, fagyott burgonyából, vagy az édeses fajtájú almából, szilvából, körtéből, aszalt cseresznyéből, szőlőből, mazsolából, narancsból, stb. A fructose tulajdonképpen ketohexose, melynek szerkezeti képlete:



**34. Kimutatása:** A *Fehling*-oldattal és a *Trommel*-próbával hasonló csapadékot ad, mint a glyose, tehát redukáló cukor. A kettő között mégis van különbség, mert ha a kérdéses cukoroldathoz óvatosan cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -et adunk és ha az érintkezési zóna barna, akkor az oldat fructosét tartalmaz, míg glyose esetén csaknem teljesen szintelen marad. Az erősebb bázisok hatására ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  és  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ) a fructose mindig intenzívebben és gyorsabban sárgára, vagy barnára színeződik.

**35. A cukor kimutatása a fák őszi ágaiból.** Tölgy, szil, platán, bükk, vagy mogyoró ujjnyi vastag őszi ágát késsel apróra felvagdossuk és *Fehling*-oldattal főzzük. A keletkezett vöröses csapadék a fruktose jelenlétét igazolja. Ez a fruktose a fenti fákban felhalmozott keményítő átalakulásából keletkezett.

Ezek a fák ugyanis télire fájukban keményítőt halmoznak fel magukban (keményítő fák), ellenben a fenyők legtöbbször, továbbá a hárs, nyírfa, inkább zsírt raktároznak el. (14. ábra.)



14. ábra.

## Disaccharidok.

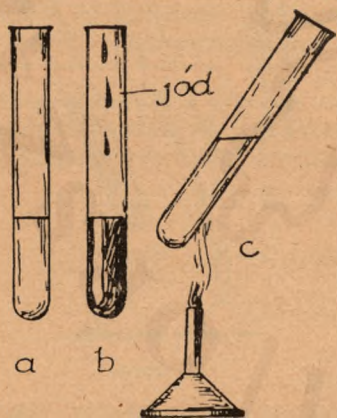
**A nádcukor** (saccharose) ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) egy glyose és egy fructose molekulából van összetéve, amikor is kilép egy molekula  $\text{H}_2\text{O}$ . A nádcukor *Fehling*-oldattal nem ad csapadékot, tehát nem redukáló cukor. Ha egy disaccharidot híg savakkal rövid ideig főzünk, úgy a *H* ion katalikus hatására egy molekula  $\text{H}_2\text{O}$ -t felvesz és

eközben hidrolitikus hasadással invertálódik, tehát a két komponensre felbomlik.

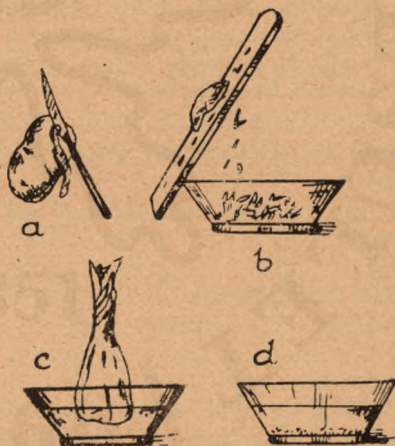
36. 50 ccm és 5 %-os nádcukor oldathoz néhány csepp cc.  $H_2SO_4$ -t adunk és Erlenmeyer üvegben kis láng felett mintegy 5 percig főzzük. Utána a kénsavat  $BaCl_2$ -vel kicsapjuk és a kiváló  $BaSO_4$  csapadékot megsűrjük. A szüredék feléhez Fehling oldatot adunk, amire sárga színű csapadék,  $Cu_2O$  válik ki, amely tehát a monosacchariekre jellemző. A szüret másik felével a kénsavas reakciót végezzük, amire barna szín keletkezik, mely a keton csoport jelenlétét mutatja. A cukor oldatot reszelt cukorrépából is nyerhetjük. 20 gr. pépet 50 ccm. hideg desztillált vízzel kilúgozzuk és a szüreten végezzük el a kísérletet.

### Polisaccharidok.

37. **Keményítő** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> kimutatására legegyszerűbb a jód próba. Kevés keményítőt próbacsőben vízzel felhígítunk, (a) majd igen híg jódkáliumos jód oldatot adunk hozzá. (1 gr. káliumjodid, + 1 gr. jód, + 100 cm.<sup>3</sup> víz) Hatására a keményítő intenzíven megkékül. (b) Óvatosan melegítve a kékszín teljesen eltűnik, (c) kihűléskor azonban a kék szín ismét visszatér. A melegítés 60 fokon felül ne emelkedjék, mert akkor a visszakékülés elmarad (15. ábra.)



15. ábra.



16. ábra.

38. **A keményítő nyérése.** Néhány hámozott burgonyát (a) konyha-reszelőn felreszelünk, (b) vízzel felhígítjuk és egy kendőn keresztül kifacsarjuk. (c) Az átnyomott lében igen sok keményítő szemcse van. Állás után a keményítő szemek az edény aljára ülepednek. Kétszeri mosás és kétszeri iszapolás után egész tiszta keményítőt kapunk, amelyet a levegőn megszáráíthatunk. (c) (16. ábra.)

39. **A keményítő átalakítása szőlőcukorrá.** Falatnyi kenyeret alaposan rágjunk meg, hogy a nyállal bőven keveredjék. A

híg pépet kevés desztillált vízzel felhígítjuk, megsűrjük és a szűrőre Fehling-oldatot adunk, illetőleg a szokásos szőlőcukor reakciót végezzük el. A keletkezett vöröses csapadék a  $\text{Cu}_2\text{O}$ -t mutatja, ami a szőlőcukor jelenlétét árulja el.

40. **Inulin.**  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$  Ez a polisaccharida főleg a fészkesek földalatti gumóiban halmozódik fel. Hidegvízben nehezen, melegvízben könnyen oldódik. A 96%-os alkohol kicsapja. Nyerése: Dahlia gumóit megreszeljük, forró vízzel kissé meghígítjuk, megsűrjük és 96%-os alkoholt adunk hozzá. Hatására az inulin lassan kiválik.

41. **Alkoholos** dáhlia gumóból mikroszkópikus készítményt állítunk elő. Az egyes sejtekben az inulin *sphärit* kristályok jól láthatók. Fehling-oldattal a friss oldat nem ad reakciót. Néhány csepp cc. sósavban való főzés után KOH-van közönbösítjük, amire a  $\text{Cu}_2\text{O}$  csapadék alakjában válik ki.

**Celluloze**  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . A növényi részek sejtfalának anyaga. Igen ellenálló. Híg ásványi savak meg nem bontják, csupán cc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  alakítja át glykozévá. Szerkezeti képlete még nagyon bizonytalan; tiszta állapotban igen ritka.

42. **Reakciói.** Fehér porcellán lapra tegyünk vatta csomócskát. Adjunk hozzá jódkáliumos jóddoldatot, amire a fonalak barnára festődnek. Vízzel mosva a színeződés eltűnik. A jódttól megfestett cellulozét vízelvonó anyaggal keverve a barna szín kékbe, vagy kékes violába megy át. Ha a vatta fonalakat az alábbi keverékben áztatjuk: 1 gr. J + 5 gr. KJ + 330 gr.  $\text{H}_2\text{O}$  és ha 2 percnyi állás után a vattát kifacsarjuk, majd 75%-os  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -t adunk hozzá, úgy a fonalak tekintélyes duzzadás mellett sötétkék színűek lesznek.

43. **A celluloze feloldása** a Schweizer-féle folyadékkal történik. Ezt a következő módon állítjuk elő. Tetszés szerinti töménységű  $\text{CuSO}_4$  oldathoz kevés hígított KOH-t adunk; hatására a  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  kiválik. A csapadékot szűrő papíron kétszer-háromszor desztillált vízzel kimossuk, majd itatósz papír között kinyomkodjuk. A sűrű, szinte száraz pépet lehetőleg kevés, de igen cc. ammóniákkal feloldjuk és megsűrjük. E reagens hatására a gyapot szálak szafaládé fűzrszerűen megduzzadnak és végül feloldódnak. (17. ábra.)



17. ábra.

## Gumianyagok.

44. A sejtfal természetes, vagy pathologikus termékei hidrolitikus hatásra pentozéra és hexozéra hasadnak. Néhány gumiarabicum szemecskét tegyünk vízbe. Rövid idő alatt megduzzadnak és végül teljesen feloldódnak. Gumiarabicum oldathoz adjunk kevés alkoholt, a gumi pelyhek alakjában kicsapódik.



## Lignin anyag.

A celluloze anyag megfásodását a lignin anyagok okozzák. Összetételét ma sem ismerjük teljesen, úgyszintén azt sem, hogy az elfásodott sejtfalban a cellulozéval hogyan van összekapcsolva. Valószínűleg a celluloze micellák részeit, mint kérgező anyag tölti ki.

**45. A lignin anyag kimutatása.** Fehér fenyőfa deszkára, újságpapírosra, vagy gyufaszálra cseppentsünk 1 0/0-os floroglucint, majd ennek beivása után ugyanarra a helyre cc. HCl-t, amire azonnal cseresznyepiros színeződés áll elő.

Próbacsőben 1 cm<sup>3</sup> anilinre 1 cm<sup>3</sup> cc. HCl-t adunk. Az így keletkezett anilinchloridot vízzel 10 cm<sup>3</sup>-re felhígítjuk. Fenyőfa pálcikát tartva bele, a fapálcika rövidesen élénk sárga lesz.

*Klórincinkjód* a megfásodott cellulozét barnára színezi. Mutassuk ki, melyik a famentes papíros.

## Glykozidák.

A glykozidák olyan vegyületek, amelyek cukor és egy nem cukor komponensből vannak összetéve. A nem cukor komponens lehet N és N nélküli alifás és aromatikus vegyület is. Cukor komponens lehet pl.: glykoze, galaktoze és ramnoze. Ilyen glykozida pl. az amygdalin, aesculin, salicin stb.

**46. Amygdalin kimutatása.** (C<sub>20</sub>H<sub>27</sub>NO<sub>11</sub>) Főleg az alma és csonthéjas termések magvaiban fordul elő. 10 szem keserű mandula friss magot mozsárban összetörünk és a lisztet 30 ccm. vízzel felhígítjuk; 12 órai állás után megsűrjünk. A rendszeren zavaros szűretből néhány cm<sup>3</sup>-nyit ugyanannyi vízzel felhígítunk, majd ehhez néhány csepp vasszulfát oldatot adunk, amely előzőleg néhány napig a levegőn állott. Híg NaOH hozzáadására zöldes csapadék keletkezik, amelyben *ferroferrihidroxid* és *berlinikék* van. Melegítsük egy kissé, majd híg HCl-el savanyítsuk meg. Erre a vashidroxid *feloldódik* és az oldat tiszta szép, élénk kék színű lesz, amelyet a változatlan berlini kék színe okoz. Ezzel az aglycon cian csoportját mutattuk ki, amelyet a szűretben szabaddá tett emulsióferment hasított le az amygdalin molekulából.

**47. Aesculin kimutatása.** Lógesztenye fiatal kérgéből mintegy 3 gr.-nyit apróra felvágunk és azt Erlenmeyer üvegben 60 ccm. vízzel 1/4 óráig főzzük, majd megsűrjünk. Az oldat gyönyörű kékes színben fluoreszkál, különösen, ha kissé felhígítjuk, planparallel üvegtábla tesszük és erős ívfényt vetítünk rá. Ha a szűret néhány ccm-jéhez ugyanannyi HNO<sub>3</sub>-at adunk (legjobb a vasat is tartalmazó nyerssav) majd pedig óvatosan cc. ammóniumhidroxidot, úgy melegítésre rövidesen vérpiros színeződés keletkezik.

**48. b) Lógesztenye 1-2 éves hajtásáról a kérget késsel lehánijuk és a napverőre állított pohár vízbe tesszük. A poharat**

lehetőleg széles fekete alapra (papíros, fekete ruha) állítjuk. A kéregben lévő szintelen glykozida (aesculin) néhány másodperc alatt feloldódik és pompás azurkék színben fluoreszkál. Minél erősebb a fény és minél sötétebb a háttér, a jelenség annál intenzívebb. Később a keletkező barna szín a két színárnyalatot lassan elnyomja.

49. **Fraxin kimutatása.** Fenti kísérlet a kőriska ágával is elvégezhető, amikor is itt zöldes kék árnyalatot kapunk.

50. **Salicin.** ( $C_{13}H_{18}O_7$ ) *Salix alba*, *Salix amygdalina*, *Salix purpurea* lehúzott kérgének belső oldalára cc.  $H_2SO_4$ -et cseppentünk. Az élénk piros szín a *salicin* jelenlétét árulja el.

### Alkaloidák.

Bázikus természetű nitrogéntartalmú vegyületek, amelyek növényekben a szerves savakhoz vannak kapcsolva. Toxikus hatásuk igen erős.

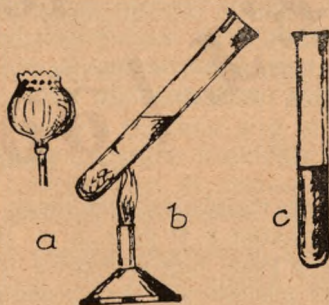
51. **Berberin kimutatása.** Kb. ceruza vastagságú *Berberis* ágat harántul átmetszünk. A kéregben és a bélsugárban sárga sejtartalmat veszünk észre. Ezekben van a berberin alkaloida, a  $C_{20}H_{14}NO_4$ .

3 gr. *Berberis* kérget 60 ccm vízzel főzünk. A szűret szép sárga színű. Ha néhány csepp HCl-t adunk hozzá, majd neméppen kevés brómvizet, úgy piros színű csapadékot kapunk. Hasonlóan piros színt kapunk, ha a szűrethez  $HNO_3$ -t adunk.

52. **Nikotin kimutatása.**  $1/2$  cigaretta dohányját desztillált vízzel rázzunk össze, (a) az egészet melegítjük, utána átöntjük egy másik próbacsőbe. Hidegen kevés  $Ca(OH)_2$ -t és több jódkáliumot adunk hozzá, amire csokoládészínű csapadék keletkezik; melegítve feloldódik. (18. ábra.)



18. ábra.



19. ábra.

53. **A morfiium kimutatása.** A mák fehér tejnedvéhez, vagy a száraz mákfaj főzetéhez (b) adjunk cc.  $HNO_3$ -t. Vérpiros színe-

zödés keletkezik. Tömény HCl hatására sűrű csapadék válik ki, amely főleg szintelen morfinchlorhydrat kristályokból áll. (19. ábra.)

### A zsírok.

Egyes alifás savak glicerineszterei. A növényben, mint tartalék anyagok halmozódnak fel, amelyek a lélekzésekor energia felszabadulás következtében teljesen elégnek. A levegőn hosszabb ideig állva, megkeményednek.

54. **A zsír kimutatása.** Mogyoró, vagy ricinus magját dörzsöljük szét fehér írópapíroson. Maradandó zsírfolt keletkezik. A ricinus magjában 70 % olaj van.

55. Ricinus magját törjük össze és alkohollal keverjük; az alkohol az oldható olajat a magból kioldja.

56. Ricinus mag vékony szeletét tegyük tárgylemezre és adjunk hozzá tömény chloralhidrát oldatot. A metszetben levő olaj csepp alakjában gyűlik össze, amely viszont alkohol hozzáadására feloldódik.

57. **Acrolein reakció.** A zsírra vizsgálandó anyagot próbacsőben hevítjük, amire az acrolein jellemző, kissé szúró, kellemetlen szagát érezzük. (Odaégett kozmás étel szaga).

### Suberin és kutin.

Ezek kémiai szerkezetéről szintén keveset tudunk. Biztos csupán az, hogy mind a suberin, mind a kutin nagyrésztben zsírsavakból állanak. Savakkal, lúgokkal szemben igen ellenállók. Parafa dugó vékony metszetét és zsírtalanított gyapot csomócskát tegyünk hideg, cc.  $H_2SO_4$ -be. A celluloze lassankint felduzzad és teljesen feloldódik, míg a para változatlan marad.

58. **Vékony parafametszetet** tárgylemezre helyezünk, hideg cc. KOH-t cseppentünk rá; a paraszövet megsárgul. Ha lassan, kis lángon egész a forrásig melegítjük, a szín sötétebbé válik és a sejtfalakból sárga csomócskák lépnek ki. Ez nem más, mint a karbolsav sója, a káliumfenolát, amely vízben feloldódik. A szudán III. festék narancsvörösré festi.

### Fehérjék.

Nagy molekulájú vegyületek, amelyekben mindig megvan a **C, H, O, N**, gyakran a **P** és a **S** is. Hosszabb, erős ásványi savakkal való főzésre a teljes hidroliziskor a legfontosabb komponensei, az aminosavak keletkeznek. Az egyszerűbbeket proteineknek, a komplikáltabbakat proteideknek nevezzük. Ez utóbbiakban a fehérje komponensek nem fehérjeszerű komponensekkel vannak összekapcsolva.

**Proteinek.** Az **albuminok** olyan fehérjék, amelyek tiszta vízben oldódnak. Az oldatból a fehérjét, vagy fölfőzéssel, vagy am-

móniumsulfáttal ki lehet csapni, vagy pedig alkohollal, esetleg kevés, nehéz fémsóval. (ólom).

59. *Kimutatása.* Reszeljünk meg hámozott burgonyát, (a) adjunk hozzá 100 ccm deszt. vizet és mintegy 15 perc után rancos szűrőn át szűrjük meg. (c) A szűretet főzzük meg, amikor is az előbb még tiszta folyadék zavarossá válik és rövid idő multán a megalvadott albumin pelyhek alakjában kiválik. (d) Szűrjük meg és a csapadékot kísérletekhez tegyük félre. (20. ábra.)

60. 5 gr. csirázó árpát szárítunk meg, majd dörzsöljük liszté. A port 20 ccm vízzel felhígítjuk és egy negyed óra múlva megszűrjük. A szűretben hevítés után albumin válik ki.

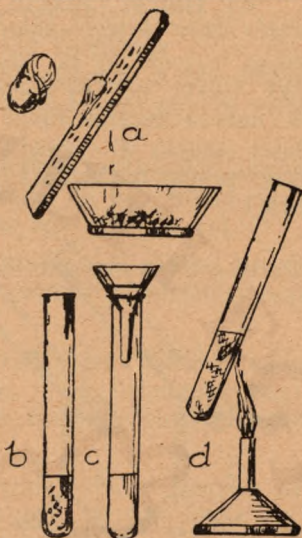
Az előbbi módok valamelyike szerint előállított tiszta albumin oldatot osszuk 3 részre. Az első részlethez adjunk ammóniumsulfátot, amíg az nem telítődik; a másodikhoz bőségesen abszolút alkoholt, a harmadikhoz néhány csepp ólomacetát oldatot. Mind 3 próbában az albumin csapadék alakjában válik ki, a 3. esetben azonnal, az előbbi kettőben lassabban.

**Globulinek.** Az albuminekkel ellentétben tiszta vízben nem oldódnak, ellenben híg alkáliákban, neutrális sóoldatokban és gyenge savakban igen. Ha albumin és globulin keverékéhez óvatosan és fokozatosan alumíniumsulfátot adunk, úgy előbb a globulinek válnak ki, vagyis az albuminektől könnyen elkülöníthetők.

62. Néhány *Lupinus albus* magot porrá törünk és a port főző pohárban 50 ccm deszt. vízzel és 5 ccm cc. KOH-val összekeverjük. Kb. 1 órai állás után néhányszor megszűrjük, míg az oldat tiszta lesz. A szűrethez adjunk híg ecetsavat, amire sűrű, „konglutin“ csapadék keletkezik, amely a *Lupinus* mag globulinje. Vigyázzunk mert a sok ecetsavban a csapadék feloldódik. A leülepedett csapadékot deszt. vízzel többszörösen és alaposan mossuk ki és az úgy nyert konglutint a későbbi kísérletekhez tegyük félre.

**Sikér proteinek.** A gabona neműek magvaiban a keményítő mellett proteinek is vannak, amelyek sem tiszta vízben, sem neutrális sóoldatban nem oldódnak, ezek okozzák a liszt dagasztóhatóságát.

63. Mintegy 50 gr. búzalisztet kevés deszt. vízzel gyúrjunk össze kemény tésztává, majd a vízvezetéki csap alatt addig nyom-

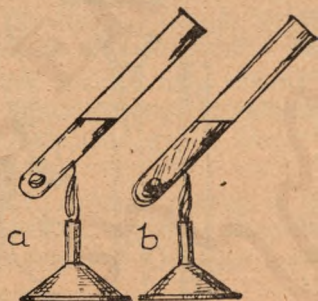


20. ábra.

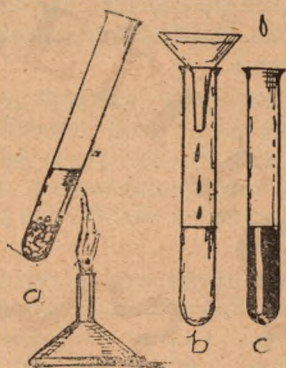
kodjuk, míg a rá folyó víz a benne levő keményítő szemecskéket teljesen ki nem mosta. Ez a nyúlós gumyszerű anyag a sükér.

### Fehérje reakciók.

64. **Biuret reakció.** Borsónyi híg, nullás lisztből készült kimosott sükér tészta néhány  $\text{cm}^3$  vízzel felhígítunk, KOH-val alkalikusá tesszük (a) és addig melegítjük, amíg a tömeg oldódni kezd. Ekkor néhány csepp  $\text{Cu SO}_4$ -oldatot adunk hozzá, melegítjük, mire a keverék rövid idő alatt vöröses lilára változik. (b) A Biuret reakció az egyedüli, amely az egész protein molekulára jellemző. (21. ábra.)



21. ábra.



22. ábra.

65. **Ólomkén reakció.** Szétmorzsolt borsót, vagy kevés híg tészta 5 ccm. KOH-val felöntünk. Egyetlen csepp (nem több) ólomacetát oldatot adunk hozzá. Ekkor egy fehér sűrű csapadék, ólomoxid és protein válik ki, (nehéz sók hatása). Ha melegítjük a keverék fekete-barnára változik, aminek az oka, hogy a kén, amely a fehérje molekulából leválik az ólomhidroxiddal ólomsulfiddá alakul át.

66. **Xantoprotein reakció.** Kevés híg tészta, vagy bab sziklevélből kis darabkát néhány ccm  $\text{HNO}_3$ -mal leöntünk és kissé felfőzzük. A tömeg legnagyobb része intenzív sárga színnel oldódik. Ha ammóniákkal óvatosan neutralizáljuk, úgy narancsszínűvé válik.

67. **Millon féle reagens.** Áztatott bab magot apró darabkákra szeletelünk, a darabkákat próbacsőben 2 ccm Millon reagenssel leöntjük, pár perc múlva a fehéres tömeg sárgás rózsásra, majd húspirosra színeződik.

### Cseranyagok.

Cseranyagok, vagy csersavak neve alatt olyan nitrogén nélküli phenol származékokat értünk, amelyek a fehérje sol-okkal nehezen oldható vegyületekbe mennek át. Vas és króm sókkal tipikus szín és csapadék reakciót adnak és ammóniákkal alkalikus ezüstöt reukálnak. Egyesek valószínűen glykozida szerűen cukor komponst is tartalmaznak pl. a tannin.

68. **A csersav nyerése és kimutatása.** 10 gr. tölgyfa kér-

gét vagy gubacsot, teát, vagy lógesztenye magjának a héját kb. 100 ccm deszt. vízzel fél óráig főzzük. (a) A főzetet szűrjük meg (b) és a következő kísérleteket végezzük vele. (22. ábra.)

69. A próba egy részéhez frissen készített  $\frac{1}{2}$  %-os zselatina oldatot adunk. A folyadék zavarossá válik. Ha néhány csepp szalmiák oldatot adunk hozzá, pelyhes csapadék keletkezik. Ez a cser-savas zselatina. E reakción alapszik a bőrgyártás. A bőr rostjai között lévő enyvanyag a cser-sav hatására cser-savas enyvvé válik és a bőr tartósságát növeli.

70. A leszűrt anyag másik részéhez kevés vaskloridot adunk. Azonnal sötétbarna zöldes-fekete színeződés áll be. Rövid állás után pelyhes csapadék alakjában *cser-savas vas* válik ki. (c)

71. Új próbához kb. u. a. cc. káliumbikromát oldatot adunk. Vörösesbarna csapadék keletkezik, (kevés cser-sav jelenlétében csak idő múltán.) A főzés a kiválást sietteti.

72. Cser-sav oldat cc.  $\text{HNO}_3$ -mal sárgás-barna színűre válik. Ennek oka, hogy a fenol gyűrű oxidációja révén flobafenek keletkeznek. Ugyanez a magyarázata annak is, hogy az alma metszési felülete levegőn rövidesen megbarnul.

73. A cser-sav oldatunkat óvatosan ammóniákkal tegyük alkalikusá. Az oldat színárnyalata a különböző cser-sav fajták szerint változik. (Legtöbbször barna színtől a feketéig.)

74. Próbacsőben 1 ccm ezüstnitrát oldatához néhány csepp ammóniákat adunk. Ha ehhez a keverékhez cser-savas oldatot adunk és felfőzzük, rövidesen fekete, colloidális ezüst válik ki. Ez a reakció a cser-savas fenolok redukáló hatásán alapszik.

75. *Tea* szűrethez néhány csepp ecetsavat adunk, az oldat világos sárgára színeződik. (A tea is világosabb lesz, ha citromot adunk hozzá.)

76. Darab üveglapra tegyünk csipetnyi kereskedésbeli tealevelet. Borítsuk le óraüveggel és láng fölött melegítsük. A melegítés hatására az elszálló teagőz az óraüveg belső és hideg falára harmat alakjában szublimálódik. Ha a harmatosnak látszó részt mikroszkóp alatt vizsgáljuk, a túalakú **tein** kristályok nagy tömegét vehetjük észre a látómezőben. Kifőtt tealevéllal a kísérlet nem igen sikerül.

### Festék anyagok.

A klorofillre vonatkozó kísérleteket l. az *asszimilálás* fejezetben

### Anthocyan.

77. Vörös káposzta, vagy vörös cékla főzete igen sok anthocyanánt tartalmaz. Az oldathoz adjunk cseppenként 0.1 n. ecetsavat;

élenk piros színeződés keletkezik. Ha 0,1 n. ammóniumhidroxiddal (bürettával) neutralizáljuk, az eredeti szín lassan visszaváltozik. Sok ammóniumhidroxid hatására sötétkék színeződés áll elő, majd kékes-zöld, tiszta zöld és végül sárga szín keletkezik. A kísérletekhez csak híg savat és lúgot használjunk!

78. *Kísérlet élő virággal.* A kék virágú Clematist, ibolyát csengetyűkét tegyük üvegbura alá és ugyanakkor egy kis csészébe ecetsavat is. Egy másik bura alá muskátli, tulipán, bazsarózsa, vagy rózsa virágot és ammóniákat. Rövid idő múlva a piros szírom megkékül, esetleg megzöldül, a kék pedig megpirosodik. (Figyeljük meg a pettyezetett tüdőfű fiatal és idősebb virágának színét.) Az ibolya híg alkáliák hatására sárgás zöld, sav hatására lilapiros lesz.

79. Vörös bükk, vérmogyoró, vérborbolya, vörös káposzta le vele vörösnek látszik, azonban ezek a levelek is tartalmaznak bőségesen klorofillt. Ha a leveleket forró vízben áztatjuk, a vörös anthocyan kioldódik, ellenben a klorofill nem. E szerint a levelet forró vízben zöld színűre változtathatjuk. Az anthocyanoknak itt fényszűrő szerepe van, amely festékanyag rendszeren az epidermis sejtréteg sejtjeiben oldott állapotban van.

80. **A fehér virágok fehér színének oka.** Ennek magyarázata abban keresendő, hogy a fehér szíromlevelek sejtjei között levegővel telt sejtközötti járatok vannak, amelyek a fehér színt tökéletesen visszaverik. Erről úgy győződhetünk meg, ha pl. egy fehér lepel, vagy szíromlevelet vízzel félig megtöltött próbacsőbe teszünk, egyfúratú dugóval jól elzárjuk, a dugóba pedig szorosan, (derékszögben hajlított) üvegcsövet illesztünk. Ha a szívással a víz feletti levegőt erősen megritkítjuk, úgy a kisebb nyomás következtében a szírom levelekben levő levegő apró buborékok alakjában eltávozik és helyét a próbacső vize foglalja el, de ugyanakkor a fehér szín is eltűnik, a szíromlevél üvegszerűvé válik.

Ugyanezt az eredményt érjük el akkor is, ha a szíromlevelet huzamosabb ideig víz alatt tartjuk, amikor is a víz a levegővel telt üregek helyét foglalja el.

Még egyszerűbbé válik a kísérlet akkor, ha a fehér szíromlevelet két újjunk között gyengéden összenyomjuk, amikor is a sejt közötti üregekből a levegőt erőszakkal távolítjuk el.

Egyszerű kísérlet az is, amikor a fehér szíromlevelet színültig vízzel telt próbacsőbe tesszük és a csőbe tömör dugót nyomunk. A nyomás következtében a víz a szíromlevelek levegőjárataiba nyomul, amit a fehér szín megváltozásából is megállapíthatunk.

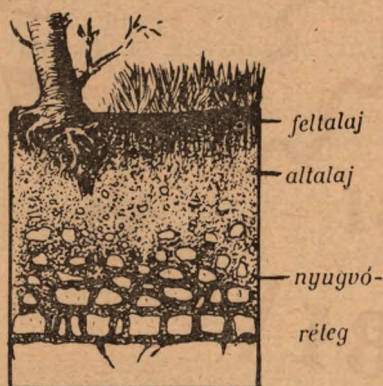
81. **A fekete szín okozója.** A tömény kék, illetve lila anthocyan oldat a sejtben a feketeszín okozója. Az így megtöltött sejtek azonban több rétegben helyezkednek el egymás felett. (Árvácska, fagyal termés, kőrísfa rügye, hagyma maghéja, stb.)

82. *A hortenzia (Hydrangea hortensis) virágja rózsaszínű.* Ha azonban a földjéhez vasvegyületet, vagy vasas anyagot adunk, úgy a virág kék színű lesz. Nagyon hatásos a timsós öntözés is.

## II.

### A TERMŐTALAJJAL VÉGZETT KISÉRLETEK

A növények életében a levegő és a víz mellett a termőtalajnak van a legnagyobb jelentősége. Termőtalajnak nevezzük földünknek azt a legfelső rétegét, amelyet a növények gyökerei keresztül-kasul járnak és abból táplálkoznak. A termőtalaj úgy keletkezik, hogy a hegyek szikláit a meleg és a fagy, valamint a víz és a szél állandóan repeszti, mállasztja. A szétrepedt sziklák mint görgetegek és kavicsok a víz árával lekerülnek a völgyekbe, ahol azután kémiaiilag tovább mállanak és végül finom agyag és homokszemcsékre kopnak. A víz és a szél ezeket a könnyű homok és agyagrészecskéket más területekre is elmoshatják, elhordhatják. A földkéreg ezen legfelső rétegében legelőször a parányi növénykék és állatkák telepednek meg, ahol a talaj ásványi anyagait tovább alakítják, majd pedig elpusztulásuk után testük anyaga a talaj ásványi részecskéjével összekeveredik. Az ily módon átalakult réteg idővel mind-



23. ábra.

inkább vastagabb lesz, míg végül ebben a termőtalajban már a gyökeres növények, tehát a fűvek és a fák is megtelepedhetnek. Ezek szerint a termőtalaj a kősziklák fizikai és kémiai elmállása, a talajban élő parányi növények és állatkák munkája, valamint a növényi és állati részek korhadása révén keletkezik.

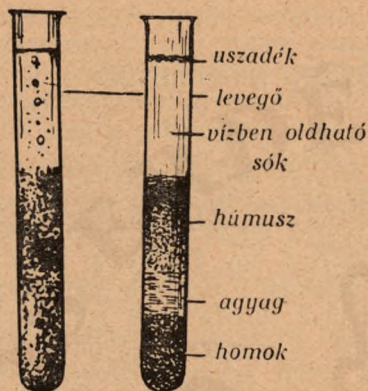
A termőtalajnak azt a részét, melyet a gazda minden esztendőben felás vagy felszánt **feltalaj**-nak, míg az alatta levő réteget **altalaj**-nak mondjuk. A feltalaj sötétebb színű és táplálékban is

gazdagabb, mint az alatta lévő altalaj. A növények gyökerei azonban az altalajba is lehatolnak, ahonnan vizet és a vízben feloldott sókat szívják magukba. Ezalatt van a **nyugvó réteg** ahová a növények gyökerei már nem hatolnak le. (23. ábra.)

83. A termőtalaj fontosabb alkotórészeiről igen egyszerű kísérlettel, úgynevezett **iszapolással** győződhetünk meg. Tegyük



néhány marék kertiföldet üveghengerbe vagy befőttes üvegbe. Öntünk reá annyi vizet, hogy bőven ellepje. Már rövid állás után is azt tapasztaljuk, hogy a talajrészecskék közül *levegőbuborékok* távoznak el, ami tehát azt igazolja, hogy a talajrészecskék között **levegő** is van. (24 ábra.)



24. ábra.

Ha a termőtalajra ecetet vagy híg sósvat öntünk, pezsgést észlelünk, ami a **mész** jelenlétét árulja el. Ha pedig a leülepedett réteg feletti vizet megízleljük, azt valamilyen ízűnek érezzük, ami azt mutatja hogy a talajban vízben oldható **sók** is vannak. Ezek szerint a talaj legfontosabb alkotórészei: a **homok, agyag, vízben oldható sók, mész, húmusz, parányi növénykéek és állatkák, úgyszintén a levegő** is.

Ha valamely talajban egyik vagy másik alkotórész túlsúlyban van, akkor **homokos, agyagos, vályogos, sós, (pl. sziksós)** vagy **húmoszos** talajról beszélünk.

84. A talaj mész tartalmát hozzávetőlegesen úgy állapítjuk meg, hogy a diónyi friss talajhoz néhány csepp hígított sósvat (1:1) esetleg ecetet csepegtetünk. Amelyik talajban alig van 1 % mész, az a sósvat hozzáadására nem pezseg, az 1-2 % meszet tartalmazó talaj rövid ideig gyengén pezseg, míg az 5 %-nál gazdagabb meszes talaj tartósan és erősen pezseg.

85. A különböző nagyságú talajrészecskéket nemcsak iszapalással, de u. n. **talajszitákkal** is elkülöníthetjük egymástól. Ez a művelet úgy történik, hogy a termőföldet előbb kiszárítjuk, majd összemorzsoljuk. Az összemorzsolts talajföldet a legfelső legnagyobb szemű szitába öntjük, amikor a finomabb részecskék az alsó sűrűbb szemű szitákba hullanak. Ezt a műveletet mindaddig folytatjuk, míg a különböző nagyságú talajrészecskék egymástól elkülönülnek. A legalsó szitán már csak a talaj egészen finom liszt-szerű részecskéi hullanak át. Az ilyen módon elkülönített 2-0.2 mm.

Zárjuk el az üveget tenyerünkkel vagy üveglappal. Rázzuk össze a tartalmát alaposan, majd hagyjuk kb. 1—2 óra hosszat nyugodtan állani. Már rövid idő múlva azt vesszük észre, hogy az üveg alján kisebb-nagyobb **homokszemek** ülepedtek le. Erre az alsó homokrétegre azután finom **agyagrészecskék** rakódtak, míg legfelül félig, vagy egészen **elkorhadt növényi részek** ülepednek le, egy részük pedig a vízszintjén lebeg. Ezekről a növényi korhadó részekről származik a föld fekete színe is, amely réteget másképp **húmusznak** is nevezzük.

átmérőjű szemeket **durva homoknak**, a 0.2-0.002 mm-t **finom homoknak**, a 0.02-0.002- mm-t **kőlisztnek**, vagy **pornak**, a még ennél is kisebb részecskéket **iszapnak** vagy **agyagnak** nevezzük. (25. ábra.)



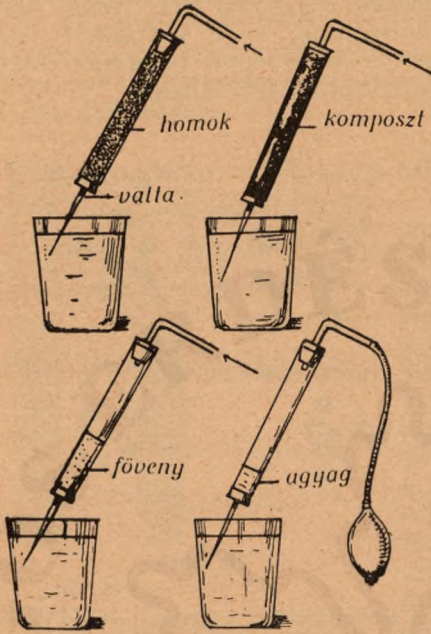
25. ábra.



26. ábra.

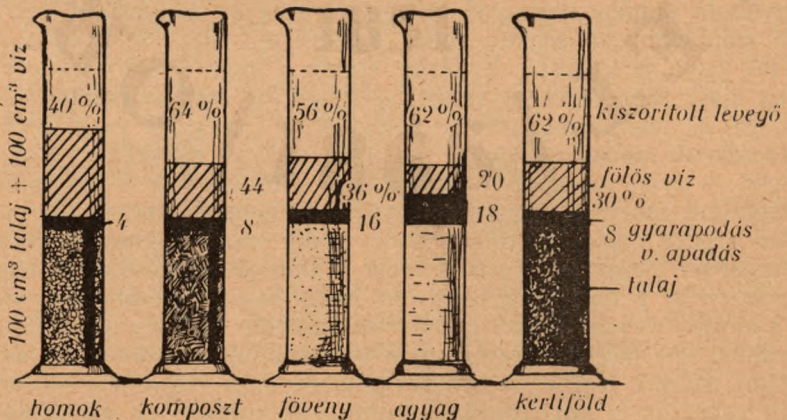
86. **A talaj mikroszkópos szerkezete.** Egyenlő mértékben megszitált vagy, újjaink között finomra morzsolts légszáraz talajfélésegekből tegyünk keveset tárgylemezre, cseppentsünk rá kanadalzsamot vagy Hoyer-keveréket. Fedőlemezzel borítsuk le és mintegy 60-szoros nagyítás mellett vizsgáljuk meg, ill. rajzoljuk le. Melyik talajfélésegnak a részecskéi a legkisebbek ill. legnagyobbak? Van-e valami összefüggés a talajrészecskék nagysága, valamint vízáteresztő, vízszívó és a vízmegtartóképesség között? (26. ábra.)

87. **A különböző talajfélésegek különböző mértékben szellőződnek át.** Ezt a következő egyszerű kísérlettel igazolhatjuk. Egyfúratú dugóba illesszünk tűhegyesre kihúzott üvegcsövet. Ha a cső kihúzása nem sikerült volna tűhegyesre, akkor az üvegcsőbe kevés vattát is tehetünk. Szükség esetén a dugó fúratába is tehetünk kissé megnedvesített vattát, itatóspapírost vagy aszbesztgyapotot. Ha az üvegcsőbe erősen befúvunk, a cső végén csak kevés buboréknak szabad eltávozni. Az ilyen módon elkészített gumidugót — tehát az állandó ellenállást — illesszük bele a szélesebb üvegcsőbe, amelybe legelőször nyirkos homokot teszünk. A cső felső végébe egyfúratú dugót, ebbe pedig derékszögben hajlított üvegcsövet illesszünk. Tartsuk most a kihúzott üvegcső végét egy pohár vízbe, a hajlított üvegcsővön pedig fújjunk erősen bele. Ha a kihúzott üvegcső végén buborékok szállnak el, úgy mindaddig öntsünk bele még homokot, míg a homokoszlopon nem bírunk már átfújni. Mérjük meg a homokoszlop magasságát. Ugyanezt a kísérletet végezzük el **kertifölddel**, **húmosos földdel** és **agyaggal** is. Ügyeljünk azonban arra, hogy a talajfélésegek lehetőleg egyenlő



27. ábra.

ságig homokkal, a másikat kertifölddel, a harmadikat agyaggal, míg a negyediket hűmuszos talajjal. Öntsünk most mindegyikre pontosan 10 cm<sup>3</sup> vizet és figyeljük meg, mennyi víz fér az egyes talajok részecskéi közé. Melyiknek nőtt meg a térfogata és melyiké kisebbedett meg? Mennyi felesleges víz maradt a 10 cm<sup>3</sup>-ből? Melyik talajfeleség részecskéi közé fért el több víz, ill. melyik között volt több levegő? (28. ábra.)



28. ábra.

mértékben legyenek nyirkosak vagy szárazak, amit úgy érünk el, hogy azonos mennyiségű kiszáritott talajhoz ugyanannyi vizet adunk. Melyik talaj szellőződik át a legjobban és melyik a legkevésbé? Mi jelentősége van a talaj szellőzőképességének a növények életében. A (kísérletet gumipumpával is elvégezhetjük, amikor is állandó nyomás ill. levegőátfúvást érünk el.) (27. ábra.)

### 88. Mennyi levegő van a különböző talajokban?

Jelöljük meg 4–5 próbacső-vünkön pontosan a 10 és 20 cm-nek megfelelő magasságokat. Mindkét távolságot osszuk be 10–10 egyenlő részre, tehát cm<sup>3</sup>-re. Az egyik próbacsővet töltsük meg pontosan a 10 cm<sup>3</sup> magas-

Ugyanezt a kísérletet mérőhengerrel is elvégezhetjük. Egy ilyen kísérletsorozat eredményét az alábbi táblázat tünteti föl:

Talajfajleség	100 cm <sup>3</sup> légszár, szitált talaj + 100 cm <sup>3</sup> víz			
	Kiszorított levegő térfogata	A talaj térfogatának		A 100 cm <sup>3</sup> víz- ből megmaradt
		apadása	gyara- podása	
Homok	40 0/0	4 0/0	—	64 0/0
Komposzt	64 0/0	8 0/0	—	44 0/0
Főveny	56 0/0	—	16 0/0	36 0/0
Agyag	62 0/0	—	18 0/0	20 0/0
Kerti föld	62 0/0	—	8 0/0	30 0/0

A talajrészecskék különböző nagysága magyarázza meg a különböző talajok *vízáteresztő* és *vízmeztartó* képességét is, melyet igen egyszerű kísérletekkel igazolhatunk.

**89. A talaj vízáteresztő képessége.** 5. drb. 1 cm. átmérőjű üvegcső egyik végébe 1-1 egyfúratú gumidugót dugunk, amelyek fúratát a csőbejutó végén nedves itatóspapírral borítjuk be. Az egyik üvegcsőbe tegyünk 10 gr. szitált száraz homokot, a másikba ugyancsak szitált

száraz agyagot, a harmadikba kertiföldet vagy húmuszos földet. Óvatosan öntsünk mindegyikre 10-10 cm.<sup>3</sup> piros tintával festett vizet. Óránkkal pontosan mérjük meg, mennyi idő múlva jelenik meg az *első* csepp víz az üveg-henger alján. E kísérlet szerint melyik talajfajleség ereszti át a leggyorsabban a vizet, tehát melyiknek nagyobb a vízáteresztő képessége?



29. ábra.

**90. Vízmegtartó képesség.** Virágcserep kifolyó lyukába ki-vülről szorosan záró gumidugót, ebbe pedig üvegcsövet illesz-szünk. A virágcserep kifolyó lyukát reszelővel nagyobbítsuk meg annyira, hogy a dugót szorosan illeszthessük bele. A virágcserepet vízbe állítjuk, hogy teljesen átvívódjék vele. A kifolyó víz felfogá-

sára próbacsövet, de ivópoharat is használhatunk. Ily módon 4—5 egyforma cserepet töltünk meg légszáraz különféle talajokkal (50—100 gr.) majd öntsünk rájuk 50—100 cm<sup>3</sup> vizet és vizsgáljuk meg mennyi idő alatt folyt át az *utolsó* csepp víz. Amikor a cserepekből az átengedett *utolsó* csepp víz is kifolyt, a próbacsőben összegyülemlt vizet pontosan megmérjük és megállapítjuk, hogy a különböző talajféleségek mennyi vizet eresztettek át és mennyit tartottak meg. Egyik ilyen kísérlet eredményét az alábbi táblázat mutatja. (29. ábra.)

50 gr. földre 50 cm<sup>3</sup> vizet öntöttünk:

	Kerti föld	Lombföld	Finom homok	Főveny	Agyag
Vízáteresztő képesség (Az áteresztés ideje)	5 perc	8 perc	3 perc	30 perc	75 perc
Víz megtartó képesség (Megkötött vízmennyiség)	28 cm <sup>3</sup>	44 cm <sup>3</sup>	15 cm <sup>3</sup>	21 cm <sup>3</sup>	38 cm <sup>3</sup>

A kísérletet 1 cm. átm. üvegcsővünkkel is elvégezhetjük, ez esetben minden egyes talajból csak 10 gr-ot vegyünk és csak 10—10 cm<sup>3</sup> vizet öntsünk rájuk.

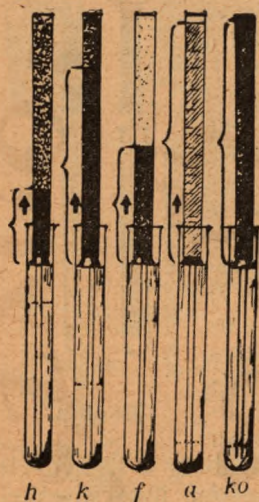
A fenti kísérletek azt igazolják, hogy a *leggyorsabban ereszti át a vizet a homok és a kertiföld, a legkevésbé az agyag, valamivel jobban a főveny, viszont legtöbb vizet tart meg a lombföld, az agyag és a kertiföld, a legkevésébbet pedig a homok és a főveny.*

A kertiföld és a lombföld mint valami szivacs magábaszívja a nedvességet. A nagyszemű homokra is kevés víz tapad, míg parányi szemcséjű agyagrészecskék nagy felületükkel sok vizet szívhatnak magukba, szorosan egymáshoz tapadnak, így a víz további átjutását megakadályozzák (viz átnemeresztő talaj). Ilyen agyagréteg fölött gyülemlik össze a *talajvíz*, amely a növényzet számára mint tartalékvíz halmozódik fel.

91. **A talaj vízszívó képességét** a következő kísérlettel igazoljuk. 80-100 cm. hosszú üvegcsövet (esetleg rövidebbeket) töltünk meg egyenlő magasságban *homokkal, kertifölddel, fővennyel, agyaggal és komposztal*. A cső alját itatóspapírral bevont egyfúratú dugóval zárjuk el. A dugóban üvegcső van. A csöveket állítsuk egyszerre vízzel telt próbacsőbe. Szívjuk meg felülről a földet tartalmazó üvegcsövet mindaddig, míg a pohárból felszívott víz a talajjal érintkezik. Figyeljük meg melyik csőben emelkedik fel *gyorsabban* és melyikben *magasabban* a víz. A kísérlet végeredménye azt mutatja, hogy amíg a húmoszos földben a víz 100 cm fölé emelkedik, addig az agyagban 100 cm-re, a kertiföldben 70-80 cm-re, a finomabb homokban, fővenyben 40 cm-re, a durva homokban pedig csak 30 cm magasra. A kavicsos talajban a víz

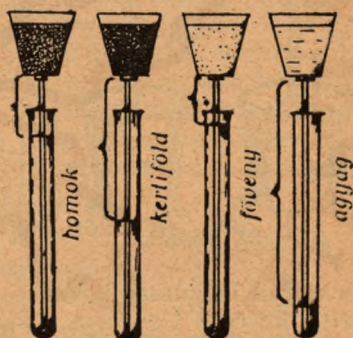
nem emelkedik, mert nincs hajszálcsővéssége. Ez a kísérlet azt is megmagyarázza, miért élnek és zöldelnek tovább a növények az agyagos talajon, mint a homokoson. Az agyagos talaj ugyanis a táplálékot - mint lámpabél a petróleumot - a mélyebb rétegből is fel bírja szívni, míg a homokosban a hajcsővésség hamar megszakad, így a növények víz hiányában benne hamar elpusztulnak. (30. ábra.)

92. **Melyik talajféleség szárad ki hamarabb**, tehát melyiknek *kisebb* a szívóhatása. (Ez a kísérlet az előzőnek megfordítottja.) Készítsük elő a virágcserepeket ugyanúgy, mint a vízmegtartó kísérleténél tettük. Töltsük meg az egyiket homokkal, a másikat agyaggal, a harmadikat kertifölddel, a negyediket vályoggal és az ötödiket hűmusszal. Öntsünk mindegyikre annyi vizet, amennyit csak fel bír venni. A *főlösteles víz kicsöpögése közben* állítsuk valamennyit *szüntűltig* megtöltött egyenlő nagyságú próbacsőbe. Ha



30. ábra.

a próbacsőből a túlfolyás megszűnt, tegyük ki a cserepeket a napverőre vagy széltől jobban járt helyre. Fél vagy egész napi állás után állapítsuk meg melyik próbacsőből hiányzik több víz, melyik párologtatott el többet, tehát *azonos magasságú talajvíz*



31. ábra.

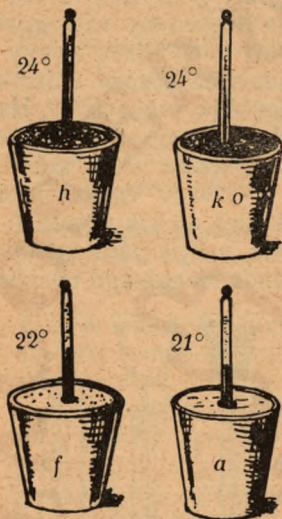
mellett melyik száradna ki hamarabb. A kísérlet végén a legtöbb víz hiányzik az agyagos cserép próbacsővéből és legkevesebb a homokos cserép próbacsővéből, ami azt igazolja, hogy az agyagos talaj a mélyebb rétegekből is táplálékot szív, tehát lassabban szárad ki, a homok hajcsővéssége azonban hamar megszakad és így hamarabb is kiszárad, mint az agyagos taja. (30. ábra.)

95. **A különböző talajnevek felmelegedése.** Négy-öt db. egyenlő magasságú (15 cm. magas) virágcserepet töltsünk meg egyenlően nyirkos más és más talajféleségekkel. Az egyikbe homokot, a másikba kertiföldet, a harmadikba vályogot vagy agyagot, míg a negyedikbe komposzt- (lombföldet) földet tegyünk. Minden cserép földbe egyenlő mélységbe dugjunk 1-1 hőmérőt. (A kísérlet egy hőmérővel is elvégezhető) Tegyük ki a cserepeket a napverőre

vagy az épület napos ablakpárkányára és hagyjuk ott néhány óráig esetleg 1-2 napig. A talaj és a levegő hőmérsékletét naponként többször, de főleg a délutáni órákban olvassuk le és táblázatban állítsuk össze. Milyen változást észlelünk éjjel? Melyik talajféleséget lehet *forró, meleg vagy hideg* talajnak nevezni? (32. ábra.)

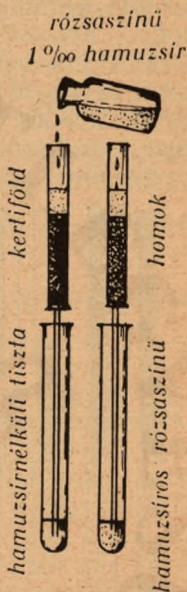
94. A talajok táplálék megkötő képessége. Kifűrt virágcserepeinket készítjük elő ugyanúgy mint a vízszívó kísérletkor tettük. Mindegyik cserepet töltsük meg más és más légszáraz talajféleséggel.

Levegőhőmérséklet 38°.



32. ábra.

Az üvegcsöves cserepeket állítsuk üres próbacsövekbe. A különböző talajféleségekre öntsünk trágyalevet (esetleg fenoltfaleinnel megfestett és **desztillált** (!) vízben feloldott 1‰-es hamuzsír). Figyeljük meg az első két-három cm.<sup>3</sup> kifolyó trágyalevet, vagy pedig a hamuzsír színét. A hamuzsírral a kísérlet rendszeren jól sikerül, csak a *lúgos* kémhatású talajjal nem. (Miért?) A talaj kémhatásáról előzőleg lakmusz, vagy kurkuma papirossal győződjünk meg. Melyik talajféleség köti meg jobban



33. ábra.

az oldott káliumsót? Van-e színárnyalati különbség a kifolyó víz színe között? Ugyanezt a kísérletet 1 cm. átmérőjű üvegcsövekkel is elvégezhetjük. Ilyenkor az üvegcső aljában egyfúratú és itatóspapirossal borított dugót, ebbe pedig vékony üvegcsövet erősítünk. (33. ábra.)

### III.

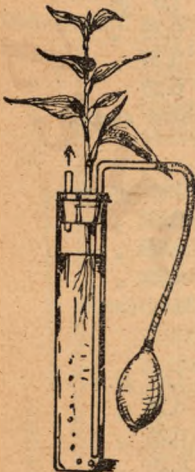
## A NÖVÉNYEK TÁPLÁLÓ ANYAGAI.



34. ábra.

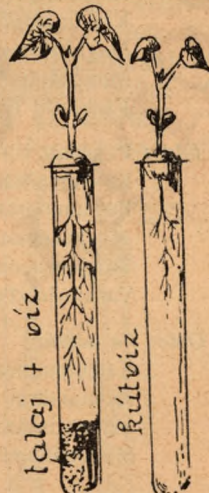
95. Befőttes, vagy ásványvizes üveget töltünk meg kútvízzel. Fúrjunk át egy parafadugót, vágjuk hosszában ketté és illesszük az üveg szájába. A két dugófél közé előzőleg kevés vattát tegyünk, e közé pedig gyökeres csíra növénykét (bab, kukorica). A gyökér alja a kútvízbe ér. Ha a vizet naponként változtatjuk, úgy pl. a babnövénykét esetleg a virágzásig is felnevelhetjük. Ez is mutatja, hogy **a kútvízben különféle ásványi sók vannak feloldva.** (34. ábra.) Tanácsos az üveget fekete papirossal beborítani, nehogy benne a mikroszkópikus növénykéek (algák) elszaporodjanak. Ugyanezt a kísérletet végezzük el desztillált vízben is, mit tapasztalunk? Desztillált vízben a növényke nem fejlődik, sőt idővel tönkre is megy. Hogy kezdetben valamennyit még növekszik, annak az a magya-

rázata, mert a növény szikleveleiben tartaléktáplálék anyag van.



35. ábra.

96. Két teljesen egyenlően fejlett bab csiranövényke közül az egyiket tegyük kútvízzel telt próbacsőbe (vatta!), míg a másikat egy olyanba, amelynek vizébe előzőleg néhány újjnyi magasságban kertiföldet szórtunk. Az oldalgyökeres növényke főgyökere a talajjal nem érintkezik, csupán csak a vízben lóg. Rövid idő múlva (3—4 nap) azt tapasztaljuk, hogy az a növényke fejlődik erőteljesebben, amelynek vizébe kertiföldet tettünk, bizonyosságául annak, hogy **a talajban a növényfejlődéséhez szükséges táplálóanyagok vannak és ezek oldott állapotba kerülnek a növénybe,** (35. ábra.)



36. ábra.

97. Állítsuk össze az alábbi tápláló oldatokat. Kísérleti nö-



vényeknek nagyon alkalmasak a *Tradescantia* gyökeres dugványai. Gondoskodjunk arról is, hogy a gyökerek naponta friss levegőhöz jussanak, amit úgy érünk el, hogy a kétfúrató dugó egyik fúratába fenéig érő és derékszögben meghajlított üvegcsövet dugunk és amelyen át mindennap valamilyen pumpa segítségével levegőt fújtatunk. Ügyeljünk azonban arra, hogy az összenyomott gumilabda kitágulásakor az edény vize a pumpába ne szívódjék. Az oldatok egy liter vízre vonatkoznak. (36. ábra.)

a) Normáldat: (az oldatok 1 l. desztill. vízre vonatkoznak)

Kalciumnitrát ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ )	1.0 gr.
Káliumnitrát ( $\text{KNO}_3$ )	0.25 "
Magnéziumsulfát ( $\text{MgSO}_4$ )	0.25 "
Monokáliumfoszfát ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )	0.25 "

Vasklorid ( $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ ) hígított oldatból néhány csepp, míg az oldat gyengén opalizál. Megérzi-e a növény a Na hiányát? (Nem nagyon).

b) Oldat K nélkül.

Kalciumnitrát ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ )	1.0 gr.
Nátriumklorid ( $\text{Na Cl}$ )	0.25 "
Magnéziumsulfát ( $\text{Mg SO}_4$ )	0.24 "
Monokáliumfoszfát ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )	0.25 "
Vasklorid ( $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ )	néhány csepp.

Képes-e a Na a rokon K-t pótolni? Megérzi-e a növény a K hiányát? (Jobban, mint a Na-ét.)

c) Oldat N nélkül.

Kalciumsulfát ( $\text{Ca SO}_4$ )	1.0 gr.
Káliumklorid ( $\text{K Cl}$ )	0.25 "
Magnéziumsulfát ( $\text{Mg SO}_4$ )	0.25 "
Monokáliumfoszfát ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )	0.25 "
Vasklorid ( $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ )	néhány csepp.

d) Oldat P nélkül.

Kalciumnitrát ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ )	1.0 gr.
Káliumklorid ( $\text{KCl}$ )	0.25 "
Magnéziumsulfát ( $\text{Mg SO}_4$ )	0.25 "
Kalciumsulfát ( $\text{Ca SO}_4$ )	0.25 "
Vasklorid ( $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ )	néhány csepp.

e) Oldat Fe nélkül.

Kalciumnitrát ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ )	1.0 gr.
Káliumnitrát ( $\text{KNO}_3$ )	0.25 "
Magnéziumsulfát ( $\text{Mg SO}_4$ )	0.25 "
Monokáliumfoszfát ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )	0.25 "

Ezekben a táplálóoldatokban az első zöld lomblevelek kifejlődése után milyen változást veszünk észre a későbbiekben? Ha pár csepp vaskloridot adunk az oldathoz, néhány nap múlva mit tapasztalunk? **A zöld szín képződéséhez tehát vas szükséges.**

A fenti adatok alapján állapítsuk meg, mely anyagokat veszi fel a növény a talajból. (K, Ca, Mg, Fe, N, P, S, O és H.) Melyek tehát a növényi test legfontosabb anyagai? (l. l.)



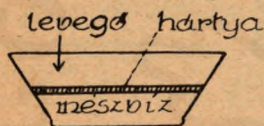
37. ábra.



38. ábra.

A 37. ábra azt szemlélteti, hogy a műtrágyázatlan kender (1) fejlődésében mennyire visszamaradt azoktól a növényektől, amelyek földjét salétrommal (2) míg a 3-at salétrommal, foszforsavval és kálival trágyázták. A 38. rajz meg azt szemlélteti, mennyivel több szénát kap a gazda, ha lucernaföldjét meszezett műtrágyával szórta be.

98. **A levegőben széndioxid van.** Lapos csészébe öntsünk víztiszta mésvizet ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) és hagyjuk a levegőn. 1-2 órai állás után a mésvíz szintjén vékony fehér hártya keletkezik, amely nem más, mint *mészke*, mely az oldott mésvízből és a levegő széndioxidjából keletkezett. A levegőben széndioxid gáz van, amely a zöld növények számára szintén nélkülözhetetlen tápláló anyag. (39. ábra.)



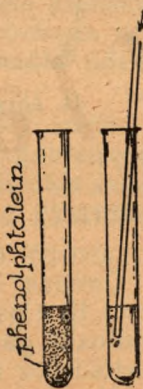
39. ábra.

99. **A levegő széndioxidjának egyrésze a lélekzés folyamán kerül a levegőbe.** Öntsünk próbacsőbe néhány  $\text{cm}^3$  víztiszta mésvizet. vékony üvegcsövön fújjunk hosszan bele. Már néhány fúvás után a mésvíz a kilehelt széndioxid hatására megfehéredik, vagy a fenolftaleinnel festett rózsaszínű oldat elszíntelenedik. (40. és 41. ábra.)

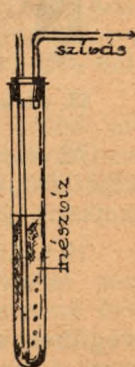
100. Nagyobb próbacsövünk feléig tegyünk víztiszta mésvizet és zárjuk el kétfuratú dugóval. Az egyik furatban fenékgig érő üvegcső, míg a másikban  $90^\circ$ -ra hajlított rövidebb cső van. Ez utóbbinak a vége közvetlen a dugó aljáig ér. A rövidebb csövön át kiszívjuk az edényből a levegőt, amire ennek pótlására a külső levegő az egyenes üvegcsövön át a mésvízen keresztül nyomul be a próbacsőbe. Jó néhány pernyi szívás után azt látjuk, hogy a mésvíz lassan-



40. ábra.



41. ábra.

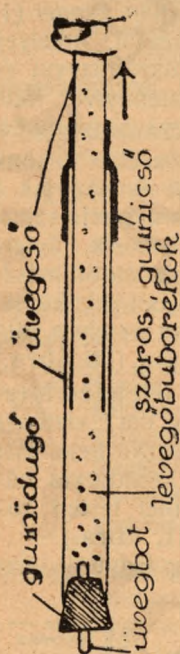


42. ábra.

ként kezd elhomályosodni, amit csakis a *levegőből beszívott széndioxid okozhatott.* (42. ábra.)

101. **A vízben elnyelt levegő van.** Üvegcső szívópumpánk (1 cm. átm. és 25-30 cm. hosszú üvegcső) alsó végét üvegbotos gumidugóval zárjuk el. Illesszük bele a 7 mm. átm. és 35-40 cm. hosszú dugattyú csövét úgy, hogy annak alsó vége a külső cső aljáig ér. A készüléket töltjük meg **színültig** vízzel. (43. ábra.) Hüvelykujjunkkal zárjuk el a dugattyúcső felső nyitott végét és lassan próbáljuk a külső csőből kihúzni. (Ha nehezen menne, kenjük meg a gumicső belsejét vazelinnel.) Ezáltal légritkítás következik be, aminek eredményeként a vízben elnyelt levegő apró bubo-

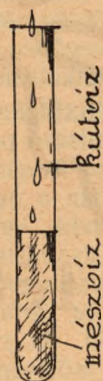
rékok alakjában jelentkezik. Ha ujjunkat elvesszük, a normális nyomás újból helyreáll és a légritkított levegőt a víz újból elnyeli. **A vízinövények tehát az asszimiláláshoz szükséges  $\text{CO}_2$  gázt a vízben elnyelt levegőből fedezhetik.**



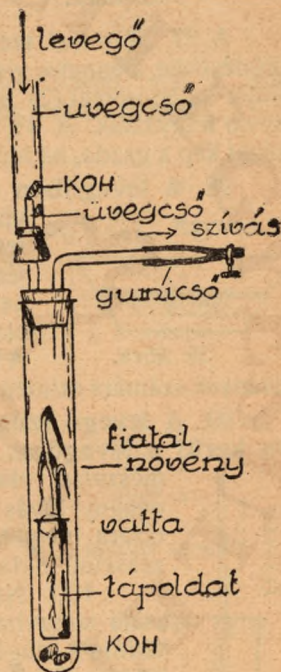
43. ábra.



44. ábra.



45. ábra.



46. ábra.

102. Még egyszerűbb a kísérlet, ha vízzel telt poharat napverőre állítuk, amikor is az elnyelt levegő buborékok alakjában jelentkezik. (44. ábra.)

103. Állott kútvízből öntsünk keveset próbacsövünkbe, vagy lapos csészébe. Öntsünk hozzá kevés mésvizet, amire az tejszerű árnyalatú lesz. Ez a kísérlet azt igazolja, hogy **a vízben elnyelt levegőben széndioxid gáz is van** és így a vízben élő zöld növények a megélhetésükhöz nélkülözhetetlen széndioxidhoz is hozzájuthatnak. (45. ábra.)

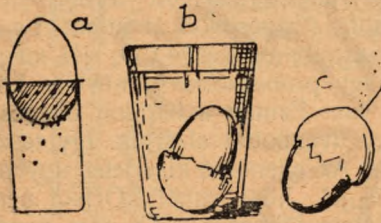
104. **A zöld növények CO<sub>2</sub> nélkül elpusztulnak.** Nagyobb próbacsövéünk légmentesen záró kétfúratú dugójának egyik fúratába vékony üvegcsövet, erre pedig egyfúratú dugós, de szélesebb üvegcsövet illesztünk. A szélesebb üvegcsőbe KOH-val itatott téglá, vagy horzsák darabkákat, esetleg kis KOH darabkákat, teszünk. Azonban ügyeljünk arra, hogy az üvegcsövön át a külső levegő az üvegedény belsejével majd akadálytalanul közlekedhessék. (46. ábra.) Ezért jó, ha a vékony üvegcső kissé benyúlik a vastagabb üvegcsőbe. A nagy próbacső aljára néhány KOH darabkákat teszünk, hogy az edényben a lélekzésekor fejlődött, avagy a kívülről beszívó CO<sub>2</sub> gázt lekösse. A próbacső KOH darabkáira vékonyabb és rövidebb üvegcsövet teszünk, amelybe előzőleg táplálóoldatot, ebbe pedig magfehérjéjétől megfosztott fiatal árpa, vagy búza csíranövénykéket, esetleg *csibehúr* ágacskát tettünk. Most a dugót beerősítjük a vastagabb üvegcsőbe, amelyben azonban a növényke a KOH-os üvegcsövön át a külső levegővel közvetlenül érintkezik. Hogy a próbacsőben megmaradt levegő CO<sub>2</sub>-jét is eltávolítsuk, a kétfúratú dugó másik fúratába derékszögben hajlított üvegcsövet, majd ennek végére gumicsövet illesztünk és azon át a próbacső levegőjét hosszan megszívjuk. A kiszívott levegő helyébe kívülről csakis a KOH-al töltött üvegcsövön át juthat be a levegő. Az ott levő KOH darabkák azonban a levegő CO<sub>2</sub>-jét megkötik, így a tartós szívás után a nagy próbacsőben a növény közelében csakis CO<sub>2</sub> mentes levegő van. Ezután a hajlított üvegcső végén a gumicsövet szorítóval, vagy üvegbottal elzárjuk. Így teszünk ki a készüléket a világosságra. Az ellenőrző kísérletet ugyanígy állítjuk össze azzal a különbséggel, hogy ennél KOH-ot nem használunk. Sőt a növénykéhez napjában többször CO<sub>2</sub> gázt engedünk. Néhány nap múlva azt tapasztaljuk (5-6 nap), hogy az eredetileg zöld növényke előbb halványodni, majd fonnyadni kezd, később pedig teljesen tönkre megy. Ennek az a magyarázata, hogy a növényhez tóduló levegő CO<sub>2</sub>-jét a felső üvegcső KOH-ja kötötte le, viszont a növény lélekzésekor keletkezett CO<sub>2</sub>-t a próbacsőben lévő KOH nyelte el, vagyis a növény nem kaphatott CO<sub>2</sub>-t. A kísérlet tehát azt igazolja, hogy a zöld növények táplálkozásához a levegő CO<sub>2</sub>-je is szükséges és, hogy **a zöld növények CO<sub>2</sub> nélkül tartósan nem élhetnek meg.**

105. Ha az így tartott növény (rész) levelén jó próbát végezünk, úgy azt tapasztaljuk, hogy az ilyen levélben keményítő nem képződött, vagyis a keményítő képződéséhez is CO<sub>2</sub> szükséges. **CO<sub>2</sub> nélkül tehát nincs szervesanyag gyarapodás.**

#### IV.

### A TÁPLÁLÉK FELVÉTELÉVEL KAPCSOLATOS FIZIKAI JELENSÉGEK. (OZMÓZIS.)

106. Porcellán vagy üveg tojástartóba, vagy pohárba tegyünk annyi híg HCl-t, hogy a pohárba állított friss tojásnak csak az alját érje. (a) A HCl a tojás meszes héját feloldja, csupán a vékony belső hártya marad meg. Az ily módon héjától félig megfosztott tojást tegyük pohár kútvízbe. (b) A kútvíz a tojás sejtfalán át oly



47. ábra.

erővel nyomul a tojásba, hogy azt 12—24 óra alatt, különösen az egyik felét erősen felduzzasztja. Szűrjük meg tüvel a felduzzadt hárttyát. Az ozmosisos nyomás következtében a felhígított tojás tartalma vékony sugárban 1—2 méter távolságra is elfecskendez. (c) (47. ábra.)

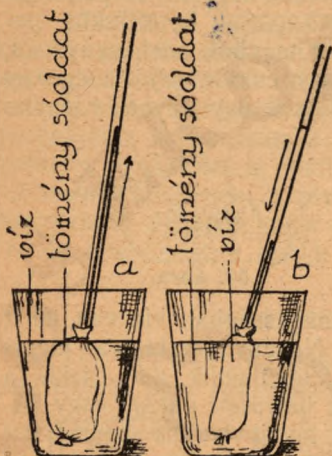
107. Híg rézgálic oldatba tegyünk egy kristályka sárgavér-lúgsót. A bedobás után barna hólyag-hártya (cupriferrocyanid  $\text{Cu}_2(\text{CN})_6\text{Fe}$ ) keletkezik, amely folyton nagyobbodik, míg végül kipukkad. Eme *mesterséges sejt* nagyobbodása úgy magyarázható, hogy a mesterséges (*semipermeabilis*) féligáteresztő hárttyán a környező rézsulfát oldat vize átszivárog, de nem a benne feloldott cuprumszulfát molekulák.

Ez a mesterséges sejtfal ugyanolyan sajátságú, mint az élő sejtfal, tehát csakis bizonyos anyagokat enged magán keresztül.

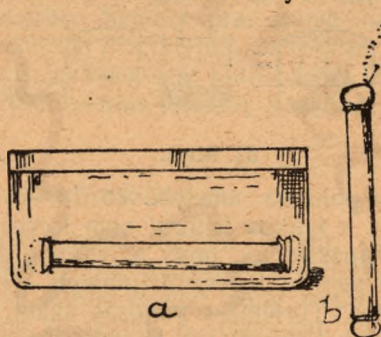
108. Disznóhólyag darabjából, vagy egy drb. (10 cm. hosszú) hurkabélből formáljunk zárt hólyagot és ebbe öntsünk piros tintával megfestett tömény konyhasó oldatot, sőt főlös sőt is tehetünk belé. A hólyag szájára hosszú üvegcsövet kössünk, majd állítsuk a hólyagot kútvízzel telt pohárba. A kútvíz a hólyag, vagy a bél falán át behatol annak belsejébe, ott nyomást fejt ki s ennek következtében a festett folyadék az üvegcsőben felemelkedik. Ezt nevezük **endozmotikus nyomásnak.** (48. ábra.)

109. Ugyanezt a kísérletet ismételjük meg úgy, hogy a hurkabélbe festett kútvizet öntünk és az egészet tömény konyhasó oldatba állítjuk. A kísérlet megkezdésekor olvassuk le a vízoszlop magasságát, úgyszintén néhány óra,  $\frac{1}{2}$ —1 nap múlva is. Mit tapasztalunk? Ezt a jelenséget **exozmosisnak** nevezzük. (48. b. ábra.)

110. 15—18 cm. hosszú, 1 cm. átm. üvegcső két végét disznóhólyaggal vagy hurkabéllel jó szorosan elköttjük. Előzőleg azonban a csövet színültig megtöltjük tömény só- vagy cukoroldattal, de főlős sót vagy cukrot is tehetünk bele. A megtöltött csövet vízzel telt edénybe fektet-

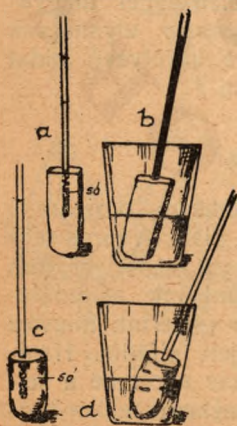


48. ábra.



49. ábra.

jük. Néhány óra múlva azt tapasztaljuk, hogy két végén a hólyag erősen feszül, domborodik. Egy-két napi állás után, ha a megfeszült és kidomborodott hólyagot gombostűvel átszúrjuk, az ozmosisos nyomás következtében a felhígult sóoldat vízszugárban lövődik ki az üvegcsőből. (49. ábra.)

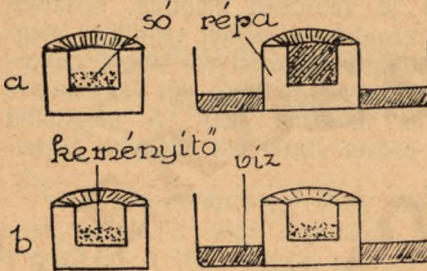


50. ábra.

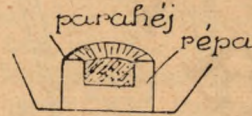
111. Hosszúcs burgonyába vékony üvegbot (2.5 mm. átm.) segítségével csak olyan kicsiny lyukat fúrjunk, amelybe egy kissé vastagabb üvegcsővet (3 mm.) szorosan beerősíthetünk. A lyukba előzőleg óvatosan gyömszőljünk porrá tört cukrot vagy konyhasót. (a) A burgonya héját hámozzuk le, vagy a lyukhoz közel hosszú hasáb alakra faragjuk le. Állítsuk most kútvízzel telt pohárba úgy, hogy a burgonya felső vége a vízből kb.  $\frac{1}{2}$  cm-re kiálljon. (b) 1—2 óra múlva azt tapasztaljuk, hogy az üvegcsőben a folyadék felemelkedik. Ennek az a magyarázata, hogy a burgonya élő sejtfalain át a külső hígabb kútvíz a sokkal töményebb sóoldat felé mindaddig szívárog, míg a sóoldatot egészen fel nem

hígítja. Eközben azonban tekintélyes ozmotikus nyomást fejt ki. Ha azonban a burgonyát nem hámozzuk meg (c), a vékony csőben a víz nem emelkedik föl, mivel a **parahéj a vizet nehezen eresztí át.** (d) (50. ábra.)

112. Sárgarépa, vagy burgonya 3 cm magas darabkájába kb. 2 cm mély és  $1-1\frac{1}{2}$  cm átm. lyukat faragjunk ki. A megmaradó fal vastagsága kb. fél cm. legyen. A parahéjat is kaparjuk le, a lukba pedig tegyünk késhegynyi sót, vagy cukrot. (a) Az egészet állítsuk egy olyan edénybe



51. ábra.



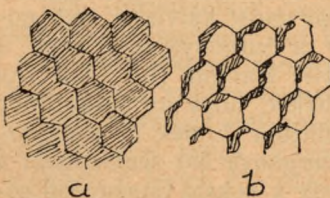
52. ábra.

vagy pohárba, amelybe kb.  $\frac{1}{2}-1$  cm. magasságban víz van, tehát a víz a lyukba felülről nem folyhat be. Néhány óra múlva mégis azt tapasztaljuk, hogy a lyukban a víz felgyülemlik, ami csakis a répa sejtjein keresztül juthatott a lyukba helyezett cukor, vagy sóporhoz. Történik-e változás akkor, ha a kivájt lyukba keményítőt teszünk? (Nem) (b) Mi különbség van a két anyag oldhatósága tekintetében? (kolloid és kristalloid anyag!) (51. ábra.)

113. Ezt a kísérletet úgy is elvégezhetjük, hogy a répát, vagy a burgonyát nem hámozzuk meg és vízbe sem állítjuk. Mégis azt látjuk, hogy a lyukban a folyadék felszaporodik, ami csakis a répa vagy a burgonya környező sejtjeiből jöhetett; ezt különben a zsugorodás is elárulja. (52. ábra.) Ugyanezzel a jelenséggel magyarázzuk meg azt is, hogy sózott retek, sózott káposzta olyan sok levét ereszt. Mi történik akkor, ha a gyökérzetet körülvevő oldat nagyon tömény pl. a kilúgozott szikes talajokban?

### Plazmolízis.

114. Muskáтли szíromlevelet tegyünk tárgylemezre, borítsuk le fedőlemezzel és szárazon vizsgáljuk mikroszkóp alatt. A piros sejt-tartalom (plazma) a sejtet teljesen kitölti. (a) Cseppentsünk a fedőlemez mellé tömény glicerint, hogy ez a szíromlevél sejtjeit elfődjé. Hatására milyen változás állott be a sejtekben? Hol helyezkedik el az összszeszugorodott plazma? Rajzoljuk le vázlatosan a plazmolízis jelenségét. (b)



53. ábra.

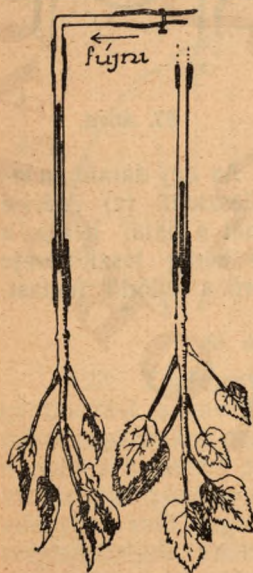
(53. ábra.)

115. Mossuk le a szíromlevélről a glicerint és vizsgáljuk most víz alatt újra. Mit tapasztalunk? Elfoglalja-e a plazma az eredeti helyét? Próbáljunk meg egy másik szíromlevelet próbacsőben főzni. Rövid főzés után végezzük el a megelőző kísérletet. Mi történik a sejtfallal. Vajon a glycerin hatására a plazma most is összehúzódik? Mi következik ebből? A sejtnak melyik része féligáteresztő hártya? Hogyan magyarázzuk azt, hogy a frissen vágott cékla piros levét nem ereszt, ellenben a fölfőzött igen.

116. Borsó (bab) csíranövénykéket, amikor azok főgyökerei kb. 20 mm hosszúak 10%-os kálicsalétrom oldatba állítjuk. Az egyik csíranövényke főgyökerét egy megjelölt felső pontból a csúcsig előbb pontosan lemérjük és csak azután állítjuk vatta segítségével a kálicsalétromos próbacsőbe. Néhány óra múlva ha a gyökeret ugyanattól a ponttól a csúcsig megmérjük, mérhetően kisebbnek találjuk, ami a plazmolízis jelenségének tudható be. Ha a megrövidült gyökeret most újból tiszta vízbe tesszük, a gyökér az eredeti hosszúságára nyúlik meg.

### Turgescencia (szövetfeszültség.)

117. Fonnyadni készülő fiatal leveles *hársfa*, *eperfa*, vagy más leveles ágra (*Impatiens*) szorosan záró gumicsövet erősítünk,



54. ábra.

a gumicső másik végébe pedig vízzel telt üvegcsövet szorítunk. A vízzel telt üvegcső fölfelé, a fonnyadt leveles ág pedig lefelé néz. Rövid idő (1–2 óra) múlva azt tapasztaljuk, hogy a fonnyadt levelek kifeszülnek, az üvegcsőben pedig a víz lejjebb szállt. A hiányzó víz a levelek párologásának szívó hatására és a víz saját súlyánál fogva a fonnyadt levelekbe jutott és ott az elpetyhült sejtekben és azok falában a *turgor* állapotot helyreállította. A kísérletet meggyorsíthatjuk, ha a hajlított üvegcsőbe pumpánk segítségével levegőt préselünk és az összeszorított levegőt szorítóval leszorítjuk. (54. ábra.)



55. ábra.

118. Vágjunk ki a gyermeklancfű tőkocsányából 4–5 cm. hosszú darabkát. Hasítsuk hosszában négyfelé. Két negyedét tegyük tiszta vízbe s a másik kettőt glicerinbe, vagy 4%-os kálicsalétromos oldatba. Mit tapasztalunk? Melyik folyadékban fog a tőkocsány darabka kifelé és



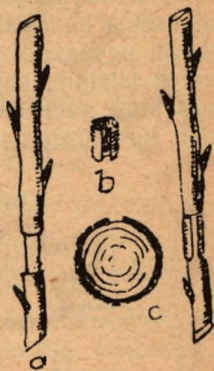
melyikbe befelé kunkorodni? Hogyan magyarázzuk ezt a jelenséget? A kifelé kunkorodáskor a kocsány belső sejtjei a bő vízfelvétel miatt megdagadtak, a másik esetben, mivel a  $\text{KNO}_3$  plazmolizáló hatással van a laza sejtekre, így ez a kocsánydarabka meginkább befelé hajlik és összezsugorodik. (55. ábra.)

119. A szövetszűlt sejtekben beállott változást úgy is észrevehetjük, ha a vízben gyűrűalakúra kifelé görbült tőkocsány darabkát most  $\text{KNO}_3$  oldatba tesszük, amely most visszakunkorodik, sőt még befelé görbül, de nem oly mértékben, mint a vízben kifelé. (miért?) A kísérlet annál jobban sikerül, minél vastagabb a tőkocsány és minél keskenyebb darabkát hasítunk belőle.



56. ábra.

120. Fiala *bodzafa*, vagy *napraforgó* ágából, amelynek vastag bele van, lemérünk és levágunk pontosan 10 cm-es darabkát. Levágás után a kemény fás részt óvatosan leszedjük úgy, hogy a vastag bél lehetőleg sértetlen maradjon. Mérjük meg most a bél hosszúságát. Hány mm-el hosszabb most, mint 10 cm<sup>2</sup>. Milyen állapotban van tehát a bél a fa belsejében és hogyan hat a fa kérgére? (56. ábra.)



57. ábra.

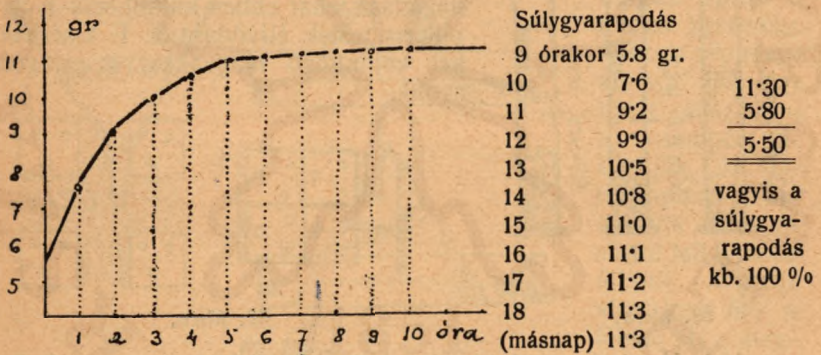
121. Kisújjnyi erőteljes fiatal (miért?) zöld *fűzfa* hajtást gyűrűzzünk meg. (a) Az egy darabban lehántott gyűrűt (b) próbáljuk a helyére visszailleszteni. (c) Átéri-e a gyűrű a fás részt? Milyen hatással van tehát a fiatal kéreg a fa belsejére? Mi különbség van a bél és a kéreg feszítő-ereje között? Milyen állapotban tartja ez a két erő a fejlődő hajtást. (57. ábra.)

V.

ÉLETTANI KISÉRLETEK.

Csíráztatási kísérletek.

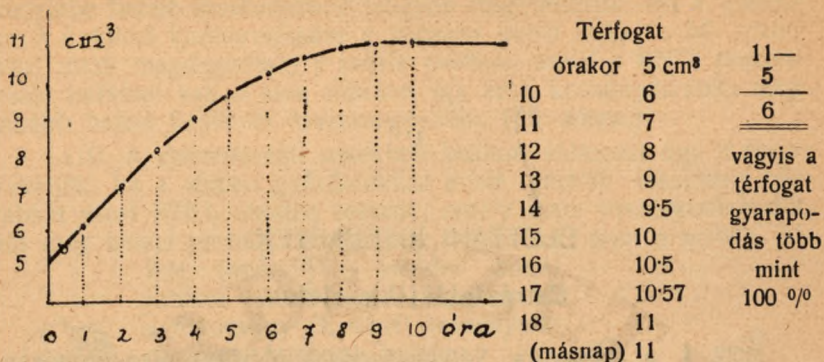
122. I. A dagadás. *Súlygyarapodás.* Mérjünk meg pontosan kb. 30 sárga borsó vagy babszem súlyát. 1, 2, 4, 8, 12, 24, 48 órai vízbeni áztatás után állapítsuk meg újra a magvak súlyát. Hány % vizet vesz fel a mag az 1, 2, 4, 8, 12, 24, 48-ik órában? Hány % víz fölvétele után szűnik meg a dagadás? (A dagadás határa %-ban. Próbáljuk ezt grafikailag is ábrázolni. A kísérlet eredményének egyik grafikonja azt mutatja, hogy a dagadás kezdetben a legnagyobb, később alábbhagy. (58. ábra.)



58. ábra.

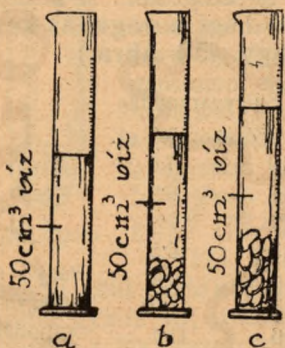
123. *Térfogat gyarapodás.* A dagadásakor a térfogat nagyobbodást a következő módon állapíthatjuk meg. A 100 cm<sup>3</sup>-es mérőhengerünkbe pontosan 50 cm<sup>3</sup> vizet öntünk. Ebbe tesszük bele a pontosan lemért 30 drb. sárga borsó- vagy babszemet. Utána a víz szintjét pontosan megállapítjuk. 1, 2, 4, 8, 12, 24 órai külön edényben való dagadás után a leitatott magvakon az előbbi mérést megismételjük, amikor is a magvakon tekintélyes térfogat és súlygyarapodást állapíthatunk meg. Amennyivel a mérőhenger vize az előző szintet meghaladja, annyi a magvak térfogatnövekedése. A kísérlet tehát azt mutatja, hogy a magvak dagadásakor a súly és térfogat gyarapodás az első órában a legnagyobb azután fokozatosan csökken. (59. ábra.)

Dagadásakor a magba behatoló víz nem üregeket tölt ki,

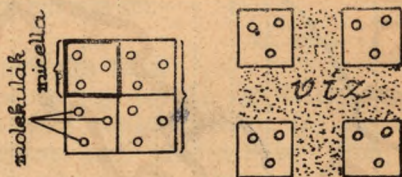


59. ábra.

hanem a térfogatának és súlyának megfelelő arányban a micellákat távolítja el egymástól. (60. ábra.) Ezzel szemben pl. egy pontosan lemért (1.17 g.) 12 mm-es élű száraz krétakocka a súlyának megfelelő vizet vehet fel (2.19 g.), anélkül, hogy a térfogata megváltoznék. A magvak dagadása tehát ebben különbözik a kapillaris testek átívódásától. E kísérleteket különböző magvakkal is elvégezhetjük.



59. ábra.



60. ábra.

124. Ha a fenti kísérleteket különböző hőmérsékleten (12, 20, 37 fokon) végezzük, úgy azt tapasztaljuk, hogy a 37 fok mellett a magvak már 12 órai állás után térfogatuk maximumát, 20 fok mellett 24 óra múlva, míg 12 fok mellett csak 48 óra múlva érik el, amiből az következik, hogy az optimális hőmérséklet elősegíti a magvak dagadását, ill. a csírázás megindulását.

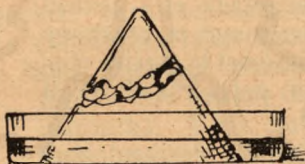
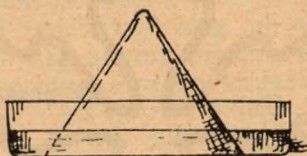
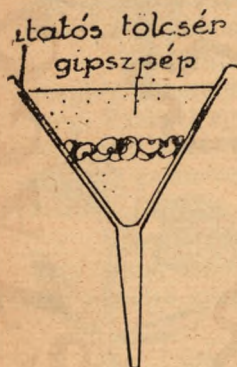


61. ábra.

125. **A csirázás feszítő ereje.** a) Kb. fél liter térfogatú vékonyfalú, szűknyakú orvosságos üveget töltsünk meg száraz borsó, vagy babszemmel és gondoskodjunk arról, hogy a magvakat a víz mindég ellepje. (61. ábra.) Öntsünk rá színültig langyos vizet. Kb. 24 órai állás után — ha a beivódott vizet időnként pótoljuk — a dagadó babszemek az orvosságos üveget szétrepesztik. Tanácsos az üveget erős spárgával, vagy vékony dróttal hálószerűen körülkötözni, hogy a szétrepedő üveg darabjai együtt maradjanak.

126. Még egyszerűbb a kísérlet, ha az orvosságos üveg helyett egy próbacsövet töltsünk meg  $\frac{3}{4}$  részéig száraz borsó, vagy babszemmel és arra annyi langyos vizet öntünk, hogy kb. 1 újjnyira ellepje. Néhány óra múlva a dagadó magvak a próbacsövet szétfeszítik.

127. b) A feszítőerő nagyságáról a következő kísérlettel is meggyőződhetünk. Közepes nagyságú üvegtölcsért béleljünk ki nedves itatóspapírossal. Készítsünk sűrű gipszpépet. Töltsük meg a tölcser  $\frac{1}{3}$  részéig gipszpéppel, erre rétegezzünk egy sor száraz

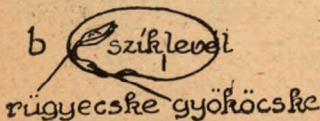


62. ábra.

bab- vagy borsó magvat, majd erre ismét gipszpépet öntünk egész a tölcser pereméig. Mikor a pép megszáradt, az így nyert gipszkúpot a formából kiborítjuk, az itatóspapírost leszedjük róla és vízzel telt tálkába állítjuk. A gipsz vizet vesz fel, a felvett víz a magvakba hatolva

azokat megdúzzasztja, a dagadás feszítőereje pedig a gipszkúpot széjjel repesztí. A kísérlet eredménye már 5 órai állás után is látható. (62. ábra.)

128. Fehér babszemeket tegyünk vízbe és figyeljük meg, melyik részen nedvesedik át leghamarább (A köldök mellett a *mikropile* (nyílás) tájékán.) A köldök az a hely, ahol a mag a köldökzsinóról leszakad, a mikropile pedig, amelyen át a pollentömlő a magkezdeményhez jutott.) A mikropilének az a szerepe, hogy a vizet lehetőleg gyorsan magába szívja. (63. ábra.) A víz azután a mag



63. ábra.

micella csoportjait (Nägeli elmélete) egymástól elválasztja, vagyis a víz a micellák közé imbibálódik és így a mag dagadását idézi elő.

Ha a magot hátára fektetve úgy állítjuk a vízbe, hogy a mikropile a vízből kiálljon, úgy ugyanannyi idő alatt kevesebb vizet vesz fel, mint a másik, amelynek köldöke és mikropiléje is a vízbe ér.

129. Megduzzadt és csirázni kezdő babszemről szedjük le a maghéjat, szedjük le az egyik sziklevelet és rajzoljuk le a csiranövénykét a megmaradt sziklevelettel együtt. A rajzon jelöljük meg a csiranövényke részeit. (63 ábra)

Hová és merre hajlik a gyököcske hegye? Hol van a rügyecske és a sziklevél?

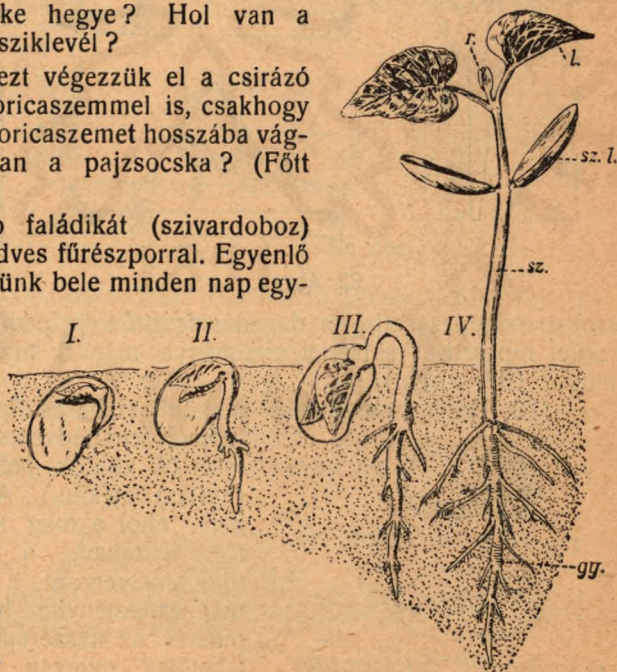
130. Ugyanezt végezzük el a csirázó búza- vagy kukoricaszemmel is, csak hogy a búza, vagy kukoricaszemet hosszába vágjuk ketté. Hol van a pajsocska? (Főtt kukorica evés!)

131. Kisebb faládikát (szivardoboz) töltsünk meg nedves fűrészporral. Egyenlő távolságra ültessünk bele minden nap egy-

egy bab és búzaszemet. Két-három hét múlva vegyük ki az egészet és a sorozatot állítsuk egymás mellé, majd lepréssel ragaszszuk fel kemény kartonlapra. (64. és 65. ábra.) A további kísérleteinkhez csiranövénykékre lesz



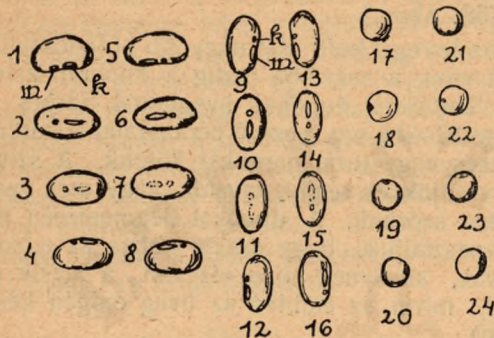
64. ábra.



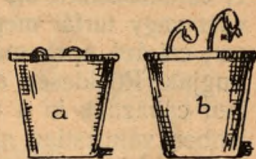
65. ábra.

még szükségünk, ezért néhány (5–10) búza, mustár, kukorica és babszemet ültessünk el nedves fűrészporba és homokba.

132. A fenti kísérletet úgy is elvégezhetjük, hogy a babszemeket különböző helyzetben ültetjük el. Ha a gyököcske kilépési helyét, a mikropilét (m) is figyelembe vesszük: hányféle helyzetbe le-



66. ábra.



67. ábra.

het a babszemet elültetni? (24) (k = köldök.) Rajzoljuk le vázlatosan a különböző helyzeteket. (66. ábra.)

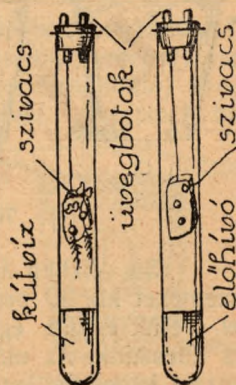
133. Néhány keményhjú mag, pl. akác vagy aranyeső barna maghéját reszeljük meg néhány helyen, vagy óvatosan hámozzuk meg. Ezekkel egyidejűleg sértetlen magvakat is ültessünk nyirkos fűrészpor közé. (a) A kísérlet azt mutatja, hogy a megreszelt magvak (b) valamivel hamarabb csíráznak, mivel a víz a csírához hamarabb jutott el. (67. ábra.)

134. Babszemeket, borsószemeket tegyünk lapos csészébe vagy lapos tányérba és öntsünk rájuk annyi vizet, hogy legalább egy újjnyira ellepje őket. Ellenőrző kísérlet gyanánt a magvakat

tegyük laza nyirkos fűrészporba. A víz alatt lévő magvak levegő hiányában nem csíráznak, sőt el is pusztulnak, ellenben a fűrészporban lévő magvak, melyekhez a levegő könnyen hozzájuthat, rövidesen csírázni kezdenek. (A vízre esetleg kevés olajat is rétegezhünk.)



68. ábra.



69. ábra.

135. Csírázaskor oxigén használódik el. Kétfúratú dugós üvegünkbe tegyünk

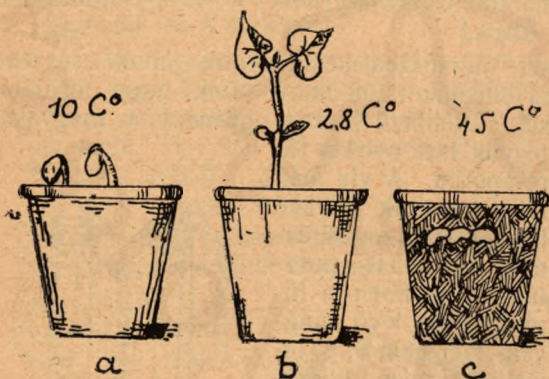
csírázó árpa, vagy pedig búzaszemeket. Töltsük meg az

edényt színültig indigókék oldattal. Fektesük az üvegcsővet sötét helyre. 24 órai állás után az indigókék indigófehérre változott. (A felforralt friss indigó oldat sokkal hamarabb redukálódik.) Erősen csírázó magvakkal kb. 40°-os hőmérsékleten már 1/2 óra múlva is eredményt érhetünk el. (68. ábra.)

136. A csírázáshoz levegő kell. Két nagyobb próbacsővünk egyikének aljára öntsünk vizet, a másikba pedig a fotografálásához használatos előhívót. A kétfúratú dugókat üvegbottal zárjuk el, azonban az egyik fúratba 10—15 cm. hosszú cérnaszálat erősítünk. A cérnaszálakra kis szivacs vagy turfa darabkát kötünk. A szivacsot vagy turfát megnedvesítjük és reájuk *mustár*, vagy más gyorsan csírázó apró magvakat szórunk. A dugókat légmentesen bedugjuk. Rövidesen azt tapasztaljuk, hogy csakis abban az edényben csíráznak ki a magvak, amelynek alján víz van, a másik ellenben változatlan marad, mivel az előhívó az üveg oxigén készletét lekötötte. (69. ábra.)

137. Három kisebb virágcserepet lazán töltünk meg nedves fűrészporral. Mindegyikbe ültessünk 5-5, vízben előre megduzzasztott bab vagy borsó szemet. Az egyik cserepet olyan helységbe vagy helyre tegyük, amelynek a hőmérséklete 10° C-nál nem magasabb. (A cserepet esetleg hideg vízbe állítjuk.) A másikat egy háromlábra helyezük, alatta pedig apró borszeszlámpát égetünk, de csak annyira, hogy a cserép belsejében 20-30° C legyen. A harmadikat ugyanígy,

Je 40-50° C hőmérsékleten tartjuk. Néhány napi kísérlet után megállapíthatjuk, hogy a második cserepben a magvak hamarabb csíráznak, mint az elsőben, míg a harmadik cserep magvai elpusztulnak. A borsó csírázási *optimuma* 20-30°, a *minimuma* 10° C, a *maximuma* pedig 40° C körül van (70. ábra.)



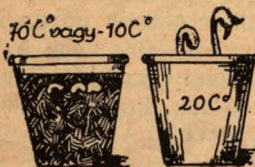
70. ábra.

138. Vízben áztatott bab vagy borsó magvakat vagy gabona-szemeket kb. 20 percig tartsuk 70° C vízben, utána pedig ültessük el. Velük együtt egy másik cserepbe nem felmelegített magvakat is ültessünk. Az utóbbiak kicsíráznak, az előbbiek nem, ezek csírázási képességüket a magas hőfokon elvesztették, elpusztultak. (71. ábra.)

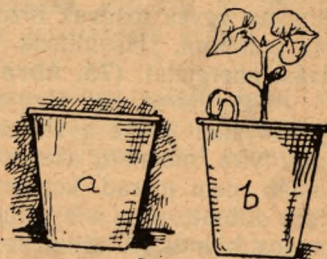
139. Hideg, fagyos téli napon (—10 C°) tegyük ki a sza-

badba egészen száraz és csírázni kezdő borsó vagy bab magvakat. Néhány órai állás után hozzuk be mindkettőt a meleg szobába és nedves fűrészpor közé vagy virágcserepbe ültessük el. Vajjon az előzőleg megduzzadt magvak kicsíráznak-e? **A magvak vízszegénysége tehát védelem az elfagyás ellen.** Ezek szerint a csírázáshoz a vizen kívül **meleg** is szükséges.

140. A kísérletet úgy is elvégezhetjük, ha megszózott jégdarabkák közé (esetleg termoszba) két próbacsövet teszünk, amelyek egyikébe száraz, a másikba pedig előzőleg vízben 24 óráig áztatott babszemeket teszünk. Néhány órai fagyasztás (állás) után mindkét próbacső tartalmát nyirkos fűrészpor közé ültetjük és mérsékelt meleg helyen tartjuk. A száraz magvak kicsíráznak, az áztatottak nem.



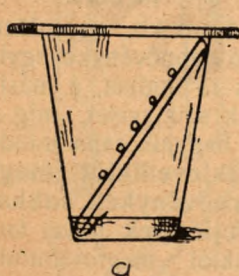
71. abra.



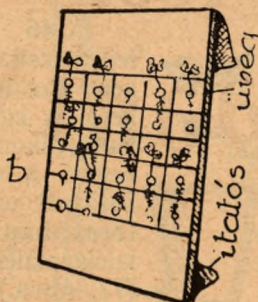
72. abra.

141. Torzsika boglárka (*Ranunculus sceleratus*), vagy füzény (*Lythrum salicaria*), vagy hagyma (*Allium cepa*) fajok vagy a bab magvait csíráztassuk hasonló feltételek mellett sötétben és világosságon. **Sötétben a magvak nem, vagy csak csekély mértékben csíráznak,** (a) ellenben világosságon igen. (b) (42. ábra.) Ezekkel szemben pl. a katica virág (*Nigella sativa*) csak sötétben s csak kb. 20° C mellett csírázik. Érdekes jelenség még az is, hogy egyes növények (*uborka, körte, alma*,) első magjai általában jobban csíráznak, mint a később kifejlődöttek.

142. Ivópohárba vagy egy szélesszájú üvegbe (üvegdádba) illesztünk keskeny (letisztított fotografáló) üveglemezt. A lemezt bo-



73. abra.



74. abra.

rítsuk le nedves itatós papirossal és rakjunk erre néhány búza vagy árpszemet. Tegyük most a lemezt pohárba, amelybe előzőleg fél-

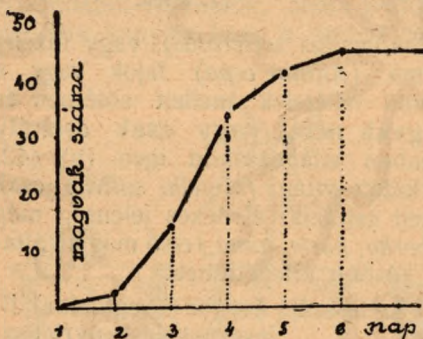


újnyi vizet öntöttünk. A poharat borítsuk le üveglappal és azután hagyjuk a világosságon. 3-5 nap múlva a buzaszemek kicsíráznak. (73. és 74. ábra.) Rajzoljuk le a csírázás menetét. Figyeljük meg a mellékgyökereken a *gyökérszőrök* kifejlődését.

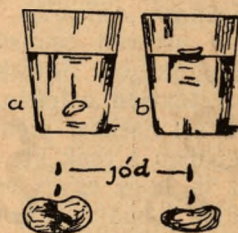
143. Csíráztassunk *fenyőmagvakat* sötét helyen. A sötétben csírázó fenyőmagvak sziklevei, dacára a sötétségnek, mégis zöld sziklevelekkel bújnak ki a maghéjból.

144. Az előző kísérleti összeállításban az itatóspapírost osszuk be 50 vagy 100 egyenlő kis négyzetre. Minden mezőbe tegyünk 1-1 apró magot pl. mákszemeket. Állapítsuk meg a **csírázási energia** és a **csírázás %**-át. Csírázási energia az a gyorsaság, ahogyan egyes magvak bizonyos idő alatt kicsíráznak. Készítsünk róla grafikont. Hasonlítsuk össze a különböző növénymagvak csírázási energiáját. (75. ábra.)

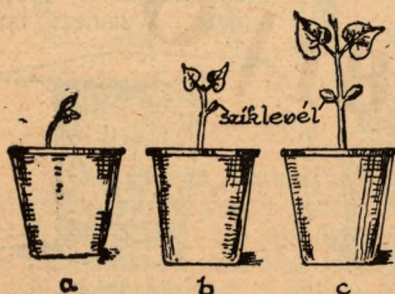
145. *Borsó, bab* magja szikleveleiben igen sok keményítő van, így súlyánál fogva a vízben alásüllyed. Amikor a csíra növényke arasznyira megnőtt, akkorra a sziklevekben már alig, vagy egyáltalán nem marad keményítő. Ha a sziklevelet leszakítjuk és a vízre dobjuk, az a víz szintjén úszik, jelölül annak, hogy a tápláló anyaga kiürült. (A cellulóze fajsúlya u. i. 1-nél kisebb.) A fiatal sziklevel azonban a benne lévő súlyos keményítő miatt a víz alá süllyed. (A keményítő fajsúlya egynél nagyobb.) (76. ábra)



75. ábra.



76. ábra.



77. ábra.

146. Három kb. egyenlően fejlett csírázó babnövényke egyikéről szedjük le mindkét, a másikeről az egyik sziklevelet, míg a harmadikon hagyjuk rajta mindkettőt. A sziklevelüktől megfosztott csíraövénykéek sokkal lassabban fejlődnek mivel tartaléktáplálékuktól megfosztottuk. (77. ábra.) A sziklevekben tehát tartaléktáplálék-anyag van felhalmozva. A szikleveleitől megfosztott növényke primordiális levele hamar elhalványodik és nem is igen fejlődik.

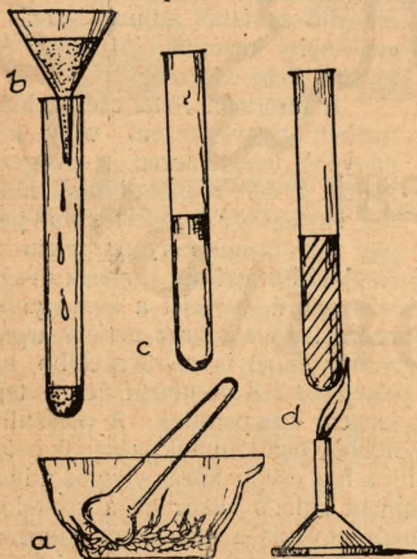
147. A duzzadt sziklevel! vagy a babszem vágási felülete a jód hatására megkékül, jeléül annak, hogy legnagyobb része *keményítő*. Ellenben, ha az elfonnyadt és kettévágott sziklevel vágási felületére cseppentünk jód-oldatot, úgy ekkor kék színeződés nem következik be, mivel a keményítő a sziklevelekben már átalakult cukorra (l. 145. kísértelet) és mint ilyen a fiatal növénykébe vándorol.

148. Csiráz ó babnövényke duzzadt szikleveléből metszetet készítünk. Kevés KOH-t adunk hozzá, majd melegítés után Fehling-oldatot csepegtetünk hozzá és láng felett addig melegítjük, míg buborékok nem szállnak el. A metszet rövidesen viola színű lesz, ami a *fehérje* jelenlétét árulja el (Biuret reakció). (A babszemben kb. 20 % fehérje van. 1 kg. fehér babban van 191 gr. fehérje, 542 gr szénhidrát (keményítő, cukor és cellulóze) 5 gr zsír, 23 gr só, megemészthetetlen és víz 125 gr.)

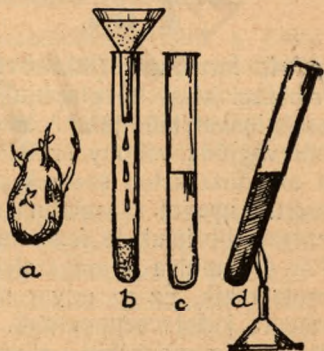
149. *Burgonya* gumó meleg helyen tartva csirázni kezd, ső szárát és eveket is fejleszt, mivel kifejlődéséhez a gumókban elég tápláló anyag (*keményítő*) van felhalmozva. Ugyanakkor azonban a gumó összezsugorodik.

150. *Tökmag*ról a héjat lehántjuk, majd a magot fehér papíron dörzsöljük, maradandó zsírfolt keletkezik, tehát a csirázásra elkészült magban *zsír* is van. Csirázó töknövényke fonnyadó sziklevelével vagy lomblevelével zsírfoltot alig kapunk, jeléül annak, hogy csirázáskor a zsír legnagyobb része felhasználódik.

151. Csirázó búzaszemeket vagy kukoricaszemeket porcellán mozsárban alaposan összedörzsölünk. (a) Kevés desztillált vízzel felhígítva az oldatot megszűrjük, hogy a keményítőtől megszabadítsuk. (b) A szűretet a Trommel-próbával kémleljük, még pedig sok NaOH-t majd CuSO<sub>4</sub>-ből pár cseppet hozzáadva melegítjük (c) Melegítés-



78. ábra.



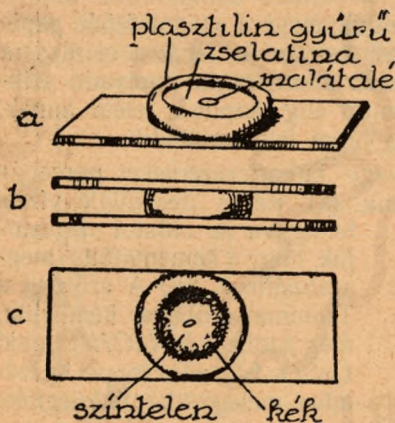
79. ábra.

kor a rézoxid csapadék téglavörösre változik, ami a cukor jelen

létét igazolja. (d) Ezzel szemben az oldat többi része világos viola-színű, ami viszont a **fehérje** tartalmát árulja el. (Biuret reakció) (78. ábra.)

152. Csirázó burgonya gumóból (a) kaparékot szedünk próbacsőbe. A kaparékot kevés vízzel felhígítjuk, megsűrjűk (b) és a szűretet Fehling-oldattal kezeljük, melegítjük. (c) A keletkezett sárga csapadék a **cukor** jelenlétét igazolja. (d) Ennek az a magyarázata, hogy csirázáskor az erősebb lélekzés következtében a keményítő fokozottabb mértékben cukorra alakul át. (79. ábra.)

153. **Csirázáskor a magvak keményítője alakul át cukorra.** Ez a folyamat főleg enzimek hatására hidrolízissel következik be, amikor is a keményítő  $(C_6H_{10}O_5)_n$  a **diasztáze** enzim hatására előbb **maltázzá**  $(C_{12}H_{22}O_{11})$  változik, ez pedig a maltázé enzim hatására szőlőcukorra  $(C_6H_{12}O_6)$  alakul. Érdekes jelenség az is, hogy eme enzimek keletkezése úgy az aleuron rétegben, mint a pajzsocska közelében a legerősebb. Az enzimek hatásának igazolására az alábbi kísérletet végezzük:



80. ábra.

gyűrűt formálunk. (80. ábra.) (a) A plasztilin gyűrűt a másik üveglemezzel kissé meglapítjuk (b) és a gyűrű belsejét a keményítőz zselatinával kiöntjük. A megmerevedés után a száraz malátá árpából vágjunk vékony szeletet vagy még ennél is célravezetőbb, ha a megduzzasztott szemek puha belsejéből 2-3 gombostű fejnyi tejszerű anyagot a zselatina réteg tetejére cseppentünk. A plasztilin csészét borítsuk le fedőlemezzel, nehogy baktériumok jussanak bele. Pár óra múlva a magszeletkéék ill. a híg csepp körül világos udvar mutatkozik. Ez az udvar még jobban látható akkor, ha a zselatina rétegre jódot cseppentünk. Ilyenkor ugyanis a meg nem változott többi rész megkékül, ellenben a csepp közvetlen udvara színtelen marad, (c) ami azt bizonyítja, hogy a **magban lévő enzim hatására ott a keményítő már cukorra változott.**

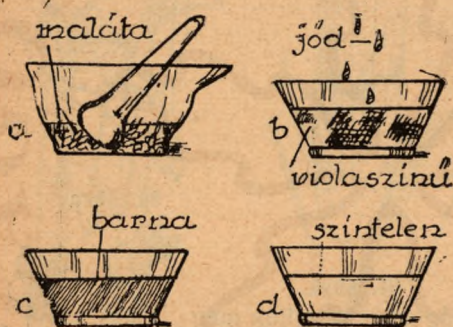
2 %-os burgonya vagy rizs-keményítő oldat kevés próbájához adjunk jódot, mire az megkékül, jelétül annak, hogy az még tiszta keményítő. Oldjunk fel egy tábla zselatinát fél próbacső vízben és a Bunzen égőn óvatosan melegítsük. Ha a zselatina kissé kihűlt, a megmaradt jódnélküli keményítő csirizsből adjunk hozzá 1  $cm^3$ -nyit keverjük jól össze és öntsük Petri-csészébe.

A kísérletet Petri csésze hiányában tárgylemezen, vagy két nagyobb üveglemezen is elvégezhethetjük. E célból plasztilinből lúdtoll vastagságú hengert, ebből pedig az üveglapon (tárgylemez)

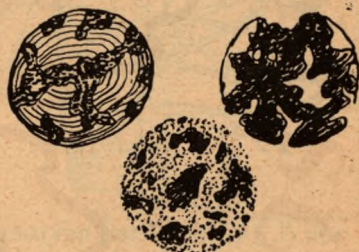
A kísérlet úgy is sikerül, ha a csíráztatott, megszárlított, majd lisztte őrölt árpát gyengén hígítjuk és ebből teszünk egy-egy cseppet a zselatinára. Ellenben nem sikerül a kísérlet akkor, ha a maláta lisztet előbb vízben forraljuk, majd kihűtjük. Forralással ugyanis a diasztáze enzim szétroncsolódik.

154. Száraz diasztázét úgy nyertünk, ha csírázó malátaárpat mozsárban összetörünk, vízzel felhígítunk, alaposan elkeverünk és néhány órai állás után megsűrjük. A tiszta folyadékban diasztázé van. Ha ezt az enzimet további kísérleteinkhez szilárd állapotban akarjuk, úgy erős alkohollal (más anyagokkal együtt) kicsapatjuk. A csapadékot megsűrjük, a szűrőpapiroson megszárlítjuk és ilyen állapotban porüvegben megőrizzük.

155. Megszárlított malátát vagy csírázó árpaszemeket daráljunk, vagy törjük meg finomra. (a) A darált porhoz vagy péphez adjunk kétszer annyi kútvizet, majd rázzuk össze alaposan és szűrjük meg. A szűrethez adjunk egészen híg keményítő oldatot. 5 percnyi hatás után cseppentünk hozzá jódtinktúrát, amire az előbb *violaszínű*,



81. ábra.



82. ábra.

majd 10—12 percnyi hatás után *barna* színű lesz, ami az *erythro-dextrin* jelenlétét igazolja. Végül elszíntelenedik. (81. ábra.)

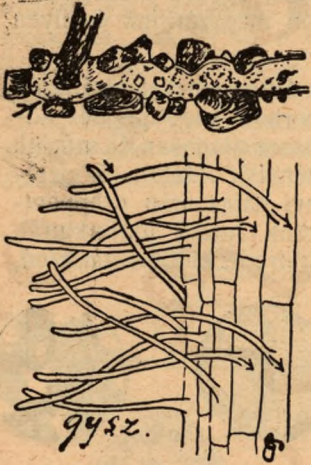
156. Csíráztassunk búza vagy árpaszemeket. Amint a csíra  $\frac{1}{2}$ —1 cm-nyi hosszúra nőtt, a megpuhult szem tejszerű anyagából egy cseppet tegyünk tárgylemezre és mikroszkóp alatt vizsgáljuk. A keményítőszemekem kimarásokat vehetünk észre (korrodált keményítő), amelyet a diasztázé okozott. (T. i. a keményítő kímart részeit szőlőcukorra alakította.) (82. ábra.)

157. A *sarkantyúka* magjának sziklelevelében a sejtek fala meglehetősen vastag és jódt hozzáadásával megkékül. Az ilyen keményítőt *amyloidnak* mondjuk. Ha a fiatal *sarkantyúka* összezsugorodó szikleleveléből keresztmetszetet készítünk és mikroszkóp alatt vizsgáljuk, úgy a sejtek fala jóval vékonyabb és jódt hatására sem kékül meg. Ennek az a magyarázata, hogy csírázáskor a *hemicellulóze* sejtfal legnagyobb része cukorra változott és mint ilyen a fiatal csíranövény táplálékául szolgál.

VI.

A TÁPLÁLÓANYAGOK FELVÉTELE.

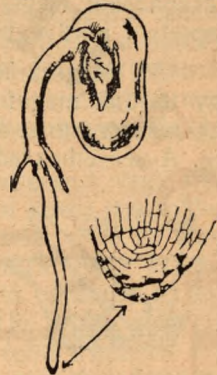
158. Kicsirázott (búza, mustár) növényke mellék- ill. főgyöke-



83. ábra.



84. ábra.



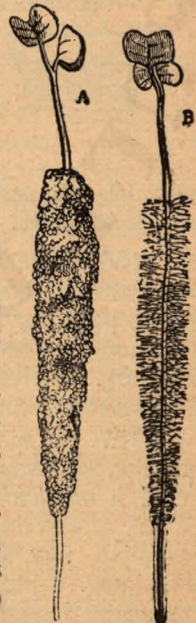
85. ábra.

rén (l. 142 kísérletet) mikroszkóp alatt figyeljük meg a finom gyökérszőrök alakját és nagyságát. Egy gyökérszőrs darabkát tegyünk tárgylemezre, csepentsünk rá kútvizet, fedőlemezrel fedjük le és kis nagyítás mellett vizsgáljuk meg mikroszkóp alatt. Hány sejtű minden egyes gyökérszőr? Hogyan illeszkednek a gyökér felületéhez. (83. ábra.)

159. Számítsuk ki 1 cm. hosszú gyökérszőrés gyökér-darabka felszívó felületét. A gyökérszőröket és a gyökérdarabkát hengeralakúnak tekintjük, a gyökérszőrök átmérőjét 0.05 mm-nek vagyis 50 mikronnak vesszük. Hány gyökérszőr van egymás felett az 1 cm hosszúságban és hány van egymás mellett ugyanabban a magasságban?

160. Figyeljük meg a főgyökér csúcsát; viláosság felé tartva látunk-e valamit a csúcson. Van-e szín vagy tartalmi eltérés a gyökérsüveg és a közvetlen felette lévő rész között? (84. ábra.)

161. Hosszában óvatosan kettévágott főgyökér

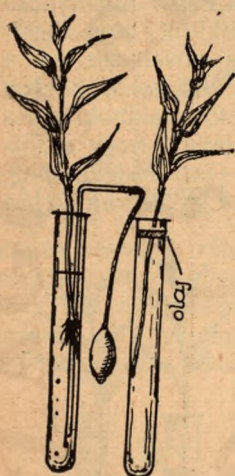


86. ábra.

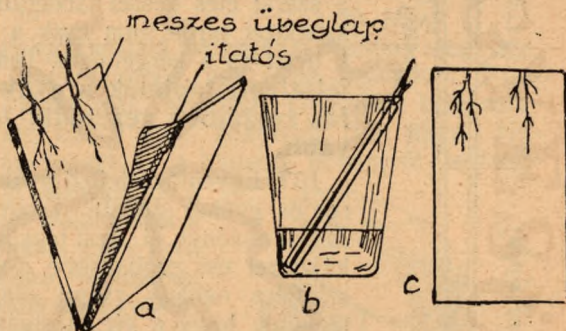
csúcsára cseppentsünk jódd-olajat. A gyökérszűveg a benne felhalmozott és jóddal kezelt keményítő szemecskéitől kékes színben élesen elüt. (85. ábra.)

162. Kicsírázott fiatal növénykét emeljünk ki óvatosan a laza talajból. Rázzuk le gyöngéden a talajrészecskéket, majd pedig egy darabkát figyeljük meg vízben fedőlemez és mikroszkóp alatt. Mi különbség van az előbb vizsgált gyökérszűr és a talajból kihúzott növényke gyökérszűrözete között? Mik vannak a gyökérszűrökre rátapadva? (86. ábra.)

163. A gyökerek képződéséhez levegő kell. Frissen vágott *Tradescantia* ágak alsó végeit tegyük próbacsőbe vagy más alkalmas vízzel telt edénybe. Az egyik edény vizére néhány csepp olajat rétegezzünk, hogy a levegő vízbejutását megakadályozzuk. Rövid idő múlva azt tapasztaljuk, hogy csakis annak a növénynek fejlődik erőteljes gyökérzete, amelyiknek vizéhez levegő



87. ábra.



88. ábra.

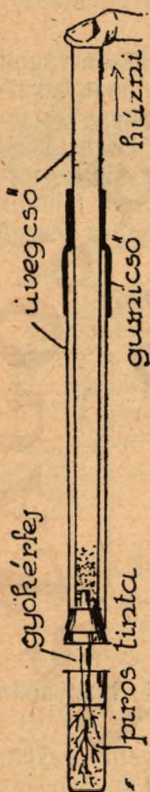
szabadon juthatott, míg a másiknak alsó vége levegő hiányában lassanként rothadni kezd. (87. ábra.)

164. Megtisztított (9x12) fotografáló lemezre öntsünk egyenletesen híg mésztejet ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Tegyük a napra, vagy gázlámp felett óvatosan szárítsuk meg. Ha teljesen megszáradt, tegyük rá olyan búza vagy árpa növénykét, amelyiknek már 4-5 mellékgyökere van. Borítsuk le a nedves itatóspapirossal (9x14 cm.) majd erre ismét tiszta üveglemezt helyezünk. (a) Hogy a két üveglemez el ne mozduljon, célszerű azt középen cérnával egymáshoz kötni. Az egészet tegyük pohárba vagy más üvegedénybe, amelynek alján kevés víz van. (b) Néhány nap múltán a gyökér által kiválasztott sav hatására a gyökér kimart alakja lesz látható. (c) Vagyis a gyökér a táplálék felvételekor savat választ ki. Ez a talaj sőrészecskéit feloldja és így felszívódásra alkalmassá teszi. (88. ábra.)

165. Páratelt levegőn csíráztatott búza, kukorica növényke csúcsát dörzsöljük kék lakmusz papiros között. A kék lakmusz-

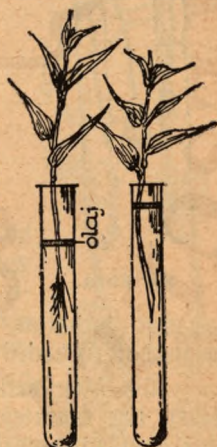
papiros megpirosodik, amely színváltozást a gyökérszőrökben levő sav idézett elő.

166. **A táplálék a gyökereken át szívódik fel.** Lúdtoll vastag és hengeres szárú növényt (petúnia, szalmavirág stb.) óvatosan kiásunk a földből, majd gyökérzetéről a hozzátapadt földrészecskéket lemoszuk. Ezután a növény szárát a gyökérzet fölött 4-5 cm-nyire éles késsel levágjuk és a csonkra légmentesen egyfúratú gumidugót húzunk. A gumidugó hegyesedő végét szívópumpánk alsó végére légmentesen beszorítjuk, a pumpa belső csövét egészen a dugóig letoljuk, majd hüvelykujjunkkal a pumpa felső végét elzárjuk. Most a gyökérzet piros tintával telített nagyobb-fajta próbacsőbe állítjuk, majd a belső dugattyúcső felhúzásával a pumpában légritkított teret létesítünk. (89. ábra.) A légritkítás következtében a gyökérzet környező piros tinta behatol a növény gyökérzetébe, innen pedig a vezető nyálábokba. Ha a szárát éles késsel átvágjuk, látjuk, hogy a felszívódott piros tinta csak a fás részt festette meg, a belet és a kérget nem. Tehát a **gyökerek útján felszívott táplálék a gyökér fás részeiben vezetődik tovább.**



89. ábra.

167. Egyenlően fejlett gyökeres és gyökér nélküli *Tradescantia* növényt, ill. ágat tegyük kútvízzel telt próbacsőbe. A víz szintjére néhány csepp olajat tegyük, hogy a víz párolgását megakadályozzuk. Egy-két nap múlva vagy még hamarabb azt tapasztaljuk, hogy a **gyökeres** növény több vizet szívott, ill. párologtatott el. Vagyis a **vízfelvétel a gyökereken át intenzívebb.** (90. ábra.)

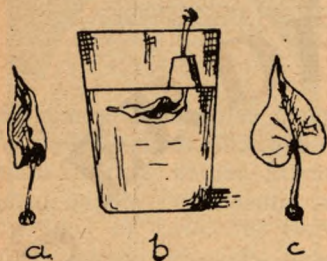


90. ábra.

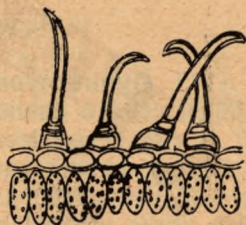
168. Egyes növények (orgona, muskátli, szilva) a leveleikkel is felveszik a vizet. Ez egyszerű kísérlettel is igazolható. Vegyünk lehetőleg egyenlően fejlett villásan elágazó leveles ágat. Helyezzük az egyik leveles ágat a víz alá, míg a másik a levegővel érintkezzék. Kb. 1-2 órai állás után vegyük ki az ágat a vízből és állítsuk üres próbacsőbe. Először kezdenek fonnyadni azok a levelek, amelyek a levegővel érintkeztek, míg a vízben levők továbbra is üdék maradnak, mivel **leveleikkel** elég sok vizet vettek föl.

169. Babnövényke fonnyadni kezdő primordiális levélnyelének a végét mártsuk folyékony paraffinba azért, hogy a levelek vé-

geit teljesen eltömjük. (a) Tegyük most a levélnyelet átfúrt parafadugóba, majd az egészet helyezük vízzel telt edénybe úgy, hogy a levél lemeze teljesen a víz alatt legyen. (b) Kb. egy nap múltán azt tapasztaljuk, hogy a fonnyadni kezdő levél teljesen friss, feszült állapotban van, (c) amit csakis úgy érthetünk meg, hogy a levél lemeze vízzel szívott magába. (91. ábra.) A felszívást azok a parányi szőröcskék végezték, amelyek a levél felületét borítják. (92. ábra.) **Vízfelvétel tehát a levelek által is lehetséges.**

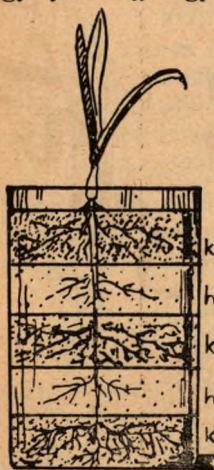


91. ábra.



92. ábra.

170. Cserepet, vagy egyenesfalú üvegedényt töltsünk meg úgy, hogy egy réteg (3 cm. magas) homok, egy réteg ugyancsak 3 cm magas kertiföld réteg váltogassák egymást. Ültessünk bele valamilyen csírázó növénykét, babot vagy kukoricát. (93. ábra.) Néhány heti növekedés után öntsük ki a földet a növényről (legtanácsosabb, ha vízszaggárral kimossuk) s figyeljük meg a gyökérzet kialakulását a



93. ábra.

homokos és a kerti talajban. Melyikben fejlődik több gyökér. Melyikből szedhet föl több táplálékot?

171. *Elodea Ceratophyllum* ág végét kenjük be viasszal és utána tegyük vissza a vízbe. A növény továbbra is üde marad és gyarapodik. A víz alá merült növények u. i. testük egész felületével vesznek föl a megélhetésükhöz szükséges nyers táplálékot.



94. ábra.

172. *Bükkfa, fenyőfa* gyökérzetének végső elágazásait óvatosan ássuk ki és mossuk meg tiszta vízben. A gyökérvégeken gombafonál szálatokat vehetünk észre (mykorrhiza). Ezek segítségével szívja föl a bükkfa vagy fenyőfa a talaj nedvességét. (94. ábra.)

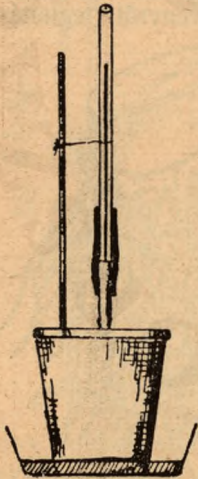


## VII.

### A NYERS TÁPLÁLÓANYAGOK ELVEZETÉSE.

**173. Gyökéryomás.** Virágserépben csíráztatott, erőteljes és ól fejlett csírázó babnövénykét három-négy cm magasságban víz alatt és éles késsel leconkítunk. A csonkra azután jól záró, mintegy 1.5 cm. hosszú gumicsövet húzunk, ennek felső végébe pedig megfelelő vastagságú kapilláris üvegcsövet erősítünk (a kapilláris csőben kevés víz is lehet). Ha a víz alatt lefejezett növény gyökérzetét állandóan öntözzük és ami a legfontosabb, meleg helyen (25—30°) tartjuk, úgy rövid idő múlva (1—2 nap) azt tapasztaljuk, hogy a kapilláris üvegcsőben a víz 1 esetleg 2 cm-el is felemelkedik, amely csupán a gyökér által felvett és ide felnyomott folyadék lehet. (95. ábra.) A kísérlet

csakis gyors és biztos munkával sikerül. A fenti kísérletet a tavaszi szőlőmetszés idején is elvégezhetjük, amikor a szőlővessző csonkra megfelelő vastagságú gumicső segítségével üvegcsövet erősítünk. Rövid idő múltán észrevehetjük, hogy a könnyező szőlővessző nedvessége az üvegcsőben felemelkedik.



95. ábra.

**174. Az útifű (*Plantago media, lanceolata*) levelét próbáljuk óvatosan kettészakítani. Úgyes foggással csak a levél gyenge része szakad ketté, míg a vezető edénynyalábok megnyúlnak és csak erős húzásra szakadnak el. Hány edénynyaláb fut a levélben?**



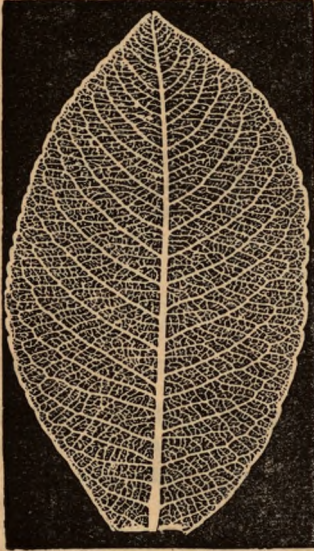
96. ábra.

Egyenlő vastagok-e? A középvonalhoz közelebb esők vastagabbak-e, mint a szélsők? (96. ábra.)

**175. Leveleket, terméseket (maszlag) szárakat (kaktusz, ernyősök) áztassunk kútvízbe, szódás vagy kálilúgos vízbe. Napon való kellő áztatás után (2—3 hét) az illető növényi rész edénynyalábrendszere gyönyörűen megmarad, míg az alapszöveti részletek el-**

puhulnak, majd elmállanak. Ha az ereket közt kevés alapszöveti részlet maradt volna, úgy (pl. a leveleket) finom bårsonyra helyezük és finom ruhakefe szõrõzetével ütõgetjük. A szõrszálak az erek között megmaradt puhább részeket kiütõgetik, miáltal az ereket gyõnyõrûen látszik. — Kora tavasszal gyûjtsünk vízben áttelelt lomb-

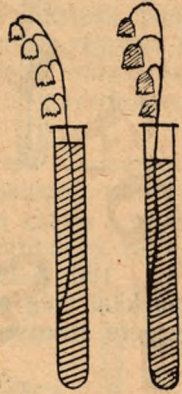
leveleket, Az ereket ezeken is nagyon jól látszik. A kísérlet elfonynyasztott (de nem száraz) hársfa levéllel azonnal is sikerül. (97. ábra.)



97. ábra.

176. Az *Impatiens parviflora*, *I. sultani*, (ne nyúlj hozzám) átlátszó szárát tartjuk a világoasság felé, amikor is a táplálékvezető edénnyalábok jól láthatók. Állítsuk a leveles ágat piros tintába, amikor is a vezetőnyalábok pirosra festõdnek. Gyõngyvirág tőszárával a kísérlet szintén jól sikerül.

(98. ábra.)

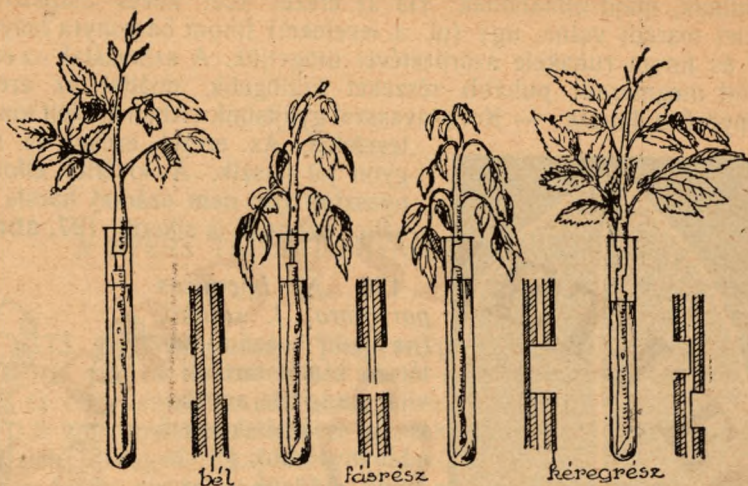


98. ábra.

177. Fehér rózsát vagy más fehér virágot állítsunk piros tintába vagy más színes folyadékba. Néhány óra múltán a szíromlevelek erei megszínesednek, amiből a táplálékvezetés helyére is következtethetünk. (98. ábra.)

178. Figyeljük meg a lógesztenye levélripacsát és állapítsuk meg a *levélnyomnyalábok* helyeit, tehát azokat a pontokat, amelyen keresztül a talajból felvett és a szárba feljutott nyers táplálék a levélbe átmegy.

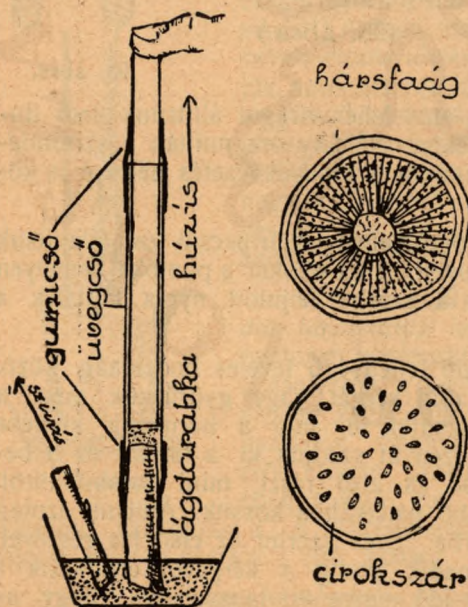
179. Három, kb. egyenlő fejlettségű leveles bodzafaág közül az egyiknek hámozzuk le a zöld kérgét, vagy gyűrűzzük meg, a másodiknak a fás részét is szedjük le, míg a harmadik kérgébe hosszanti vágást ejtsünk és ezen át szedjük ki a farszt és a belet. Ez utóbbi esetben a felső és alsó részt, mint valami törött végtagot két helyen vékonyabb pálcikához kössük. Állítsuk azután mindhármát vízzel telt pohárba. Ezek szerint az első fás részével, a második a belével, a harmadik pedig a kérgével érintkezik a pohárban lévő vízzel. Rövid idő múlva azt tapasztaljuk, hogy az utóbbi kettő lassanként elhervad, míg az első továbbra is friss marad. A kísérlet tehát azt mutatja, hogy a nyers táplálék a szár fás részében vezetődik. (99. ábra.)



99. ábra.

180. A fenti kísérlet hársfaággal, bodzafaággal és szívópumpánkkal még sokkal szemléletesebben sikerül. Szívópumpánk alsó végére szorosan fogó 2—3 cm. hosszú gumicsövet húzzunk. A gumicsőben kb. 5—6 cm.

hosszú olyan vastag hársfaág darabkát dugunk, amelynek felső vége szívópumpánk külső csővébe pontosan beférjen és felső vágási felülete pedig a gumicső pereméig érjen. Martsuk az ág alsó végét piros tintába, majd szívópumpánk belső csővének felső nyílását újjunkkal befogva, azt óvatosan húzzuk felfelé, amiáltal a pumpa belsejében légritkítás áll elő. (100. ábra.) A légritkítás következtében a piros tinta oldat a hársfaágon keresztül az üvegpumpába nyomul és ott az ág tetején felgyülemlik. Ha újjunkat felemeljük és a dugattyúcsövet ismét befogva lefelé nyomjuk, úgy a felszívott színes oldat az ágdarabon keresztül cseppek alakjában az ágdarabok alján kicsepeg.



100. ábra.

100. ábra.

Ha az így kezelt ágat most éles késsel átvágjuk, azt látjuk, hogy csupán csak a fás rész festődött meg, ellenben a kéreg és a bél nem, ami azt bizonyítja, hogy a talajból felvett táplálék a fás részben szállítódik felfelé. E kísérletnél igen jól látszanak a bélsugarak is, amelyek szintén nem festődnek meg. Gyönyörűen sikerül ez a kísérlet megfelelő vastagságú bodzafa ággal, amikor is a fás rész élénk piros színű lesz, a bél fehér, míg a kéreg változatlanul zöld marad.

181. A kétszeresen meggyűrűzött leveles ág egyik gyűrűjét jobbról balra félig, a másikat balról jobbra, de ugyancsak a középtengelyig vágjuk ki. Állítsuk az ágat vizet tartalmazó edénybe. Az ág nem hervad el, dacára, hogy a függőleges edények megvannak szakadva. Ez a kísérlet azt igazolja, hogy a fás részben a víz nemcsak függőlegesen haladhat föltel, hanem oldalt is. Vagyis ha az ág megsérül, a vízvezetés továbbra is zavartalanul biztosítva van. (99. ábra.)

182. Végezzük el a pumpás kísérletet megfelelő vastagságú cirokszárral (vagy más megfelelő vastagságú egysziklevelű növény szárával is), amikor a laza szerkezetű alapszövetben csakis a szórt edénynyalábok festődnek meg, míg a fehér bél továbbra is változatlan marad. Vágjuk most hosszában ketté a megfestett cirokszárát, amikor is az egyes megfestett piros edénynyalábokat külön-külön kihúzzhatjuk, kifejthetjük a fehér alapszövetből. (100. ábra.)

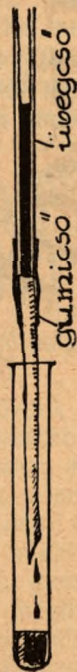
183. Hogy valóban a fás rész (és pedig a legfiatalabb fás rész) vezeti főleg a talajból felvett vizet, egyszerű kertészeti eljárással igazolhatjuk. Ha valamely oldalágot, hajtást, rügyet tavasszal erősebben akarunk fejleszteni, akkor az ág eredési helye fölött kb.  $\frac{1}{2}$  cm. magasra félhold alakúan bevágunk nemcsak a kéregbe, hanem a fás részbe is. Ebben az esetben az ág több vizet kap és így erősebben is fejlődik. Ha ezt az eljárást rügy fölött végezzük, úgy ezzel az eljárással a rügyet kihajtásra kényszerítjük. Ha pedig a vágást az ág vagy pedig a rügy eredési helye alatt végezzük, úgy éppen ellenkező hatást érünk el.



101. ábra.

zészhez szükséges anyagokat nem is tudják előállítani. (101. ábra.)

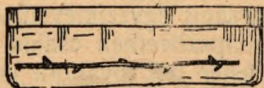
184. Még egyszerűbb az a kertészeti eljárás, amikor a fejes káposzta idő előtti felmagzását akarják megakadályozni, akkor a káposzta gyökérfejébe harántul éles késsel bevágunk. Ezzel az eljárással a talajból csak kevés táplálék mehet a levelekbe, ennek következtében azok a virágképzéshez szükséges anyagokat nem is tudják előállítani. (101. ábra.)



102. ábra.

185. Fűzfának kb.  $\frac{1}{2}$ -1 cm átmérőjű és 15-30 cm. hosszú ágára gumicső segítségével erősítsünk rá festett vízzel telt üvegcsövet. Allítsuk az ág alját üres próbacsőbe. Az üvegcsövet pedig függesszük föl. Figyeljük meg, mennyi idő alatt szűrődik át cseppenként az első üvegcsőben lévő víz az ágdarabkán keresztül az alsó próbacsőbe. (102. ábra.)

186. Kb. arasznyi hosszú,  $\frac{1}{2}$  cm. átm. fűzfaágat amelynek mindkét végét éles késsel vágjuk le, helyezzük tiszta kútvízbe. Egy napos állás és kivevés után, ha a függőlegesen tartott ág felső metszési felületére 1-2 csepp vizet teszünk, ez a vízcsepp nyomást gyakorol az alatta levő vízoszlopra, mire az alsó metszési felületen egy csepp víz jelenik meg, jelölül annak, hogy **a vízvezető edényekben a vízvezetés szakadatlan.** Ha az ágat felfordítjuk, akkor ismét az alsó vágási felületen jelenik meg a vízcsepp, jelölül annak, hogy egy csepp nyomáskülönbsége is áramlást idéz elő a növényben lévő vízoszlopban. (103. ábra.)



103. ábra.

187. **Negatív nyomás a növény belsejében.** Erős fejlődésben levő babnövény vagy nenyúljjhozám szárát lapos csészébe öntött eosin oldat alatt éles késsel átvágjuk, majd a vágás után a folyadékból mindjárt kivesszük. Ha a metszési felület fölött vagy alatt 1-2 cm.-nyire a szárát átvágjuk, meglátjuk benne az eosint, ami csakis úgy juthatott olyan magasra, (messzire)

ha feltesszük, hogy a növény belsejében lévő negatív nyomás a folyadékot a vágási felületen át magához szívta. Ha a virágokat általában víz alatt vágják le, úgy sokkal tovább virítanak. Közönséges levágáskor ugyanis a vezető edényekbe levegő töltül ez pedig a nedvek áramlását akadályozza. (104. ábra.)



104. ábra.

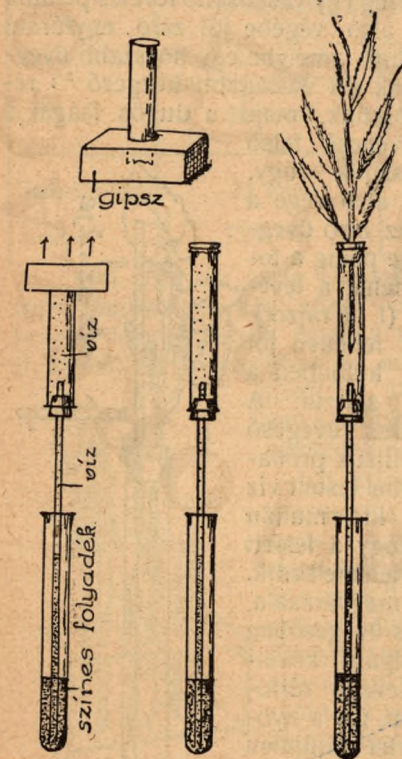
## VIII.

### A NÖVÉNYEK PÁROLGÁSA.

188. A párolgás fizikai folyamat. Gyufás doboz tartóját kenjük be belül vazelinnel, majd öntsük tele híg gipszpeppel. A pépbe merőlegesen állítsunk feneketlen (eltörött) próbacsövet úgy, hogy a próbacső sértetlen peremes része szabadon álljon. Még egyszerűbb ennél is, ha a fotografálásakor használt és kiürült előhívócsövet használjuk fel erre a célra. Ha a gipsztömb megszáradt, a doboz fás részét késsel eltávolítjuk, az üvegcsövet vízzel megtöltjük, egyfúratú jól záró dugót illesztünk bele, a dugóba pedig vízzel megtöltött 20-30 cm. hosszú üvegcsövet teszünk. A készüléket megfordítjuk, majd a vékony üvegcsövet színes folyadékot tartalmazó próbacsőbe állítjuk. (l. a rajzot)

A párolgás szívó hatására a színes folyadék az üvegcsőben felemelkedik, sőt később a gipsztömböt is megfesti. A kísérlet tehát azt mutatja, hogy a párolgás fizikai folyamat és szívó hatása is van. A párolgást elősegíti a direkt napfény és lassítja a levegő magas páratartalma. (105. ábra.)

189. Szélesebb üvegcsővünk egyik végére kössünk kolbászbél, marhahólyag, vagy szívburok darabkát ugyanolyan módon, mintha paradicsomos üveget kötnénk el. Utána öntsük tele vízzel, majd a szabad végébe egyfúratú gumi-dugót, ebbe pedig vízzel megtöltött üvegcsövet dugunk. Az esetleg hiányzó vizet utólag is pótolhatjuk a vékonyabb csőben. Ha az elzárás pontos, úgy a vízszlop

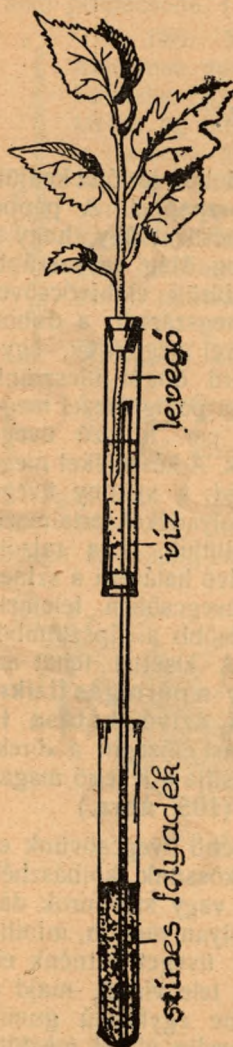


105. ábra. 106. ábra. 107. ábra

lefordítva sem ömlik ki a csőből. Állítsuk az üvegcsövet próbacsőbe, amelybe néhány  $\text{cm}^3$ -nyi festett kútvizet teszünk. Rövid idő

mulva azt vesszük észre, hogy a színes folyadék a csőben felemelkedik, amit csakis a párolgás szívó hatásával magyarázhatunk meg. (106. ábra.)

190. A fenti kísérletet élő növényvel is elvégezhetjük, amikor is a párolgó lombozat a próbacső színes folyadékát felszívja. (107. ábra.) Kísérleti növénynek nagyon alkalmas a petúnia, fűzfa leveles ága, vagy az egyenlően fejlett gyökértelen *Tradescantia* ág, amely utóbbi esetben azt is megállapítjuk, hogy a **gyökeres növény aránylag több vizet használ el**, mivel gyökereivel több vizet vehetett fel. (l. 86. ábrát.)



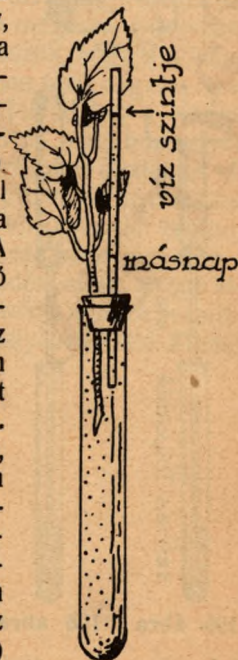
108. ábra.

más felé fölszívódik. Ez a kísérlet kitűnően szemlélteti a párolgás szívó hatását, de az elpárolgott víz mennyiségét is. (108. ábra.)

192. A párolgás mennyisége. Lényegében

191. 10-15 cm. hosszú üvegcsőbe tegyünk jól záró gumidugót. A felsőbe szorosán és légmentesen illesszünk nagyobbacska akácfa vagy akármilyen fa, fűzfa, eperfa leveles ágát, esetleg egy vastosabb leveles petúnia ágát. A cső alsó végébe jól záró egyfúratú dugót illesztünk, amelybe egy hosszabb üvegcsővet teszünk. A vastagabb üvegcső  $\frac{3}{4}$  részéig vizet öntünk, majd a dugós faágat a vastagabb üvegcső felső részébe illesztjük úgy, hogy az ág alsó vége a folyadékba, az alsó üvegcső felső vége pedig a folyadék fölé, tehát a levegőbe érjen. (l. a rajzot).

A dugóknak feltétlen jól kell zárniok, különben a kísérlet nem sikerül. A vékony és üres üvegcső alsó végét állítsuk próbacsőbe, amelybe festett víz van. Rövid idő múltán azt látjuk, hogy a festett víz a csőben felemelkedik. Ennek az a magyarázata, hogy a széles üvegcsőben a víz elpárolgása következtében a levegő térfogata nagyobb, így a nyomás



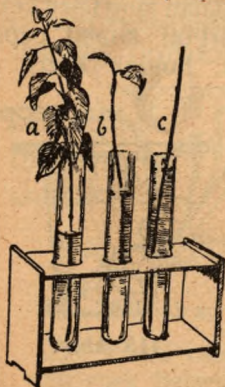
109. ábra.

a következő kísérlet is ugyanezt bizonyítja. Nagyobb próbacsöbe illesszünk be kétfuratú gumidugót. Az egyik furatba valamilyen leveles ágat (akác, fűzfa, eperfa, petúnia) erősítsünk légmentesen, míg a másikba egy hosszabb üvegcsövet. A nagy próbacsövet szüntől megöltjük vízzel. A dugó betevésekor a próbacsöből a víz az üvegcsőben felemelkedik és ha a dugó jól zár, ott is marad. Jelöljük meg a vízszlop magasságát. Néhány óra múlva a levelekből elpárolgott vizet a vékony csőben levő víz pótolja, ennek következtében állandóan süllyed. Állapítsuk meg, mennyi idő alatt mennyi víz távozott el a leveles ágon keresztül. (109. ábra.)

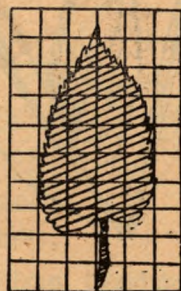
193. Ha az üvegcső helyett kapilláris csövet használunk, akkor a párolgás mértékét szinte szemlátomást érzékelhetjük. A párolgás mértéke természetesen függ a levegő páratartalmától és a növény természetétől is. A napos helyen élő növény (pl. Mahonia) lassabban párolog, mint az orgona, ez viszont még lassabban, mint a mocsaras helyen élő mocsári gólyahír, amit az alábbi kísérleti sorozat is igazol.

	A vízszlop süllyedése óránként mm.-ben 20° mellett		
	Xeromorph növény <i>Mahonia</i>	Mesomorph növény <i>Orgona</i>	Hygromorph növény <i>Mocsári gólyahír</i>
Szélcsendben	15 mm.	16.5 mm.	34.5 mm.
Szélben	13.4 mm.	14.1 mm.	78.2 mm.

194. *Pistuka virág (Impatiens sultani)* ökörfarkkóró (*Verbascum thapsus*) és kövi rózsza vagy varjúháj (*Sempervivum* vagy *Sedum*) levelét tegyük egymás mellé a napverőre. Melyik fonnad el hamarabb (*Impatiens*) és melyik tartja meg a vizet legtovább (*Sedum*) Miért? Mi szerepe van a szőrözetnek és a nyálka anyagnak?



110. ábra.



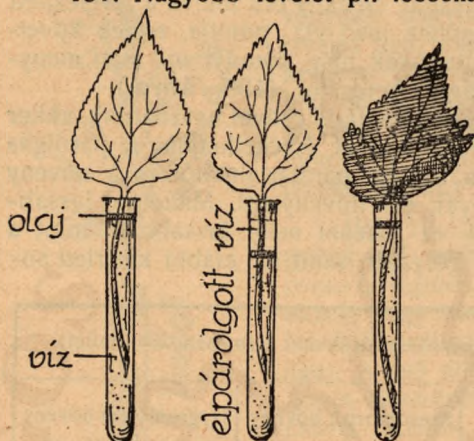
111. ábra.

195. Három egyenlően fejlett orgona vagy más leveles ágak egyikén a leveleket rajta hagyjuk, (a) a másodikon csak 2-3 marad, (b) míg a harmadikon egy sem. (c) Állítsuk mindhármát vízzel egyenlően megtöltött próbacsöbe. Egy napi állás után azt tapasztaljuk, hogy legtöbb víz párolgott a leveles ágon keresztül, míg a levél-telenből alig párolgott valami! (110. ábra.)



196. Milliméter papiroson állapítsuk meg egy-egy levél felületét és hozzávetőlegesen becsüljük meg, mennyi vizet párologtat el egy növény egy napon, vagy egy tenyésztési időszakon át. Ne feledkezzünk meg arról, hogy a levél mindkét oldalán párologtat, bár a fonákán erőteljesebben. (111. ábra.)

197. Nagyobb levelet pl. lósóska, lógesztenye, eperfa levelét



112. ábra.

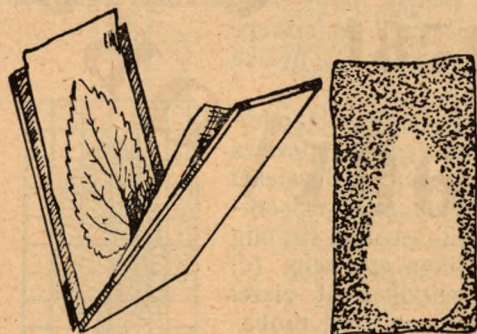
113. ábra.

állítsuk vizet tartalmazó próbacsöbe. A levélnyel a vízbe ér. A vízre ezután néhány csepp olajat is tehetünk vagy pedig a próbacső száját vattadugóval zárjuk el. A kísérlet kezdetén jelöljük meg a vízszint magasságát. Állapítsuk meg, hogy 6, 12, 24 óra alatt mennyivel süllyedt le a víz szintje, ill. mennyi vizet párologt a növényből. (112. ábra.)

198. Ha egy friss eperfa levél színét és fonákát vazelinnel vagy mézzel bekenjük és a fent leírt módon a

vízzel megtöltött próbacsöbe állítjuk, a levél két hélig vagy még tovább is üde zöld marad. (113. ábra.) Ugyanez történik akkor is, amikor a levéltetvek mézszerű váladékot bocsájtanak ki magukból és így a levegőnyílásokat eltömik.

199. Nagyobb levelet, amelyet közvetlenül a növényről frissen vágunk le (muskátlí, juhar, ciklámen, nyárfa, orgona, bab, nyenyél-hozzám) fedjük be mindkét oldalán láng felett kékre szárfiótt kobalt papirossal. Fogjuk közre a



114. ábra.



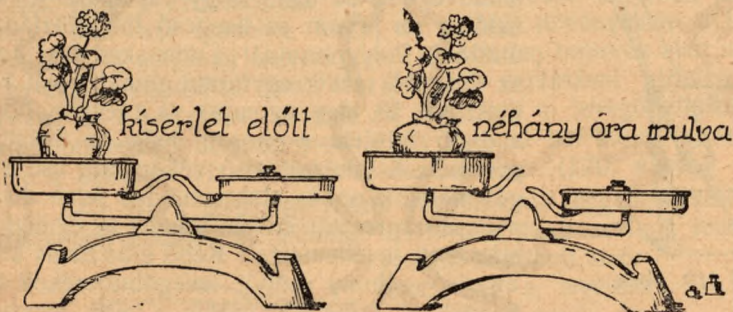
115. ábra.

levelet a két kobalt papirossal együtt két ugyanakkora üveglemez közé. Néhány perc múlva a levél fonákán a száraz kék kobalt papiros halvány rózsaszínű lesz, míg a színén továbbra is kékes

marad, bizonyítva azt, hogy a levél fonákán több vízpára távozott el. (115. ábra.)

200. Befőttes üvegbe vagy pohárba tegyünk apró leveleket vagy más zöld és húsos növényi részeket. Az üveget borítsuk le üveglappal. Néhány óra múlva az üveg fala a levelekből eltávozó vízpára hatására harmatos lesz. A növény testéből tehát állandóan víz párolog (115. ábra.)

201. Konyhamérleg egyik tányérjába állítsunk cserepes növényt. A talajra öntsünk gipszpépet, vagy borítsuk le vastag papirossal, hogy ne érintkezzék a levegővel. Rövid idő múlva azt látjuk, hogy a cserepes növény serpenyője felemelkedik. Állapítsuk meg hány gr-al lehet az egyensúlyt ismét helyreállítani. És hogyha a serpenyőre helyezett növényt üvegbúrával beborítjuk, tapasztalunk-e akkor változást? (116. ábra.)

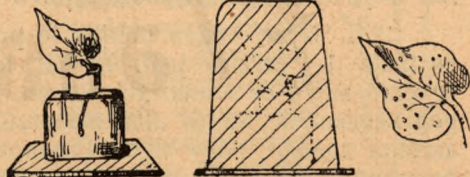


116. ábra.

202. Ivópohárban csiráztatott fiatal búzánövénykéket borítsunk be üveglappal. Néhány óra, de legfeljebb egy nap múlva a csíranövénykéek csúcsán vízcseppek jelennek meg. Ennek az a magyarázata, hogy a csíranövényke páratelt környezetében a felesleges vizét nem párologtathatja el gőz alakjában, így cseppekben préseli ki magából (hydatodák működése). (117. ábra.)



117. áb a.



118. ábra.

203. Fiatal cserepes babnövénykét tegyünk olyan üvegbúra alá, amelynek belsejét nedves itatóspapirossal béleltük ki. Helyezzük a búrával (pohárral) leborított babnövényke levelét a napverőre. Már néhány óra múlva azt tapasztaljuk, hogy a levél felületén nagyon finom parányi vízcseppecskék jelennek meg, amelyeket a bab-

levél felületén lévő szőröcskék, (hydatódák) préselnek ki magukból. Még egyszerűbb a kísérlet, ha a babnövényke helyett, annak egyik levelét vízzel telt tintás üvegbe állítjuk és nedves itatós papirossal bélelt pohárral borítjuk le. A keletkezett vízcseppek így is jól láthatók. (118. ábra.)

204. **Hol történik a párolgás?** 1 cm átm. üvegcsövünk egyik egyfúratú dugójába illesszünk szorosan járó kihúzott rövid üvegcsövet és szorítsuk be légmentesen az üvegcsőbe. Fűzfa, mus-



119. ábra.

káttli, eper, a futó *Polygonum baldschuanicum*, nagylevelű útifű, vagy valamilyen más nagyobb levelű növényről, amely előzőleg friss állapotban legalább fél óráig a napon volt, szakítsunk le egy levelet. Fonákával felfelé borítsuk rá óvatosan az üvegcső másik *egyenletes* végére, de úgy, hogy vastagabb ér lehetőleg ne jusson az üvegcső fölé (fűzfánál, útifűnél, Polygonumnál ez nem akadály). Most az üvegcső másik egyfúratú gumidugóját ráillesztjük, ill. úgy nyomjuk rá a levélre, hogy a dugó felülete pontosan fedje az üvegcső peremét. A kihúzott alsó vékonyabb cső végét mártsuk pohár vízbe, majd a felső dugó nyílásán keresztül erősen fújjunk az ily módon kifeszített levéllemezre. Kellő erős fúvás után az alsó vékony csőből levegőbuborékok távoznak el, amelyek csakis e levél lemezén keresztül juthattak az üvegcsőbe. A kísérlet tehát azt bizonyítja, hogy **a levél lemeze a levegőtől átjárható**. A szájjal való fúvás helyett gumilabdás fúvószerkezetet is használhatunk. Vigyázzunk azonban, mert az erős nyomás a levelet kiszakítja. (119. ábra.)

205. Végezzük el ugyanezt a kísérletet fonnyadó levelekkel is. A kísérlet ezzel azért nem sikerül, mert fonnyadáskor a levegőnyílások bezáródnak és így rajtuk keresztül levegő nem juthat a levélbe. Sötétben (este) leszakított levéllel sem igen sikerül a kísérlet, mert a **levegőnyílások éjjelre rendszerint becsukódnak**.

206. Nyári napon mérjük le pontosan frissen levágott hársfa és fűzfa 1-1 leveles ágát. A két leveles ág lehetőleg pontosan egyenlő súlyú és lombozatú legyen. A mérést legjobb kézi mérlegen végeznünk. Mérés után helyezzük a két ágat egymás mellé az asztalra anélkül, hogy vízbe állítanók őket. Hat, tizenkét vagy 24 óra múltán mérjük le mindkét ágat pontosan és az eredményt jegyezzük fel. 24 óra múltán állapítsuk meg, melyik ágból távozott el több vízpára. A kísérlet azt mutatja, hogy a fűzfa zárósejtjei még a fonnyadás kezdetén sem záródnak be, ellenben a hárséi igen. A fűzfa tehát hamarabb fonnyad, mint a hársfa.

207. A kobalt papirosos kísérlet is ezt mutatja. A fonnyadt hársfa levél fonákán a kobalt-papiros még 5 perc múlva sem vál-

oztatja színét, ellenben a frissen leszakított és napverőn álló levélen az elszíntelenedés mindjárt észlelhető.

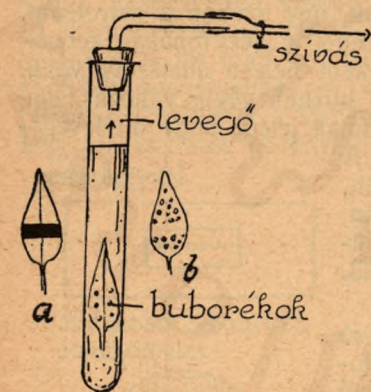
208. Két egyenlően fejlett hárfaág közül állítsuk az egyiket vízbe, a másikat hagyjuk az asztalon fekvé. 2-3 óra múlva a kobalt-próba azt mutatja, hogy a vízbe állított ág levelein a levegőnyílások nyitva vannak, a hervadó leveleken ellenben bezáródtak.

209. *Petunia*, csibehúr, *Polygonum*, útifű vagy más növény kisebb levelét tegyük vízzel félig telt és légmentesen záró üvegcsővünkbe. A cső dugójának fúratában hajlított üvegcső van. Az üvegcsővön keresztül szájunkkal kiszívjuk, azaz megritkítjuk a víz feletti levegőt. A levegő nyomása a víz felett így megkisebbedik, ellenben a levél belsejéből a levegő a levegőnyílásokon át buborékok alakjában kinyomul. Különösen jól látható ez a csibehúron és a petúnián. Az egysziklevelű növények levelein pl. a *kukorica*, *fűvek* vagy a *Tradescantia* levelén a buborékok sorjában jelennek meg, ami azt igazolja, hogy ez utóbbi növényeken a levegőnyílások is sorjában helyezkednek el. Minden buborék alatt ugyanis egy-egy levegőnyílás van. Ha a levegő szívásával hirtelen felhagyunk és a normális nyomás áll elő, úgy a levegőnyílásokon át kiszívott levegő helyére most a víz nyomul be, ennek következtében a bahatóló víz a levelet áttetszővé teszi. (120. ábra.)

210. Ha a levél egy részét szürkülettől reggelig fekete papíroscsíkkal elfödjük és másnap délelőtt a papiroscsíkot levéve vé-

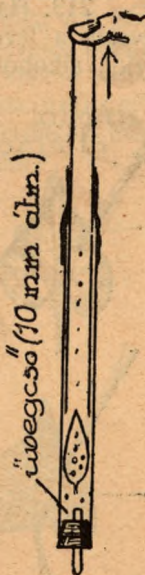
gezzük el a fenti kísérletet, úgy a levélnek azon része, amely papiroscsíkkal be volt borítva, változatlan marad, tehát ezen a részen a víz nem hatol a levélbe, mivel a sötétség hatására a levegőnyílások zárva maradtak.

211. Sokkal szemléletesebb ez a kísérlet, ha szívó pumpákkal végezzük el. Szívópumpánk alsó gumidugóját kivesszük és a szélesebb üvegcsőbe sértet-



120. ábra.

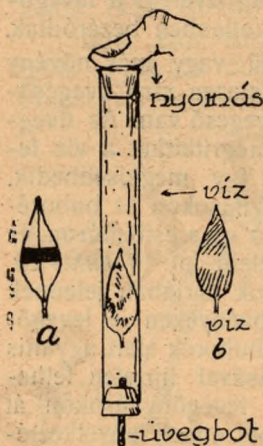
len levelet dugunk óvatosan, hogy meg ne törjük. Utána a cső alsó végét az üvegbotos gumidugóval légmentesen elzárjuk. A belső üvegcsövet ledugjuk egész a bedugott levélig, majd a készüléket megtöltjük színültig vízzel. Hüvelykujjunkt a cső végére nyomva a belső csövet óvatosan próbáljuk a külsőből kihúzni (l. a rajzot.) Eközben légritkítás következik be, aminek hatására a



121. ábra.

levelekben lévő levegő a levegőnyílások helyén parányi buborékok alakjában jelentkezik. Ha a szívással hirtelen felhagyunk, a kinyitott levegőnyílásokon át a víz a levél belsejébe nyomul. (121. ábra.)

212. Vastagfalú szőleesebb üvegcsővünk egyik végébe légmentesen üvegbotos gumidugót erősítünk, majd megtöltjük színültig vízzel. Tegyük bele fiatal babnövényke lomblevelét, vagy a *Polygonum*, *Tradescantia* levelét. Különbösen alkalmas erre a petúnia levele, amelyet előzőleg  $\frac{1}{2}$  óráig a napon tartottunk. Legjobb a levelet frissen leszakítva az edénybe tenni. Az üvegbe óvatosan, légmentesen záró gumidugót nyomunk. A nyomás hatására a víz összenyomódik és ennek következtében a nyitott levegőnyílásokon át a víz benyomul a levél belsejébe amit a levél színeváltozásából is láthatunk. Dugó hiányában, egyik ujjunkat is benyomhatjuk a vízzel telt csőbe, a kísérlet így is sikerül. (122. ábra.)



122. ábra.

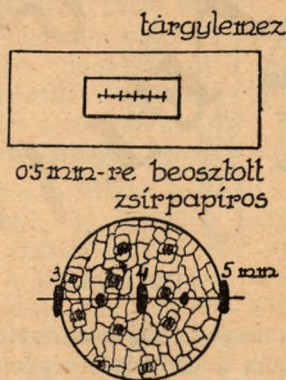
Próbacsővel is sikerül a kísérlet, de vigyázni kell, nehogy elrepedjen és a kezünket megsértse.

213. Ha a megvilágított fiatal babnövényke vagy más növény levelén a levegőnyílások nyitva vannak, úgy azokon a petroleum, xylol, alkohol könnyen áthatol. Ha ecsettel a levél fonákán keresztül húzunk, úgy a bekent helyen áttetszővé válik. Ha azonban a színén húzunk végig, változás nem, vagy alig észlelhető annak jelétül, hogy ott levegőnyílások nincsenek. A kísérlet sarkantyúknál, *Bryonián*, mákon, útifűn, nyárfán, gyermekláncfűvön is jól sikerül. (123. ábra.)



123. ábra.

214. Igen átlátszó zsírpapíron vagy celofánon igen finom hegyű tollal és igen pontosan jelöljük ki  $\frac{1}{2}$  cm-es távolságot és ezt előbb osszuk 5 mm-re majd a mm-es vonalak között a  $\frac{1}{2}$  mm-t is jelöljük meg. Vágjuk ki óvatosan ezt



124. ábra.

a finom beosztást, szindetikonnal ragasszuk tárgylemezre és óvatosan toljuk a mikroszkóp tárgylencséje alatti látómezőbe. A mértéket

addig tologatjuk a látómezőben, míg két beosztási vonal közepe a látómező átmérője lesz. Megállapítjuk pontosan, hogy a látómezőbe hány beosztás fér el. (Esetleg az  $\frac{1}{4}$  beosztást is vegyük figyelembe) Ily módon ismerjük a látómező átmérőjét, amiből annak területe is könnyen kiszámítható ( $r^2 \pi$ ) (124. ábra.)

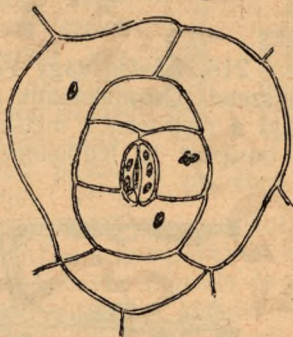
215. *Tradescantia* vagy más lomblevelű növény levél fonákáról lehúzzuk az alsó epidermist. Ez úgy történik, hogy éles késsel, vagy borotvával bevágunk a levél fonákába, majd csíptetővel a bevágástól kezdve lehúzzuk az epidermist. A lehúzott epidermist a nyúzott felülettel lefelé tárgylemezre tesszük, vizet cseppentünk

rá, fedőlemezzel lefedjük és az előbbi lencserendszerrel vizsgáljuk. Megállapítjuk, hogy a fél látómezőben, esetleg az egészben hány levegőnyílás van. (A 125.

ábra egy levegőnyílás záró- és környező sejtjeit ábrázolja.) Mivel a látómező nagyságát  $\text{mm}^2$ -ben ismerjük, így azt is kiszámíthatjuk, hogy annak a levélnek egy  $\text{mm}^2$ -nyi területére hány levegőnyílás jut.

Ha a fenti kísérleti levelet  $\text{mm}$ -es papírosra fektetjük és a levél felületét megállapítjuk, úgy ezzel hozzávetőlegesen 1-1 levélen (növényen) lévő levegőnyílások számát is kiszámíthatjuk.

*Tradescantia* levelén kb. 50-60, a szilvafa levelén (0) 253, az almafa levelén (0) 246, a búza levelén (47) 32, zab levelén 40(27) levegőnyílás jut  $\text{mm}^2$ -nyi területre. A bab levelének fonákán  $\text{mm}^2$ ként 650 levegőnyílás van, míg a hármass levelén (kb.  $100 \text{ cm}^2$ ) mintegy 6.500.000; a színén alig van levegőnyílás. Állapítsuk meg, hogy pl. egy bab növényen hány levegőnyílás működik?

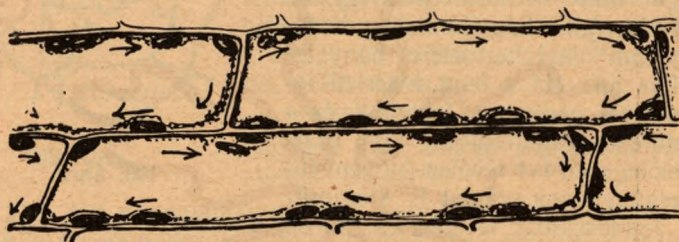


125. ábra.

## IX.

### AZ ASSZIMILÁCIÓ.

216. *Elodea* vagy *Vallisneria* leveléből készítsünk hosszanti metszetet. Csöppentsünk a tárgylemez közepére egy csepp vizet, majd a metszetet a metszési felületével fölfelé tegyük a csepp vízre és borítsuk le fedőlemezzel. Vizsgáljuk a metszetet mikroszkóp



126. ábra.

alatt. Ha elég meleg a tárgylemez, úgy a látómezőben a klorofill testecskék cirkuláló mozgását kitűnően szemlélhetjük. A melegítést esetleg gyakori ráleheléssel is elősegíthetjük. (126. ábra.)

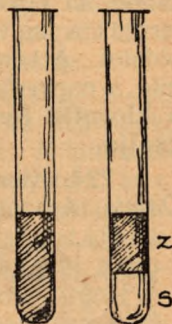
217. A klorofill festőanyag tulajdonságai. Kb. 10 gr. friss csalán, *Primula*, muskátli levelet apróra felvagdossunk, mintegy 50 cm<sup>3</sup> acetonnal, kevés krétaporról és homokkal mozsárban híg péppé dörzsölünk, majd megszűrjük. A tiszta smaragdzöld szűret nem más, mint az acetonban oldódó nyers klorofill oldat.



127. ábra.

218. Még egyszerűbb eljárás, ha a felvagdossott növényi részeket 70%-os alkoholban néhány napig állni hagyjuk, esetleg rövid ideig próbacsőben melegítjük, amikor sötét smaragdzöld tiszta oldatot nyerünk. Esetleges megszűrés után figyeljük meg a félig felt próbacsőben az oldatot ráeső és áteső fényben. Áteső fényben zöld, ráesőben vöröses színű, vagyis az oldat lumineszkál. Ennek viszont az a magyarázata, hogy a klorofill festőanyag legalábbis 2 eltérő színű alkotórészből van összetéve. (127. ábra.)

219. A komponensek szétválasztása. A fenti módon nyert szűret egy részéhez adjunk 1—2 cm<sup>3</sup> benzint vagy benzolt, majd a két folyadékot 1—2 percig erősen rázzuk össze. A könnyű benzol a nyers klorofill oldatból kioldja a zöld „a” klorofillt és a karotint, míg az alúlmaradt alkoholos oldatban a b klorofill és a xantofill különül el. (Az a kékebb árnyalatú, mint a b.) (128. ábra.)



128. ábra.

220. A fenti négy alkotórészt kapilláris analízissel is elkülöníthetjük egymástól és pedig a négy komponens különböző abszorpci képessége alapján. E célból 1 kb. 20 cm hosszú <sup>3</sup>/<sub>4</sub> cm széles lehetőleg finom fehér szűrőpapiros-csíkot egy olyan próbacsőbe eresztünk, amelynek az alján 3—5 cm<sup>3</sup> nyers klorofill oldat van. Nagyon szemléletes a kísérlet akkor, ha a nyers klorofill oldatot ivópohárba tesszük és a pohárra tett pálcán (ceruza) gombostű segítségével függesztjük fel a 3 cm széles és a pohár magasságának megfelelő papiroscsíkot. Az oldat a szűrőpapirosra felszívódik és eközben a komponensek egymástól elkülönülnek. (129. ábra.) A karotinoidák (karotin és xantofill) gyorsabban emelkednek, mint a klorofillek. A kísérlet a pohárral különösen akkor sikerül jól, ha a szabályos papiroscsík teljesen szabadon lóg az oldatba és szélei nem érintik a pohár falát.

A karotin kristályokat a sárgarépbából készített metszetben láthatjuk igen szépen. (131. ábra.)

221. A klorofill képződéséhez fény szükséges. Bab vagy kukorica magvakat előbb vízben áztatunk, majd nyirkos fűrészporbán a csiráztatáshoz sötét helyre állítunk. A sötétben tartott cserepeket rövid időre (néhány percre) estefelé szabad levegőre, majd ismét sötét helyre tesszük. Ha a hőmérséklet megfelelő, úgy 10—14 nap múlva azt tapasztaljuk, hogy a levelek sárgásak, haloványak, tökéletlenül fejlődtek és bepödrödtek. Ha az ilyen levelekből alkoholos kivonatot készítünk, úgy az nem zöld, hanem sárgás színű lesz, jelölül annak, hogy sötétben a zöld klorofill nem fejlődik ki, csupán a sárga komponensek, a karotinoidák. Ha egy ilyen halvány levélre fekete papirost, vagy staniol csíkot teszünk és így tesszük ki a napra, úgy néhány óra múlva a szabad részek megzöldülnek, ellenben az elfedett rész továbbra is sárga marad.



129. ábra.

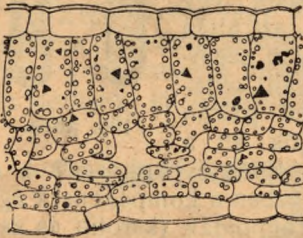
222. Leveles káposzta egyik sötétzöld levelét üvegbúra alá tesszük, hogy a gyors kiszáradástól megóvjuk. Rövid idő múlva azt tapasztaljuk, hogy a levél mindinkább sárgul, míg végül egész sárga lesz. A kísérlet azt igazolja, hogy a zöld klorofill festék felbomlott és ebből az összetett vegyületből végül is csak a sárga maradt meg. Hasonló jelenséget észlelünk némely fán (akác, barack) az őszi lombhullás idején is. A kísérlet azt igazolja, hogy a



**zöld festékanyag a levelekből nem vándorol el, hanem átalakul.**

223. Zöld klorofill oldatból 20—20 cm<sup>3</sup>-nyit tegyünk 2 próbacsőbe. Az egyik oldatot sötét helyen tartjuk, a másikat pedig kitesszük a napverőre. 1—2 órai állás után hasonlítsuk össze a két oldatot. A sötétben tartott oldat változatlanul zöld színű maradt, míg a napverőn lévő megbarnult. **A direkt erős napfény tehát a klorofill festőanyagot chemiailag megváltoztatja, szétroncsolja.**

224. Klorofill kristályokat nyerhetünk a következő módon. *Dahlia*, *Asparagus*, bodza, stb. levelét 24 óráig alkoholban áztatjuk, amikor sötétzöld klorofill oldatot kapunk. 1—2 cseppet tárgylemezre teszünk, majd pedig a preparátum mappában beborítva állni hagyjuk. A lassú párolgás alatt 0.2 mm nagyságú sötétzöld kristálykák keletkeznek, amelyek mintegy 300-szoros nagyítás mellett egészen jól láthatók. (130. ábra.)



130. ábra.

225. Karotinodia kristályokat az u. n. káli-módszerrel könnyen előállíthatunk. E célból *Elodea*, *Clivia* vagy *Aspidistra* levéldarabkát 1 vagy több napig alkoholos káliúgban áztatunk. (15 rész víz, 10 rész alkohol, 5 KOH) A karotin kristályok rombusz lemezekben válnak ki a levél belsejében. (Molisch szerint.) A hosszúkas oszlopos karotin kristályokat sárgarépa frissen készített keresztmetszetében mikroszkóp alatt figyelhetjük meg. (131. ábra.)



131. ábra.

226. *A fény szerepe az asszimilálásban.* A nap sugarai a vastag növényi részeken is áthatolnak. Kis újjnyi vastag nádszál, vastagabb szalmaszál, vagy más üres szár 10—15 cm-es csomó nélküli szártagja egyik végét illesszük szorosan a kis újjunk legvégső begyére (esetleg a tenyerünk közepére) majd tartjuk a tűző nap felé és a csövön, ill. az újjunkon (tenyerünkön) nézzünk a Nap felé. Fél, vagy egy perc múlva újjbegyünket (tenyerünket) a nádszál darabkán át vérpirosnak látjuk, mivel a nap sugarai közül a pirosakat a piros vérünk átterszette, tehát ezek a sugarak eme aránylag vastag testrészen is áthatolnak, a többit ellenben elnyelték.

Ahogy az emberi kézen, úgy a növényi részeken is áthatolnak a vörös sugarak. A zöld növények asszimilációjánál éppen

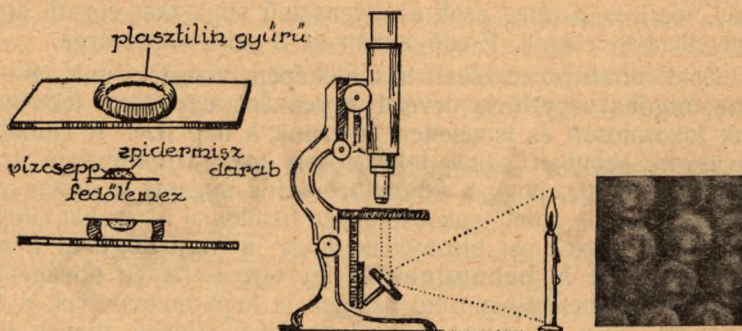
ezeknek a vörös sugaraknak a hatása a legintenzívebb és legfontosabb.

Ugyanezt a kísérletet 1—2 cm vastag alma vagy burgonyaszeleten keresztül is elvégezhetjük, amikor is a csőben a látómező sárgás, mert ez a réteg csak az ilyen színű sugarakat engedi át, a többi ellenben elnyeli. Éredő almán ez a szín zöldessárga.

Zöld növényi részeket hasonlóképpen vizsgálhatunk. 8—10 akácfa, orgona vagy más levelet egyenként egymásra fektetünk, rajtuk fokozatosan és ismételten átnézünk a nap felé. A látómező zöld ugyan, azonban színe fokozatosan más színárnyalatú lesz, ami azt bizonyítja, hogy a különböző színű sugarak a vastag növényi részekben is áthatolnak és közben fiziológiai hatásukat kifejtik. Mindezen kísérletek azt bizonyítják, hogy **a nap sugarai a növény belsejébe is behatolnak** és így egyes elrejtett növényi részek a növény belsejében zöld színűek is maradhatnak (pl. a tök belsejében), vagy pl. egyes magvak embriói (fenyő, juhar) zöld színűek lehetnek. Ha egyetlen orgona levélen nézünk át, úgy ez a vöröset, narancsot, sárgát, zöldet és kevés kéket átereszt, az erősen megtört sugarakat pedig abszorbeálja. Két orgona levélen át csupán a vörös, narancs, sárga és kevés zöldre át, más sugarak azonban nem. Egy 17 mm vastag burgonyaszelet teljesen abszorbeálja a jobban megtört sugarakat, átengedi azonban a vöröset, narancsot, sárgát, zöldet és a kéknek nyomait. Általában azt mondhatjuk, hogy a kevésbé megtört sugarak a növény testébe mélyebben behatolnak, mint az erősebben megtörtök. (Detmer.)

227. *A levelek fényfelfogó szerve.* Tarka, vörösesbarna, sárgás levelei miatt a *Coleus hybridus*, a zsályához hasonló ajakos növényt szobában is kultiválják. Rendesen dugványozással üveg alatt szaporítják. Ha ennek egy kis levéldarabkáját mikroszkóp alatt közepes nagyítás mellett ráeső fényben vizsgáljuk, úgy a felületén számtalan parányi kúpocskákat észlelhetünk. Ha a levélből borotvával bodzabél között vékony metszetet készítünk és mikroszkóp alatt vizsgáljuk, úgy a legfelső sejtsorban az epidermisben erősen kiemelkedő sejteket vehetünk észre, amelyek mindmennyi apró gyűjtőlencsék a rájuk eső párhuzamos sugarakat összegyűjtik és a növény belsejébe vetítik. Ezt kísérletileg is igazolni lehet. E célból a levél felületéről u. n. *nyúzatot* készítünk, vagyis a felső epidermist a levél felületéről egyszerűen lehúzzuk. (Egyszerűség kedvéért a levelet megtörjük és elszakítjuk. Az elszakításkor bizonyára lesz olyan részlet is, amikor az elszakított félen marad egy kis felső epidermis részlet. Még egyszerűbb, ha borotvával metszük le a felső epidermis réteget.) Ezt az epidermis darabkát a **belső**, vagyis a szakított oldalával *lefelé* fedőlemezre tesszük, amelyre előzőleg kevés vizet tettünk. Az epidermis darabka külső felületének azonban teljesen száraznak kell maradnia. Ezzel egyidőben, vagy már előzőleg plasztilinból a tárgylemezre vékony, alig 1-2 mm. vastag akkora átm. gyűrűt készítünk, hogy a plasztilin gyűrűt a fedőlemez

borítsa. Most az epidermist csíptetővel a fedőlemezzel együtt ügyesen megfordítjuk és a függőcseppen úszó epidermist a plastilin kamrácskába helyezük. Ezzel a készítménnyel a következő kísérletet végezzük: (132. ábra.)



132. ábra.

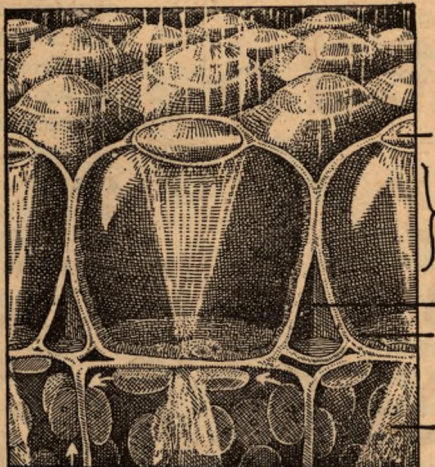
Gyűjtsünk meg egy közepes nagyságú gyertyát és állítsuk a mikroszkóp elé kb. 40-50 cm távolságra (esetleg 1-2 m-re). Állítsuk be a mikroszkópot úgy, hogy a gyertya sárga lángja a nedves kamrában lévő epidermisz nyúzatára essék. Ha a mikroszkópot a készítményre élesen beállítjuk, úgy a tárgylencse emelése vagy süllyedése közben egyszerre száz és száz külön-külön gyertyalángot vehetünk észre. Hogy valóban száz és száz külön gyertyafény keletkezik, erről egyszerűen úgy győződhetünk meg, hogy kezünkkel vagy valamilyen kartonlappal szelet hajtunk a gyertya lángja fölé, amikor a gyertya lángjának lobogását minden egyes sejtben külön-külön látjuk. Ügyeljünk a beállításra, mert itt a legcsekélyebb emelés vagy süllyesztés a kép elhomályosodását vagy határozatlanságát eredményezheti. Helyes beállítás mellett azonban minden egyes sejtben, minden egyes gyertyafényben a gyertyácskáknak fekete hamvai is külön-külön látszanak és valóságos égő gyertyaerdőske lobog a látómezőben.

Ez a kísérlet azért is tanulságos, mert azt bizonyítja, hogy a leveleken fénygyűjtő berendezkedések vannak, amelyek a különböző irányból jövő fénysugarakat is ki tudják használni. Ha ugyanis az epidermisz sejt külső fala erősen kidomborodik, akkor a reá eső sugarak a sejt belsejében találkoznak és ezt a fénynyalábót az áramló plazmában lévő klorofill testecskek ott értékesíthetik. Ha pedig a sugarak ferdén jönnek, úgy ezek valószínűleg egy másik pontban egyesülnek és innen tovább vezetődnek a levél belsejébe. Az epidermisz sejtek eme fényérzőszerve sok tekintetben hasonló az alsóbbrendű állatok egyszerű szeméhez. (133. ábra.)

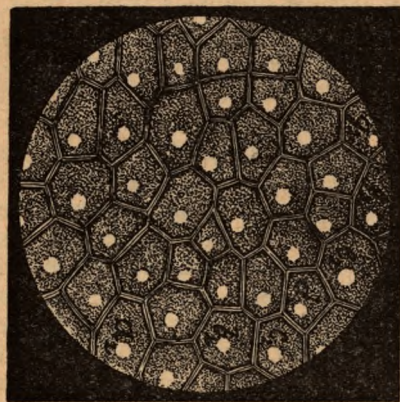
Ha a mikroszkóp tükrét csak parányival is elmozdítjuk, az egyes fénynyalábok helyei is kimozdulnak, esetleg megnagyobbod-

nak. Jó beállítással pl. egy fénykép az epidermis minden egyes sejtjében, külön-külön is észrevehető. (134. és 132. ábra.)

228. A klorofilltestecskék mozgása a fény erőssége szerint. *Vallisneria*, *Lemna trisulca* (békalencse) (nem *minor*) szegletes és lapos zöld szárát tegyük tárgylemezre és cseppentsünk rá kútvizet. Borítsunk rá fedőlemez és mikroszkóp alatt figyeljük meg, hogy a klorofilltestecskék lapjukkal hogyan helyezkednek el.



133. ábra.

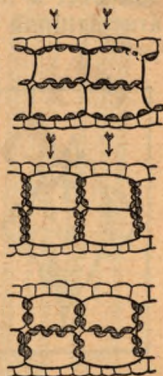


134. ábra.

Most a mikroszkóp tükre segítségével vetítsünk direkt napfényt (rövid ideig) a lemezalakú szárra, vagy metszetre. Néhány percnyi erős megvilágítás után nézzünk a mikroszkópba, majd figyeljük meg a klorofilltestecskék elfordulását. A klorofilltestecskék ugyanis erős napsütésben élükkel fordulnak a napsugarak irányába, diffúz fényben pedig a legnagyobb felületükkel, vagyis a lapjukkal helyezkednek el az optimális világítás felé. (135. ábra.)

229. Erős napfény a zöld klorofillanyagot szátronscolja. Két frissen leszakított akácfa, vagy bodza levelet borítsunk egymásra, hogy egymást keresztezzék. Helyezzük őket itatóspapírosra majd fogjuk közbe két üveglemezzel.

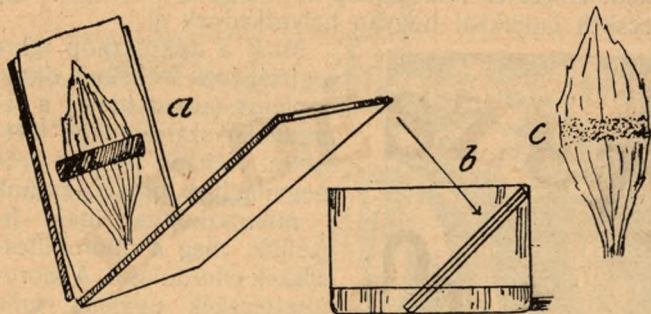
Tegyük a lemezeket olyan edénybe, amelynek alján kevés víz van. Tegyük ki az egészet tűző napverőre. Egy-két órai állás után vegyük



135. ábra.

szét a leveleket, amikor is azt tapasztaljuk, hogy az alsó levélnek az a része, amelyet a másik befödött továbbra is szép zöld maradt, míg a tűző napsugár érte felületek vöröses-barna színűek lettek, jeléül annak, hogy a zöld klorofillt a napfény szátronscolta. (136. ábra.)

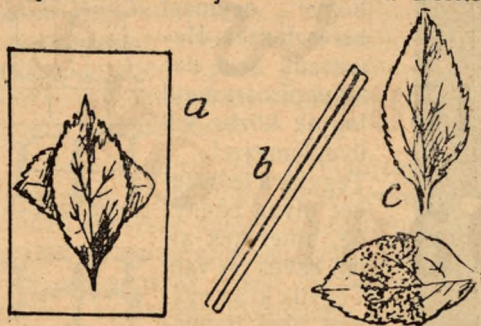
230. Árnyékban nőtt bodza, vagy széleslevelű utifű, *Impatiens Sultani*, (nenyuljhozzám), vagy más növény haragoszöld színű két levelét borítsuk egymásra úgy, hogy az alsó levelet csak részben fődje be a felső. Borítsuk le őket tüveglappal és tegyük ki a világosságra. Kb. 30 percnyi ottlétel után vegyük őket széjjel, gyorsan tartsuk a világosság felé és nézzünk rajtuk keresztül. Az alsó levélnek az a része, amelyet a másik levél nem fedett be, valamivel világosabbnak lát-



137. ábra.

szik mivel az erős fény hatására a klorofill testecskék most az élükkel fordultak a világosság felé, míg az árnyékban tartott részekben a lapjukkal, ami a levélen árnyalatbeli különbséget eredményezett. Valószínű ez a magyarázata annak a jelenségnek is, hogy az árnyékban növő levelek aránylag sötétebb zöld színűeknek látszanak. (137. ábra.)

231. Állítsuk cserepes muskátli növényünket az árnyékba. Válasszunk ki rajta két lehetőleg egymás mellett levő levelet. Tartasuk őket a napfény felé és nézzünk át rajtuk. Egyenlő zöld színárnyalatúnak találjuk mindkettőt. Borítsuk be az egyiket fekete papirossal, míg a másikat hagyjuk változatlanul. Tegyük ki a cserepet a napverőre. Egy-két órai napsütés után vegyük le a fekete burkolatot és most nézzünk át e két levélen egyszerre. Az a levél, melyet a napfény ért, jóval világosabb zöld színűnek látszik, mint a másik. Ez a kísérlet is azt igazolja, hogy az erős



136. ábra.

napsütésben a klorofill szemecskék élükkel helyezkednek el a nap-sugár irányában, míg az árnyékban szabálytalanul, de főleg lapjukkal. (Bodza levél 10 perc alatt mutatja a különbséget.)

232. Az asszimiláció intenzitása a fény minősége szerint. Kút-vízzel telt kisebb próbacsőbe tegyünk *Elodea*, *Ceratophyllum*, vagy *Myriophyllum* zöld ágat. A végét éles késsel metszük el. A próba-

csövet állítsuk egy nagyobb próbacsőbe, amelyikbe eozin, vagy híg pirostinta oldat van. Figyeljük meg, hány buborék távozik el egy perc alatt? Vegyük ki a kisebb próbacsövet a piros oldatból és tegyük most egy ugyanolyan nagyságú próbacsőbe, de amelyben metilénkék (berlinikék) festék vagy rézoxydammónium oldat van. A próbacsövet kartonlappal fedjük be, hogy a fehér fény behatolását felülről megakadályozzuk. Figyeljük meg most, hogy ugyanaz a növényke a kék színszűrő alatt hány buborék O-t fejleszt egy perc alatt. A csere után mintegy 4-5 perc múlva kezdjük a számolást. A kísérlet azt igazolja, hogy az asszimiláció a vörös fényben sokkal intenzívebb, mint a rövidebb hullámhosszú kék sugarakban. (138./b ábra.)

233. A vörös és kék színű sugarak kémiai hatása közötti különbséget úgy bizonyítjuk, hogy a színes folyadékot tartalmazó nagyobb próbacsőbe egy olyan száraz próbacsövet teszünk, melybe fényképezésnél használt  $\frac{1}{2}$  cm. széles kopírpapiros csíkot dugunk. Az egyik másolópapiros csíkot egy-két percig tartjuk vörös, míg a másikat ugyanannyi ideig kék fény szűrő mögé. A sárgás-vörös színű folyadék mögött a papiroscsík lassabban feketedik meg, mint a kék fény szűrő mögött. Ez a vegyi kísérlet azt mutatja, hogy az **asszimilációnál éppen a vegyileg kevésbé ható fény, vagyis a vörös fény hatása a késsel szemben jobban érvényesül.** (138./a ábra.)

234. Végezzük el ezt a kísérletet szénkénegeben feloldott jóddal is. Ha a próbacsőbe hőmérőt dugunk, úgy a hőmérő higanya emelkedik, jelélül annak, hogy a jódos fény szűrőn át a meleg sugarak áthatolnak, a színes sugarak ellenben nem. Ha halvány búzanövénykét teszünk a belső próbacsőbe, a növényke nem zöldül meg, tehát a klorofill képzéséhez, az **asszimiláláshoz nem elég a meleg, mert ehhez fény is szükséges.** (137. ábra.)



138. a) és b) ábra.

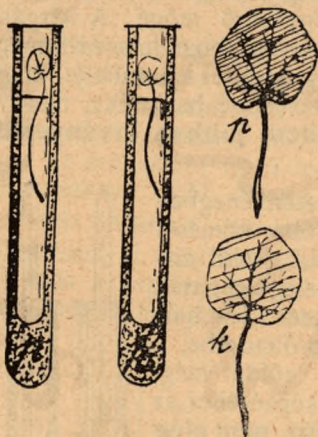
235. Ugyanezt a kísérletet a sarkantyúka levelével is elvégezhetjük. A kisebb (belső) próbacső aljába vizet öntünk és ebbe sarkantyúka, vagy bab levelét állítjuk. A levelényél a levélen legyen. Estefelé végezzük el mindkét levélen a jódppróbát. A vörös



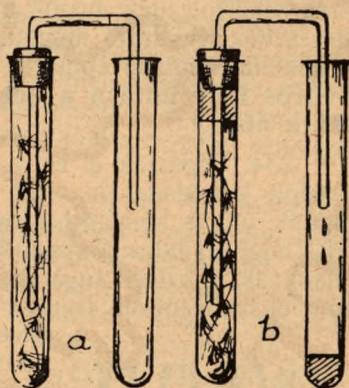
139. ábra.

szűrő mögötti levélben sok keményítő képződött, míg a kék szűrő mögött majdnem semmi. Ezek szerint az asszimilálás és így a **keményítőképződés is csakis a vörös sugarak hatására következik be, a kéksugarakéra már kevésbé.** (140. ábra.)

236. Az asszimiláció jelensége. Próbacsövtünket töltsük meg színültig kútvízzel. Üvegcső segítségével hosszan fújjunk bele levegőt, hogy lehetőleg sok  $\text{CO}_2$  legyen benne, (esetleg kevés szódavízet is tölthetünk hozzá.) A vízbe tegyük metszési felületével felfelé *Elodea*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum* éles késsel lemetezett ágát, vagy *Cladophora* csomót (békanyál moszatot). A színültig megtöltött próbacsövet zárjuk el gumidugóval; ennek fúratába olyan üvegcsövet teszünk, amelynek alsó vége 6-10 cm-nyire a vízbe ér, a felső fele pedig kétszeresen derékszögben hajlított. A dugó betevésekor a próbacső vize a vékony üvegcsőbe nyomul és azt lehetőleg teljesen kitölti. A készüléket tegyük ki a napra. Rövid idő múlva azt látjuk, hogy a metszési felületről, vagy a békanyál moszat szálai közül apró buborékok szállnak el, melyek a próbacső felső részén, a gumidugó alatt gyülemlenek össze. Ugyanakkor a keletkezett gáz mennyiségének megfelelően az üvegcső másik végén a víz kifolyik. Ez az eltávozó gáz az oxigén. A kifolyó víz mennyiségéből állapítsuk meg, mennyi térfogat oxigén fejlődik. (141. ábra.)



140. ábra.



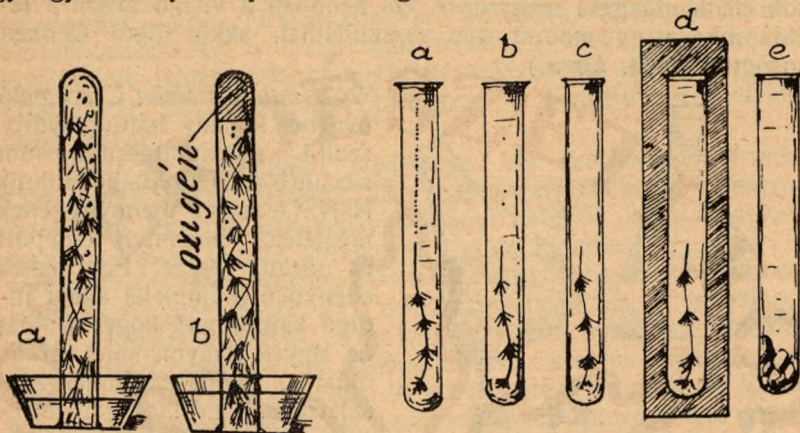
141. ábra.

237. Még egyszerűbb a kísérlet akkor, ha vízzel színültig megtöltött próbacsőbe tesszük a *Ceratophyllum* ágakcskákat vagy a békanyál moszatot és ezt tesszük megfordítva vízzel telt edénybe. Az asszimiláláskor keletkezett oxigén a próbacső felső végén összegyűlik. Tanácsos a próbacső vizébe előzőleg kevés állott szódavízet is tennünk. (142. ábra.)

238. Próbacsövet töltsünk meg színültig vízzel. Fújjunk bele levegőt, vagy pedig kevés szódavízet öntsünk hozzá. A vízbe dugjunk darabka *Ceratophyllum*, *Elodea*, vagy *Myriophyllum* ágakcskát, de metszési felületükkel felfelé. Állítsuk a próbacsövet napverőre. Számoljuk meg, hány buborék távozik el a növényből 1 perc alatt. (a). Tartsunk a készülék elé fehér írópapirost (b), vastag kartonpapirost (c). Hány buborék távozik el a növényből 1 perc alatt az

*a*, *b*, és *c* esetekben és ha árnyékba, vagy sötét helyre állítjuk, (*d*) akkor hány? ( $a=60$ ,  $b=23$ ,  $c=7$ .) (143. ábra.)

239. A kísérlet lomblevéllel is sikerül, ha hárs, orgona, *Tradescantia* stb. egészséges és friss leveles ágát víz alatt kiteszük a napverőre. Az eltávozó oxigén buborékok a levél felületén apró gyöngyök alakjában jelennek meg.



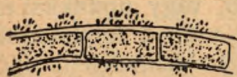
142. ábra.

143. ábra.

240. Ismételjük meg a kísérletet előzőleg felforralt, de kihűtött vízzel. Távozik-e most is buborék? Miért nem? És ha ebbe a kihűtött vízbe állott szódavizet öntünk, vagy hosszasabban kilehelt levegőt fújunk? Ebben az esetben a buborékfejlődés megindul. Ezekből a kísérletekből az következik, hogy **oxigén gáz csak akkor keletkezik, ha a növény közelében  $CO_2$  gáz van.**

Ha zöld növényi részek helyett pl. burgonyát, répát, kalarábét teszünk az edénybe és ezt tesszük ki a napverőre, vajjon keletkeznek-e oxigén buborékok? Az ilyenkor esetleg jelentkező buborékok, levegőbuborékok, melyeket a napra tett vízzel telt pohárban is észlelhetünk. Ebben az esetben buboréklánc nem keletkezik.

241. Az oxigén kimutatása Engelman szerint. Aerob baktériumoknak az a természetük, hogy az oxigéngáz felé mozognak és annak közelében szívesen tartózkodnak. Ilyen pl. a *Pseudomonas*, *Bacterium fluorescens*, *Bacillus vulgaris* stb. Ezek az apró élőlények oxigén hiányában mozgásukat beszüntetik. Ilyen élőlényekből tenyészetet úgy készítünk,

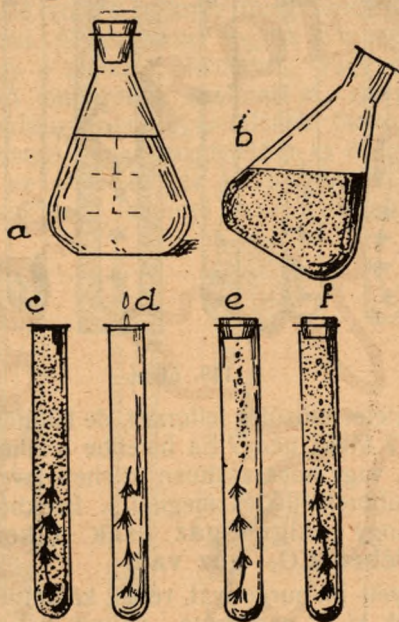


144. ábra.

hogy diónagyságú nyers és nem zsíros húst felaprózunk, vagy pedig 10 szem borsót felvagdossunk és lapos csészében  $100\text{ cm}^3$  kútvízzel leöntünk. Néhány napig meleg helyen való állás után a víz felületén megjelennek a baktériumok (Erről előbb mikroszkóppal győződünk meg) Ebből a kultúrából parányi cseppet tárgyle-



mezre cseppentünk, majd ebbe *Spirogyra* moszatot vagy *Elodea* levéldarabkát teszünk és fedőlemezzel leborítjuk, vigyázva arra, hogy a fedőlemez alatt levegőbuborékok ne maradjanak. Kb. 250-szeres nagyításnál már észrevehetjük, amint a baktériumok a moszat (*Spirogyra*) közelébe özönlenek, hogy az asszimiláláskor szabaddá vált oxigént felhasználják. Ha a mikroszkópot elsötétítjük, a baktériumok élénk mozgása megszűnik. Ha azonban a világosságon a levéldarabka vagy moszat újra asszimilálhat, akkor újból élénken mozognak. (144. ábra.)



145. ábra.

242. *Indigós kísérlet.* Csepegtető üvegben tömény nátriumhydroszulfit (nátriumbiszulfurosum siccum  $\text{NaHSO}_3$ ) oldathoz adjunk  $\text{NaHSO}_3$  száraz mennyiségének megfelelő (borsónyi) cinkport és rázzuk össze. Egy másik edényben oldjunk fel annyi indigó karminport, hogy az oldat ne legyen nagyon sötét. Ez az oldat az *indigókék*. Ennek az a sajátága, hogy hidrogén felvétellel könnyen átalakul *indigófehérré*. Ha most az indigókék oldatba pár csepp nátriumhydroszulfitot öntünk, úgy az a jelenlévő és keletkezett hidrogén hatására elszíntelenedik. Ha azonban levegővel erősen összerázzuk, az *indigófehér* oldat újra *indigókékre* változik, jeléül hogy az elkékülést a levegő oxigénje okozta. (145. ábra a és b.)

Az indigókék oldatból öntsünk próbacsöbe vagy dugóval jól elzárható lombikba annyit, hogy az *színültig* legyen. Tegyük az üvegbe békanyál moszatot, vagy más vízi növényt. Pár csepp nátriumhydroszulfitos oldattal színtelenítsük el az indigókéket. Minden csepp hozzáadásakor a folyadékot üvegdugóval, vagy újjunkkal *elzárva* rázzuk össze. A hozzáadást csak addig szabad folytatnunk, míg a kék indigó oldat az oxigén elvonása után szintelen indigófehérré változott és szinte közömbös kémhatású. Tegyük most a szintelen folyadékot a napverőre. 10–12 perc után már látni lehet, amint a zöld növény közelében a fehér indigó indigókékké változik, amely változást csakis az asszimiláció alkalmával felszabadult oxigén idézett elő. Ha a kísérletet gyökérrel végezzük el, az elkékülés nem következik be. (c–f.)

Végezzük el ugyanezt a kísérletet előzőleg felforralt, majd

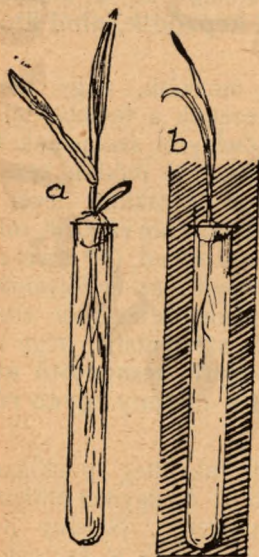
lehűtött vízzel. A kék színeződés elmarad, jelétül annak, hogy az asszimilációs oxigén keletkezéséhez  $\text{CO}_2$  szükséges.

243. Az oxigén-t a klorofill testecskék választják ki. Erről úgy győződhetünk meg, hogyha az *Elodea* levelet 10 %-os cukoroldatban szétszaggatjuk. (A tiszta víz a klorofill-testecskéket elpusztítja!) Az ebből kifolyó klorofill-testecskékhez aerob-baktérium tenyészetet adunk. Mikroszkóp alatt vizsgálva, láthatjuk amint a klorofilltestecskéket a baktériumok sokasága körülrajozza és ott a kiválasztott oxigént felhasználja. Erre a kísérletre alkalmas még az *Oscillatoria*, *Diatoma*, vagy *Spirogyra* is. (Engelmann kísérlete.) (144. ábra.)

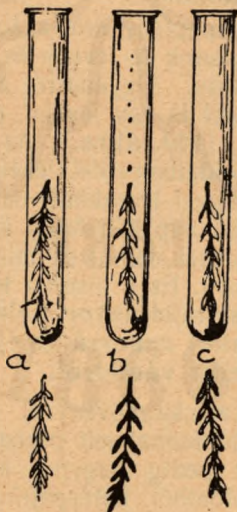
244. Az asszimilálás eredménye. Az asszimiláció termékei. Csíráztatott leveles kukorica, vagy babnövényeké közül válasszunk ki két db. egyenlő fejlettségű példányt. Mérjük meg mindkettőt pontosan; majd tegyük mindkettőt tápláló oldatba. Az egyik növénykét vagy sötét szekrénybe zárjuk, vagy pedig fekete papirossal, esetleg vastagabb papír (fa) dobozzal leborítjuk és a másikkal együtt a napra kiteszük. Egy-két hét múlva lemérjük mindkettőt és pontosan megállapítjuk, mennyivel több szerves anyag fejlődött a napverőn tartott növényben. A két növényke színéből azt is megállapíthatjuk, hogy a sötétben tartott növényke halovány lett. A súly-

beli különbség pedig azt bizonyítja, hogy a zöld növények súlygyarapodásához, ill. a klorofill testecskék képzéséhez napfényre van szükség. Milyen különbséget mutat a két növényke levelének szöveti szerkezete?

(146. ábra.)



146. ábra.



147. ábra.



148. ábra.

245. Az előbbi kísérletnél kapott elhalványodott növénykét tegyük a napverőre. Néhány órai ottlélet után a levelek zöldülni kezdenek. Klorotikus lesz a növény akkor is, ha a tápláló oldatból hiányzik a vas. Ha azonban a tápláló oldatba néhány csepp

Fe Cl<sub>3</sub>-at adunk, úgy a levelek megzöldülnek, ami azt bizonyítja, hogy a klorofill képzéséhez a vasra is szükség van.

246. **Nagy melegben és hidegben nincs asszimiláció.** *Elodea* ágak közül az egyiket tartjuk 10—12 C<sup>o</sup>-on, a másikat 20—25 C<sup>o</sup>-on, a harmadikat 35—40 C<sup>o</sup>-on. Egy napi állás után csak a középsőben mutatható ki a keményítő. **Az asszimilációnak tehát van hőmérsékleti minimuma, optimuma és maximuma. (147. ábra.)**

247. **Az asszimiláció első látható terméke a keményítő.** Burgonya, bab, stb. friss vágási felületére cseppentsünk jód-oldatot, vagy jód-jódkáliumot (jód oldata jódkáliumban). Kék, majdnem fekete színeződés keletkezik. A keményítő jelenléte tehát jódoldattal kimutatható. (148. ábra.)

248. A fürtös juhar (*Acer negundo* vagy *Abutylon Thomsoni*) vagy a tarka levelű bodzáról estefelé szakítsunk le egy-két levélkét. Mártsuk a levelet néhány percig forró vízbe, majd pedig gyengén főzzük 96 %-os alkoholban. (Vigyázzunk, nehogy a távozó alkohol gőz meggyulladjon!) A levél lassan elszíntelenedik, mert a benne levő zöld festékanyag kioldódott. Tegyük az elszíntelenedett levelet sötét jódoldatba és hagyjuk benne kb. 1/4—1/2 óráig. Ennyi idő múltán azt tapasztaljuk, hogy az előbbi zöld részek megfeketednek, a világos foltok továbbra is színtelenek maradnak. Ez a kísérlet azt is bizonyítja, hogy **keményítő csak ott képződik, ahol klorofill-testecskék is vannak.**

249. Egész napon napfény érte akácfa, muskátli, vagy más növényről estefelé szakítsunk le levelet és kezeljük a fentebb leírt módon. Ugyanarról a növényről szakítsunk le reggel is egy levelet és hasonló módon kezeljük. (149. ábra.) Az este leszakított levél a jódoldatban sötét (fekete) (a) színűre változik, míg a reggel leszakított halvány marad, (b) mivel az előző nap képződött keményítő az éj folyamán cukorra alakult és mint ilyen, a levélből eltávozott. Ez a kísérlet tehát azt mutatja, hogy az **asszimiláláskor keletkezett keményítő átalakul cukorra és éjjel a növény egyéb részeibe vándorol.**

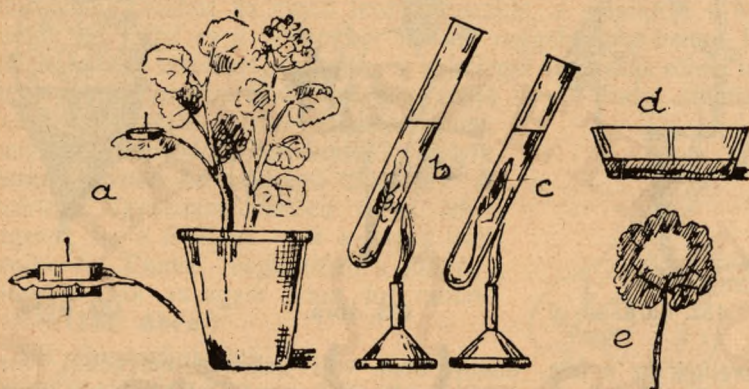


149. ábra.

250. Két kukorica csiranövénykét mérjük meg pontosan. Mindkettőt tegyük táplálóoldattal telt próbacsőbe. Az egyiket állítsuk sötét helyre, a másikat pedig hagyjuk a napverőn. Néhány hét múltán vegyük ki az oldatból, itatóspapírossal itassuk le és pontosan mérjük le mindkettőt. Hány grammal lett súlyosabb a napverőn állott növényke? **Asszimiláció alkalmával tehát a növény súlybelileg is gyarapodik. (146. ábra.)**

251. Fillérnyi átmérőjű parafadugóból éles késsel messzünk le két drb. 1 mm-es vastagságú szelvényt. Gombostű segítségével

estefelé erősítsük a két lemezkét muskátli, vagy sarkantyúka, ló-körműfű élő levelére úgy, hogy az egyik parafalemezke a levél színén, a másik pedig ezzel pontosan szemben a levél fonákán legyen. (Tanácsos a kiszemelt leveleket előzőleg egy-két napig fekete papirossal leborítanunk, hogy minden keményítő eltávozzék belőle.) A közepen átszúrt lemezkét eszerint a gombostűk szorítják a levél



150. ábra.

színéhez és fonákához. Tegyük ki a cserepes növényt a napra és estétől, vagy kora reggeltől alkonyatig hagyjuk a napon. Estefelé (és sohasem reggel, vagy délelőtt!) éles késsel a levelet levágjuk és ott mindjárt 70 %-os alkoholba ejtjük. (A parafa lemezkéket levesszük a levélről!) Így hagyjuk állni másnap reggelig, amikor is a levelet alkoholos oldatban gyengén főzzük. Hogy az elszíntelenedés gyorsabban menjen, pár csepp klorálhidrátot is adunk az oldathoz. Elszíntelenedés után a levelet vízzel leöblítjük és sörbarna jó-d-jódkálium oldatban áztatjuk. Néhány percnyi állás után a levél megvilágított része sötétkék, csaknem fekete lesz, míg a dugólemezkék helye szintelen marad, jelül annak, hogy a sötétben hagyott helyen keményítő szemecskék nem fejlődhetek. (150. ábra.)

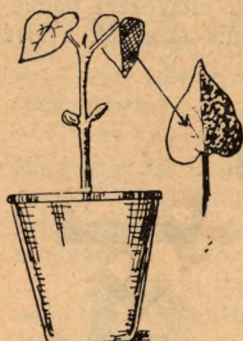
252. A fenti eljárással bármilyen írást, vagy bárkinek a fényképét rá lehet napozni, pl. a sarkantyúka (*Tropaeolum*) leveléire. Ügyelni kell azonban arra, hogy a filmnegatív szorosan símuljon a levél színéhez, amit egyszerűen szorítókkal (klipsz) érhetünk el. (151. ábra.) (Molisch kísérlete)



151. ábra

253. Virágcserepben csíráztatott fiatal babnövénykét 24 óráig a sötétben tartunk, hogy a levelekben képződött keményítő átalakuljon cukorra (33. kísérlet). A levelek egyikének a felét a közepig egy rész viasz, három rész kakaóvaj keverékével bekenjük és utána a napverőre

tesszük. 6–8 órai napon állás után a levelet levágjuk, a viaszréteget vízzel lemoszuk, majd forró vízben, alkoholban elszíntelenítjük, utána pedig 1–2 órára sötét jódoldatba tesszük.



152. ábra.

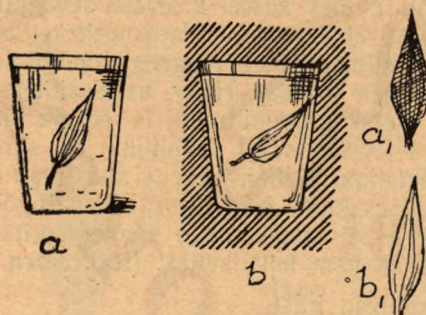


153. ábra.



154. ábra.

A levélnek az a fele, amely nem volt bekenve, megkékül, mert itt a  $\text{CO}_2$  bejuthatott a levélbe, ellenben a másik fél halvány marad, mivel itt a  $\text{CO}_2$  hiánya következtében keményítő nem fejlődhetett. Fonyadt levelek szintén nem asszimilálnak, mivel a sejtfalukon át a  $\text{CO}_2$  nem juthat a levélbe. (152. ábra.)



155. ábra.

254. Fekete papiros-tasakot tegyünk az akácfa egyik levélkéjére. Hagyjuk így két napig a napverőn. Estefelé vegyük le a tasakot és a vele szemben lévő levelet. Végezzük el rajtuk a jódpróbát. (153. ábra.) Melyik levél sötétedett el és melyik nem? **A keményítő képződéshez tehát fény szükséges.**

255. A kísérletet elvégezhetjük úgyis, hogy pl. a bodzafa egyik levélkéje közepére gombostűk segítségével feketepapíros csíkot erősítünk, amikor is a fenti jódpróba elvégzése után a papircsíkon kívüli részek megfeketednek, az elborított rész ellenben nem. (154. ábra.)

256. *Callisia*, utifű vagy *Veronica hederifolia* növénykét tegyünk éjjelre sötét szekrénybe. Másnap korán reggel szakítsunk le róla két levelet, tegyük őket két pohár gyengén szénasavas vízbe. Az egyik poharat hagyjuk a napverőn (a), a másikat tegyük ismét a sötét szekrénybe. (b) 24 óra múlva főzzük mindkettőt alkoholban, majd egy-két csepp klorálhidrátban színtelenítsük el. Utána vízben

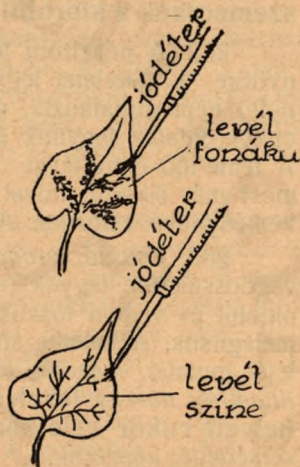
mossuk ki s tegyük jód-jódkáliumos oldatba. A napverőn lévő levél a benne képződött keményítő szemektől megkékül, (a) míg a másik színtelen marad, (b) mivel a **sötétben a zöld növények nem asszimilálnak és így keményítőt sem gyártanak. (155. ábra.)**

257. Többleveles fiatal babnövénykét, vagy muskátliit állítunk 24 óráig sötét helyre, hogy a levelekből minden keményítő eltávozzék. Estefelé az egyik levélke fonákát, a másiknak a színét kenjük be vajjal és a növénykét állítsuk reggel napos helyre. Estefelé a bekent leveleket levágjuk, a vajréteget lemossuk róluk, utána megfőzzük, klorálhidrátban áztatjuk, majd  $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$  óráig sötétbarna jóddoldatba tesszük. Melyik feketedik meg, melyikben képződött keményítő? Melyik részen juthatott be a levegő  $\text{CO}_2$ -je? A kísérletet ugyanazon levélen is el lehet végezni, ha a levélnek csak az egyik felét kenjük be. Ennek megfelelően a jódképződés is csak az egyik félen fog mutatkozni. (156. ábra.)

258. Szerezzünk be különféle leveles friss ágakat, ilyenek az akácfa ág, *Callisia*, *Tropaeolum*, bab és borsó. Ezeknek napos helyen 20–24 C° (és nem 30!) tartott levelei közül az egyiknek színét, a másiknak pedig a fonákát kenjük be jód-



156. ábra.



157. ábra.

éteres oldatba mártott ecsettel (egy rész jód száz rész éterben feloldva.) Figyeljük meg, hogy áteső fényben melyik levélen tapasztalunk hamarabb barnulást. (157. ábra.)

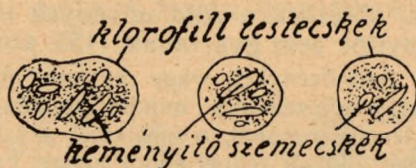
259. A fűzfa levele különösen alkalmas erre a célra, de ennek mindkét oldala jódétertől hamar megfeketedik, bár az egyik oldalán hamarabb és erősebben. Mi ennek a magyarázata?

260. Finom mérlegen lehetőleg gyorsan mérjük meg alkotkor frissen szedett 20 drb. kb. egyenlő nagyságú akácfa levelet (hosszúságukat is mérjük le milliméternyi pontossággal.) Másnap hajnalban ugyanannyi, ugyanolyan nagyságú levelet mérjük le. A nappali levelek súlyosabbak, mert asszimiláláskor keményítő halmozódott fel bennük. Az egyik kísérletünk eredménye:

20 drb. levél súlya	70–76 mm.-ig este	4.20 gr.
" " " "	reggel	3.87 "
		különbség: 0.31 gr.

Hozzávetőlegesen állapítsuk meg, mennyivel gyarapszik egy 10.000 levelű akácfa egy nap alatt?

261. A napverőn lévő *Tropaeolum*, vagy *Elodea* levelét jód-éter oldatban áztatjuk. A jód hatására erős kékülés észlelhető, jelétül



158. ábra.

annak, hogy a levélben keményítő képződött. Mossuk ki vízben, majd vágjuk hosszában ketté az *Elodea* levelet és a metszetet tárgylemezre téve mikroszkóp alatt vizsgáljuk. Azt látjuk, hogy a klorofill testecskék

sötét pontokkal vannak tele, ami azt bizonyítja, hogy a **keményítő szemecskék a klorofill testecskékben képződnek.** (158. ábra.)

262. A nőszirm levelének egy darabkáján kémleljünk keményítőre. A kísérletet legjobb reggel végezni. Ha a levélben keményítő nem mutatkozik, úgy 10 cm. hosszú darabkát 25 %-os nádcukor oldatba tegyünk és kb. 1—1½ hétig hagyjuk sötétben állni. A fenti idő elmultával ismét keményítőre kémleljünk. A kísérlet most már sikerül, mivel a nádcukor oldat a levélbe behatolt és ott keményítővé változott. **A cukor tehát átalakulhat keményítővé.**

263. *Császárcorona*, *vöröshagyma*, húsos, egészen fiatal leveleit vagdossuk fel, tegyük próbacsőbe és öntsünk rá tömény rézgalic oldatot és vízben főzzük. Adjunk hozzá kevés KOH.-t és tovább melegítsük. A keletkezett sárgavörös csapadék a szőlőcukor jelenlétét mutatja, igazolva azt, hogy **a hagyma levelében, esetleg más liliomféle növény levelében asszimiláció alkalmával keményítő helyett cukor keletkezik.** Az *Elodea*-ban ellenben, amint láttuk, keményítő képződik.

## A SZERVES ANYAGOK VÁNDORLÁSA ÉS FELHALMOZÓDÁSA

264. Szakítsunk le reggel fiatal sarkantyúka levelet. Mártsuk forró vízbe, majd alkoholban főzzük. Mossuk ki vízben s utána tegyük jóoldatba. Az erek mente erősen megkékül, bizonyítva azt, hogy a táplálék és pedig a keményítő az erek, tehát az edénynyalábok közelében marad meg legtovább és azután, mint cukor onnan vándorol el. (159. ábra.)

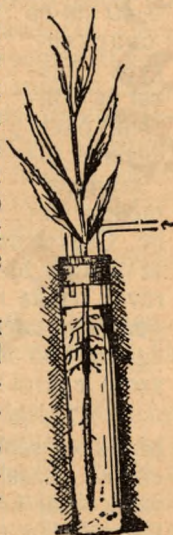
265.  $\frac{1}{2}$ —1 cm vastag és 40—50 cm hosszú fűzfavesszőt gyűrűzzünk úgy meg, hogy a háncsrészt kb. 2 cm szélességben lehántjuk. A vesszőt vízzel telt edénybe állítjuk, amelynek a külső falát fekete papirossal borítottuk be. A gyökerek lélekzéséhez szükséges levegő bejutását hajlított üvegcsővel biztosítjuk. Kb. 3—4 hét múlva azt tapasztaljuk, hogy a gyűrűzés felett számos és erőteljes gyökér fejlődött, ellenben a gyűrűzés alatt csupán 1—2 vékony gyökerecske ered. Ennek az a magyarázata, hogy a gyökerek fejlődéséhez szükséges szerves táplálóanyag a

háncsrészben vándorol le, tehát a fehérje és más építőanyag ebben a részben szállítódik el. A belső fás rész ellenben a talajból felvett szervetlen oldatokat vezet felfelé a levelekig. (160. ábra.)



159. ábra.

266. A tők növény szárának hossz- és keresztmetszetében jól láthatjuk a háncs elemeit: a rostacsövet és a kísérő sejteket. Chlorcinkjódval kezelve a farész barna, a külső háncsrész pedig viola színű lesz. Anilinkékkel a rostalpok kallusa kékre színeződik.



160. ábra.

267. Darabka babszárát áztassunk 5—10 percig rézgálic oldatban. Kivevés után tegyük forró káliumhidroxid (50%-os) oldatba. A száracska egy része azonnal vörös-sárga lesz. Ha a szárból vékony keresztmetszetet készítünk, úgy a metszet alapszöveté-



ben, mint a háncsrészben is rézoxidul szemecskéket látunk. Ennek az a magyarázata, hogy az asszimiláció alkalmával keletkezett keményítő átalakult cukorra és mint ilyen a háncsrészben vándorol ill. az alapszövetben fölhalmozódik. Őt azután ismét keményítővé változhat.

268. Ceruza, vagy kisújjnyi vastagságú élő mogyoró, hárs, vagy juharfa ágat nyár elején drótgyűrűvel jó erősen kössünk el, vagy pedig gyűrűzzük meg. A gyűrű alatt a leveleket szedjük le. Ősz felé figyeljük meg, mennyivel vastagodott meg az ág a gyűrű felett, valamint azt is, hogy a gyűrű alatt történt-e vastagságbeli növekedés. E kísérlet azt bizonyítja, hogy a levelekben készített táplálék a háncsrészben szállítódik lefelé egészen a gyűrűig, míg a talajból felvett vizet az ág belsejében levő fás rész akadálytalanul szállítja a levelekig. (161. ábra.)

269. Téli időszakban vagdossunk le a lógesztenye fáról rūgyes 5—6 db és 40--50 cm hosszú ágakat. Kísérlet előtt tanácsos az ágakat néhány óráig 30—40°-os meleg-

víz fürdőbe helyezni. A fürdő után az ágakból vágjunk 3—40 cm-es csúcsrūgyes ágakat és állítsuk őket egyenlő viszonyok mellett víz-



161. ábra.



162. ábra.

be. Csakis azok a rūgyek fognak normálisan kifejlődni, amelyek az alattuk lévő ágakból elegendő táplálékot kapnak. Az egészen rövid hajtás nem fog kihajtani, mivel a rövid ágban nincs elegendő tartalék (keményítő) táplálék. A keményítő jelenlétéről a legegyszerűbb módon jódpórbával győződhetünk meg. Más fák viszont cukrot halmoznak föl magukban. (l. 35. kísérletet.)

171. A gyümölcskertészetben egyes gyümölcsfák ágait úgy bírják erősebb gyümölcsstermelésre, hogy az ágat a tövénél dróttal elkötik. Ezzel az eljárással megakadályozzák, hogy az ágból a levelek által készített szerves táplálék a törzsbe vándoroljon, vagyis így minden szerves táplálék a fejlődő gyümölcsökben halmozódik föl. (162. ábra.)

272. A hagymában is nagymennyiségű tartaléktáplálék van felhalmozva. Jácint, vagy vöröshagyma hagymáját állítsuk olyan vízzel telt pohárba, amelynek az átmérője kisebb mint a hagyma átmérője. A hagyma rövidesen gyökereket fejleszt, majd a hajtása

is megindul, sőt ha nem vigyázunk, a megsoványodott hagyma a pohárba is beleeshet. Ilyenkor megfelelően kivágott papiros lemezre tesszük a hagymát. Ha gyökérképződés nem akar megindulni, éles késsel kissé bevágunk a tönkbe.

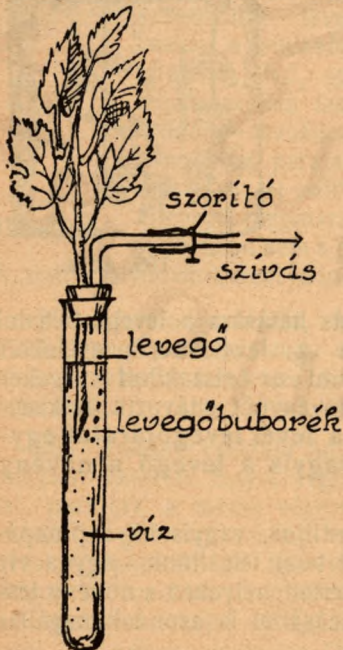
## XI. A LÉLEKZÉS.

273. *A növény teste gázoktól átjárható.* Vastagabb szárú petúnia, eperfa, fűzfaág vagy bármely más lúdtoll vastagságú ágat kétfuratú gumidugónk egyik furatába légmentesen behúzzunk. Az ág vége a gumidugó alatt még kb. 6-8 cm-re álljon ki. A próbacsőbe annyi vizet öntünk, hogy a levél vagy az ág vége 2-8 cm-nyire beleérjen. (163. ábra.) A dugó másik furatába meghajlított üvegcsövet erősítünk, erre pedig jól záró gumicsövet húzzunk, majd a gumidugót a próbacsőbe légmentesen beszorítjuk. Ha a hajlított üvegcsővön át a próbacső levegőjét nagy erővel szívjuk, úgy a levélnyel vagy a fűzfaág metszési felületéről számos levegőbuborék távozik el, amely csakis a külső levegőből, a levél lemezén és nyelén, ill. az ág felületén lévő levegőnyílásokon át juthatott a próbacsőbe. Ha a gumicsövet szorítóval (klipsz) elzárjuk, úgy a metszési felület

ről a buborékok több (10-15 percig is) percig és mindaddig távoznak, míg a belső és a külső légnyomás ki nem egyenlítődik. A kísérlet igazolja, hogy **nemcsak a levél belseje van levegőjáratokkal átszőve, hanem az ág belseje is** és hogy a külső levegő a levegőnyílásokon át a levél belsejébe juthat ill. a felesleges vízpára rajtuk keresztül a növényből eltávozhat.

Hervadó levéllel a kísérlet nemigen sikerül, mert a levegőnyílások ilyenkor zárva vannak.

274. Frissen leszakított *Petunia* vagy *Tradescantia* levéllemezét úgy dugjuk vízzel telt pohárba, hogy a leszakítás helye felfelé nézzen. Egyik újjunkkal simítsuk a levél lemezét a pohár falához, míg mutatóujjunkkal alúlról felfelé erősen nyomkodjuk a levél lemezét, de különösen annak főerét. A fokozatos nyomás következtében a levélből számos apró

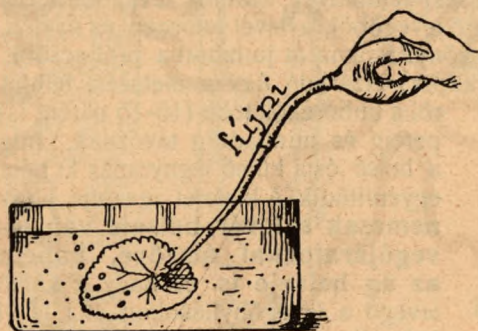


163. ábra.

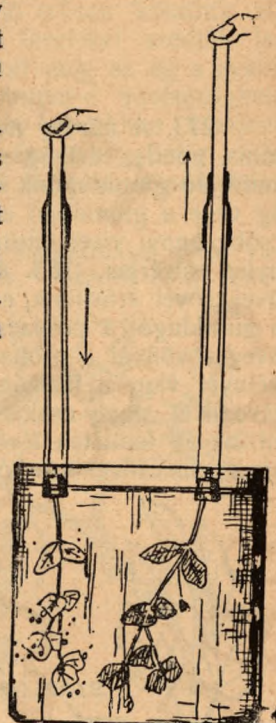
buborék távozik el, ami előzőleg a levél lemezében volt elrejtve. A kísérlet tehát azt igazolja, hogy a levél belsejében levegőüregek vannak.

275. Mocsári gólyahír (tavasszal) vagy *Primula chinensis* (télen) levéllemezét tegyük a víz alá és a nyélen keresztül erősen fújjunk bele. A lemez felületéről apró buborékok távoznak el, amelyek az erős fúvás következtében a növény belsejéből jutottak oda, ill. távoztak el. Tehát **nemcsak a levélbe juthat a gáz, hanem abból el is távozhat.** (164. ábra.)

276. Szívópumpánk alsó egyfúratú dugójába szorosan illesszünk be (5-6) leveles petúnia ágat. A levelek közül 1-2-t szakítsunk be. Szorítsuk be az egyfúratú dugót az ággal együtt szívópumpánk alsó végébe. A dugattyút húzzuk egészen ki, a felső végét zárjuk be hüvelykujjunkkal, majd óvatosan nyomjuk lefelé, ill. préseljük össze a



164. ábra.



165. ábra.

pumpában lévő levegőt. A nagy nyomás hatására a levegő behatol a szár levegőjárataiba, majd onnan a levelekbe, a levelekből pedig részint a levegőnyílásokon, részint az elszakított végeken apró és sűrű buborékok alakjában a növényből eltávozik. A kísérlet tehát azt igazolja, hogy a **szár és a levél levegőjáratai egymással összeköttetésben állnak, vagyis a levegő a növény bármelyik részébe eljuthat.**

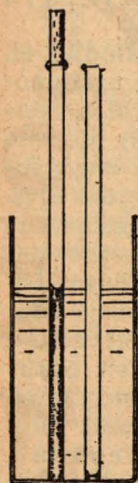
277. Ha a kísérletet most megfordítjuk, vagyis ha a pumpában a dugattyú felhúzásával légritkított teret létesítünk, úgy a víz részint a levegőnyílásokon, részint a sértett helyeken a növény testébe benyomul, amit a levél színeváltozásából is azonnal megállapíthatunk.

278. 5–10 cm hosszú fiatal  $\frac{1}{2}$ –1 cm átm. bodzafaág egyik

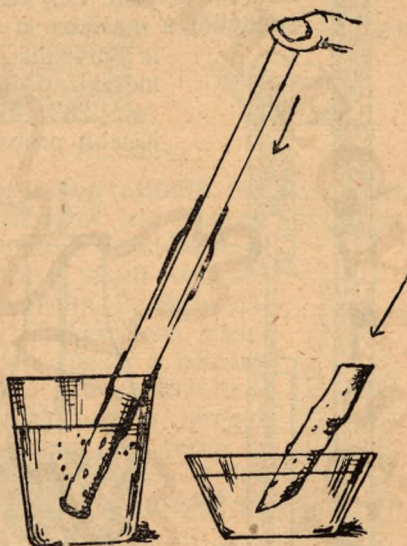
végét tegyük vízzel telt edénybe, a másik végén pedig erősen fújunk bele. A bodzafaág végén, a bélrészen apró buborékok távoznak el, jeléül annak, hogy a bélrész levegőtől könnyen átjárható. (167. b. ábra.) De nemcsak a bélrészen, hanem a felületen is állandó légcseré van.

279. A légcseré a lenticellákon történik. Két egyenlő, kb. 30 cm hosszú és 5–7 mm átmérőjű üvegcső közül az egyiknek a végére kb. 10 cm hosszú és az üvegcsővel egyenlő vastagságú bodzafaágot légmentesen és pedig gumicsővel, esetleg pecsétviaszszal ráerősítünk. A bodzafaág felső végét pecsétviaszszal zárjuk el, az üvegcső felső végére pedig vékony 1 mm vastag sértetlen parafalemezt ragasztunk.

Mindkettő szabad végét kb. 30 cm magas, vízzel telt edénybe tesszük. Rövid idő múlva azt tapasztaljuk, hogy a bodzafaágas üvegcsőben a víz lassanként felemelkedik, jeléül annak, hogy az üvegcsőben összszorított levegő csakis a bodzafaág felületén lévő, apró légzőrészekeken lenticellákon távozik el, ellenben a parafalemezzel elzárt csőben a levegő megmarad, mivel azon sem a gázok, sem a folyadékok nem hatolnak át. (166. ábra.) (Molisch kísérlete)



166. ábra.



167. a és b ábra.

280. Ha bodza, szilfa, nyárfa, vagy fűzfa vékonyabb ágait páratelt levegős helyre, vagy vízbe tesszük, úgy a lenticellák nem-sokára növekedni kezdenek és a helyükön apró szürkés párnák keletkeznek.

281. Vékony bodzafa ágból vágjunk ki 10–15 cm hosszú csomótlan darabot. Egyik végét zárjuk el légmentesen (spanyolviasz, parafin), a másik végére pedig szorosan záró gumicsövet húzzunk. A gumicső szabad végébe légmentesen rászzereljük üvegcsöves pumpánkat. Az ágot víz alá merítve a belső dugattyút benyomjuk és ezzel az üvegcsőbe levegőt préselünk. (167. b. ábra.) A nagy nyomású levegő az ág barnás szemölcssein, lenticelláin keresztül buborékok alakjában távozik el. Ha az esetleg közbeiktatott gumicsövet szorítóval elzárjuk, úgy a levegő a lenticellákon kb.

$\frac{1}{2}$  óráig apró buborékok alakjában távozik el. A lenticellák tehát a növények fás részein a szellőzés helyei.

282. Lélekezéskor  $\text{CO}_2$  fejlődik. Két befőttes, vagy kisebb uborkás üveg közül az egyiket töltsük meg  $\frac{3}{4}$  részéig őszirózsa, gyermekláncfű, vagy más növény virágaival (nem nedvesen!), a másikat pedig hagyjuk üresen. A két edényt üveglappal borítsuk le és mindkettőt sötét helyen tartsuk. 24 órai állás után emeljük fel óvatosan a borítólapot, majd égő fapálcikát, vagy drótra erősített karácsonyfa gyertyát dugjunk bele. (170. ábra.) A virágokat tartalmazó edényben a gyertya kialszik, mivel a sötétben a növényi részek lélekezésekor az O elhasználódott, ill. helyette  $\text{CO}_2$  keletkezett. A keletkezett  $\text{CO}_2$ -ot egyik edényből a másikba át is önthetjük, sőt az égő gyertyára is önthetjük, amire az kialszik; a bartyt vagy a mésvíz pedig megzavarodik.

283. Lélekezéskor O használódik el. Kisebb próbacsövéünkbe szedjük virágszirmokat (őszirózsa, gyermekláncfű). Jól záró

egyfuratú dugó furatába tegyünk egyenes üvegcsövet. A dugó belsejére darabka kálilúgot helyezünk, majd a dugót a próbacsöbe légmentesen bezárjuk. Az üvegcső alját egy másik próbacsöbe tesszük, amelynek alján víz van. Rövid idő múlva azt látjuk, hogy a lélekezéskor elhasznált O helyére a víz az üvegcsőben kb. a térfogat  $\frac{1}{5}$ -éig felemelkedik. A kilehelt  $\text{CO}_2$ -t a KOH darabka nyelte el. (169. ábra.)

168. és 169. ábra.

170. ábra.

( $\frac{\text{CO}_2}{2} \approx 1$ ) A kísérletet zöld növényi részekkel is elvégezhetjük, de csakis sötét helyen. Sötétben ú. i. a zöld részek nem asszimilálnak, tehát O-t sem fejlesztenek, ellenben ilyenkor csak lélekeznek.

284. Ugyanez a kísérlet úgy is elvégezhető, hogy a virágszirmokkal megtöltött próbacsöbe nem teszünk KOH darabkát, hanem a dugóba illesztett üvegcsővecske végét mésvízzel telt próbacsöbe állítjuk. A virágszirmok közelében keletkezett  $\text{CO}_2$  a súlyánál fogva az alsó mésvízes próbacsöbe jut és zavarossá teszi. (168. ábra.)

285. Még egyszerűbb a kísérlet akkor, ha egy próbacsövet



$\frac{2}{3}$  részéig megtöltünk virágszirmokkal és azt légmentesen elzárjuk. Fél nap múlva ha felnyitjuk és a szirmokra tiszta mésvizet öntünk, úgy a felgyülemlett  $\text{CO}_2$ -től a mésvíz azonnal fehéressé válik. (171. ábra.)



171. ábra.

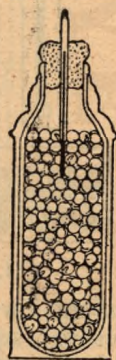
286. Fedeles cipődobozt szedjünk tele zöld lomblevéllel. A levelekre tegyünk lapos csészét és abba víztiszta mésvizet. A doboz fedelét spárgával rákötjük. Néhány órai állás után azt tapasztaljuk, hogy a mésvíz megzavarodik, ami csakis a levelekből eltávozó  $\text{CO}_2$ -től származhatott. (172. ábra.)



172. ábra.



286. A növények lélekzésekor meleg fejlődik. Befőttes üveget, vagy közepes nagyságú termoszt szedjünk tele virággal (őszirozsa, gyermekláncfű, folyóka, vagy petúnia). A befőttes üveget a felesleges melegveszteség elkerülése végett tanácsos posztóval, vagy száraz ruhával beburkolni. Érzékeny hőmérővel mérjük meg azon helység hőmérsékletét, melyben a kísérlet folyik. Leolvasás után dugjuk a hőmérőt a virágok közé. Rövid idő múlva a hőmérő 2-3-15 C fokkal emelkedik, ami azt bizonyítja, hogy a virágok között melegebb van, mint a szobában, ez pedig az erős lélekzés következménye. A keletkezett  $\text{CO}_2$ -öt égő fapálcikával, gyertyával, vagy mésvízzel mutatjuk ki. (173. ábra.)



173. ábra.

287. Két egyforma nagyságú termosz közül az egyiket töltjük meg diónagyságú, lehetőleg ép burgonyagumókkal, míg a másikat keresztben felvágott burgonyanegyedekkel. Mindkét termoszt zárjuk el egyfúratú parafadugóval, amelynek fúratába  $\frac{1}{10}$  beosztású hőmérőt dugunk. A kísérlet előtt úgy a burgonya, mint a termosz azonos hőmérsékleten álljon. Legalább 3-4 óra múlva már bizonyos hőmérsékleti eltérést észlelhetünk (0,5 C), amely különbség 24 óra alatt 1-2 C fokra is emelkedhet. A kísérlet azt igazolja, hogy **sebesülés** következtében erősebb anyagcsere lép fel, ennek **eredménye pedig a magasabb hőmérséklet.** (Sebláz.)

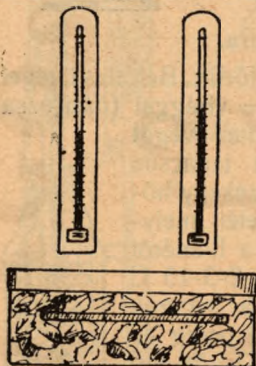
288. Nyári meleg napon érzékeny hőmérővel mérjük meg a levegő hőmérsékletét. Leolvasás után dugjuk a hőmérőt egy fejlett napraforgó virágzó fészekvirágzatába. A higanyoszlop az élénk lélekzés következtében 1-2 fokkal emelkedik.

289. Papiros cipődobozt tömjünk meg egészen friss, de nem

nedves fűlevéllel. A levelek közé tegyünk szobahőmérőt, a doboz tetejét pedig jó szorosan kössük az aljára. 24 órai állás után nyissuk fel és állapítsuk meg, mennyit emelkedett a higany az erős lélekzés következtében (3-4 kg akáclevél hőmérséklete 35-40 fokra is felemelkedik). (174. ábra.)

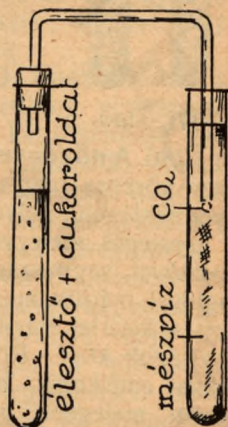
290. Felforralt, de utóbb kihűtött vízbe tegyünk babszemeket csíráztatni. A betevés után öntsünk a vízre vékony, könnyű olajréteget, vagy terpentint. Ezzel egyidőben ugyanabból a babból tegyünk ugyanannyit nyirkos fűrészpör közé. A forralt vízben a babok nem csíráznak, a fűrészpörban azonban igen, mert ott elegendő levegőt kapnak.

291. Lélekzésekor súlycsökkenés következik be. 10 gr légszáraz borsó, vagy babszemet nedves itatóspapiroson és beborítva csíráztatunk. Amikor a csíranövénykéék 2-3 cm-nyire nőttek, a kályhán, vagy fűtőtesten ismét légszárazra szárítjuk őket. Ügyeljünk arra, hogy semmi veszendőbe ne menjen. A borsón mintegy 17%-nyi, a babon pedig közel 13%-nyi súlyvesztéséget észlelünk.



174. ábra.

292. *Intramolekuláris lélekzés. Az erjedés.* Egyfúratú dugós próbacsövet  $\frac{3}{4}$  részéig töltünk meg 10 %-os cukoroldattal, amely oldatban elő-



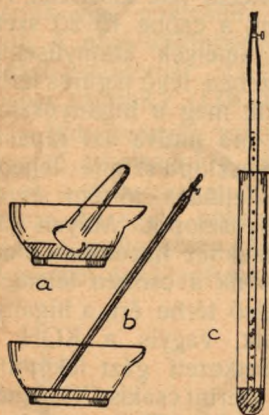
175. ábra.

zőleg kevés élesztőt kevertünk el. Ezt a próbacsövet üveg- és gumicsövek segítségével kössük össze egy másik próbacsövel, melyben víztiszta mésvíz van. Az összekötő üvegcső rövidebb vége a cukrosoldat dugójának az aljáig, míg a hosszabb szára a mésvízbe ér. Az összekötő üvegcső helyett gumicsövel összekötött két rövidebb üvegcsövet is használhatunk.) A készüléket tegyük langyos helyre. 1-2 órai állás után a cukros oldatban apró gázbuborékok keletkeznek, majd ezzel kapcsolatban a mésvízes próbacsövből szintén gázbuborékok távoznak el, melyek a próbacsöben lévő mésvízet fehérre változtatják. A kísérlet azt bizonyítja, hogy **az élesztősejtek képesek levegő nélkül is élni.** (Anaërobok) Munkájuk eredménye az alkohol és  $\text{CO}_2$ , mely utóbbi a mésvízet megzavarosítja. Ha a mésvíz helyett üres csöbe vezetjük a  $\text{CO}_2$ -t  $\frac{1}{2}$  óra múlva a csöbe égő fapálcikával nyulva, a láng kialszik. (175. ábra.)

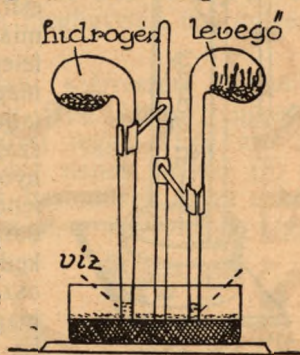
293. Két drb. 40 cm-es üvegcsövünket kössük össze 15 cm hosszú gumicsövel, míg az egyik cső végére rövid gumicsövet húzunk (4-5 cm-est) A gumicsöves végét mártjuk az élesztővel kevert

cukros oldatba (must, befőttlé is lehet) és szívással töltjük meg vele az egész csövet. Szívás után a gumicsöves véget vagy szorítóval, vagy pedig a gumicsőbe dugott üvegbottal légmentesen elzárjuk. A kettős csövet pedig az összekötő gumicsőnél felébe hajlítva egy állványon felállítjuk. Rövid idő múlva azt látjuk, hogy mindkét csőben gázbuborékok keletkeztek, ill. távoznak el. A buborékok a zárt cső felső részében összegyűlnek és ennek következtében a gáz a folyadékot lefelé, ill. a cső nyitott száján át kifelé nyomja. (Ezért tanácsos a kísérlet alá edényt tennünk.) Ez a kísérlet ugyanazt bizonyítja, mint az előbbi, tehát az alkoholos erjedést, ill. az intramolekuláris lélekzés lényegét.

294. A kísérlet egyszerűbben úgy is elvégezhető, hogy csak az egyik üvegcsövet használjuk fel oly módon, hogy az egyik végére a 4-5 cm-es gumicsövet húzunk, míg a másik végén át az élesztős cukroslevet addig szívjuk, míg a cső színültig megtelik. Most a gumicsövet hirtelen meghajlítva vékony spárgával jó szorosán az üvegcsőhöz kötözzük (vagy szorítóval, esetleg üvegbottal elzárjuk) vigyázva arra hogy a folyadék szintje vissza ne essék. Ekkor a cső szabad szájával lefelé egy próbacsőbe, vagy



176. ábra.



177. ábra.

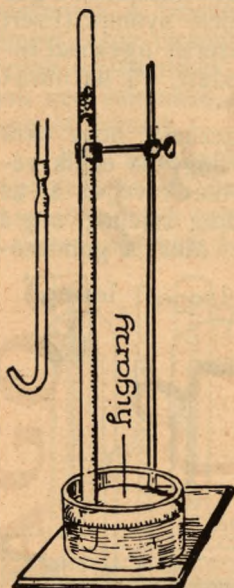
bármilyen edénybe beállítható anélkül, hogy a lé belőle kiömlene. Mikor a  $\text{CO}_2$ -buborékok a gumicső felé eső részen fölgyülemlenek, ezek a folyadékot lefelé nyomják, ill. a cső végén kiszorítják. (176. ábra.)

295. A kémiai kísérletekhez használt retortába tegyünk kb. maréknyi erős csírázásban lévő búza, borsó, vagy babszemeket, majd öntsük tele színültig vízzel. Zárjuk el tenyerünkkel az üveg száját és egy nagyobb edényben víz alatt úgy borítsuk fel, hogy a magvak a retorta zárt hajlatában gyűljenek össze. Egy másik gázfejlesztő palackban  $\text{H}$  gázt fejlesztünk és a gázt üvegcső, vagy gumicső közvetítésével a retortába vezetjük. A  $\text{H}$  gáz a retortából a vizet kiszorítja, úgy hogy a magvak közelében is csak  $\text{H}$  gáz van. Néhány óra múlva a retortában gázgyarapodás észlelhető, mely a retorta csővéből a még visszamaradt vizet kiszorítani iparkodik. Ha a felfordított retorta nyílásába víz alatt most  $\text{KOH}$  darabkát teszünk, a gáz szaporodása megszűnik, a víz a retorta vékony szájában felemelkedik, amiből az is bebizonyosodott, hogy a keletke-



zett új gáz  $\text{CO}_2$ . Minthogy csakis a lélekzésekor keletkezik  $\text{CO}_2$ , a magvak pedig szabad  $\text{O}$ -hoz nem juthattak így a magvak a lélekzésükhöz szükséges  $\text{O}$ -t csakis a vegyületeikből szerezheték meg. (177. ábra.)

296. Ha a magvak 2-3 napig ily módon intramolekulárisan lélekzenek és ha utána szétmorzsoljuk őket, majd vízben áztatjuk és az ázatot desztillációnak vetjük alá, úgy az alkoholt is kimutathatjuk benne. (Jód!)  
Vagyis az intramolekuláris lélekzésekor  $\text{CO}_2$  és alkohol keletkezik:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 + 26\text{Kal}$ .



178. ábra,

297. 1 m. hosszú és  $1\frac{1}{2}$  cm. átmérőjű üvegcsövet töltünk meg higannyal és végezzük el a híres Toricelli féle kísérletet. Az üvegcső alján dugjunk a csőbe 15-20 szem csirázó borsószemet, amelyek könnyűségük miatt a cső felső részében lévő légüres térbe felemelkednek. Jelöljük meg a higanyoszlop magasságát. 6-12-24 óra múlva azt tapasztaljuk hogy a higanyoszlop szintje lejjebb szállt. Itt tehát gázfejlődés történt és ez nyomta lefelé a higanyoszlopot. Milyen gáz lehet ez? A borsószemekhez hasonlóan most darabka  $\text{KOH}$ -t engedünk a csőben felemelkedni. Amikor ez a felső térbe ért, a higanyoszlop ismét emelkedik, vagyis a  $\text{KOH}$  a magvak közelében keletkezett gázt lekötötte. Ez a gáz tehát ezek szerint csakis  $\text{CO}_2$  lehet. Minthogy a légüres térben  $\text{O}$  nem volt, a

$\text{CO}_2$  keletkezése csakis úgy történhetett, hogy a csirázó borsószemek a bennük lévő vegyületekből (cukor) szereztek a  $\text{CO}_2$  keletkezéséhez szükséges  $\text{O}$ -t. (178. ábra.)

## XII.

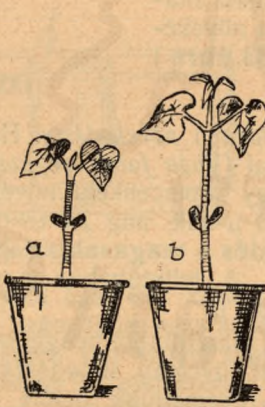
### NÖVEKEDÉS.

298. Csírázó babnövényke mellé állítsunk cm- és mm-re beosztott fapálcikát és naponként, lehetőleg ugyanabban az időben mérjük meg pontosan, mennyit nőtt a növényke az eltelt 24 óra alatt. A napi különbségekből állapítsuk meg az első 15 nap növekedési grafikonját. Ha óránként történik a megfigyelés, úgy milyen görbét kapunk? (179. ábra.)

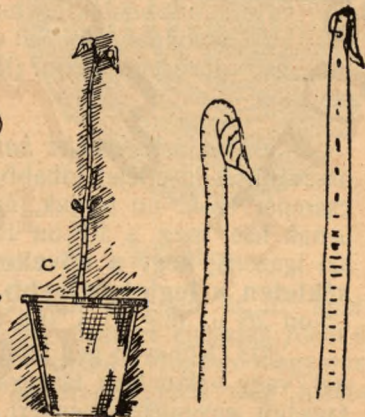
Babnövényke szikleveél feletti és alatti szárrészére húzzunk egyenlő távolságokra vékony tusvonalkákat (180. ábra.); ugyanakkor a szárrészeket is mérjük meg körzővel reggel 6 és este 6 órakor. Az egyik növénykét tarisuk lehetőleg napos helyen (b) a másikat pedig sötét helyen (c). Időnként hasonlítsuk össze a két növénykét és állapítsuk meg, melyik napszakban ill. sötétben vagy



179. ábra.



180. ábra.



181. ábra.

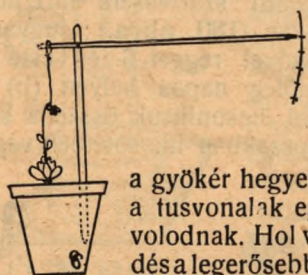
világosan nő gyorsabban a növény. Naponként jegyezzük fel az értékeket és készítsük el a növekedés grafikonját. (180 és 181. ábra.)

299. Ugyanekkor mérjük meg a levelek szélességét és nagyságát is. Hát ezek melyik napszakban ill. világosan vagy sötétben növekednek erőteljesebben? **A bablevelek a szórt fényben nőnek**

**intenzívebben. A gyökér növekedését a világosság késlelteti, a sötétség pedig előmozdítja.**

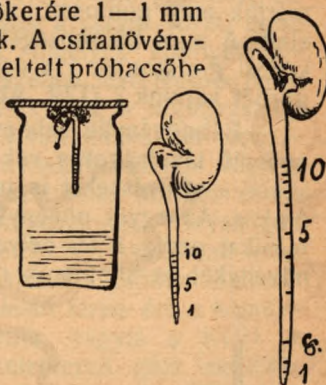
300. 40—50 cm hosszú szalmaszálból csináljunk kétkarú emelőt oly módon, hogy pl. annak  $1/10$  részén (forgatási pont) vékony gombostűvel lyukat égetünk át, miáltal a forgás minimális súrlódással jár. Ezt az igen érzékeny emelőt azután gombostűvel közvetlenül a növény mellé szúrt pálcika (25—30 cm) felső felére erősítjük. Minthogy a két kar nem egyenlő, a nagyobbik lehúzza a kisebbet. A kisebb kart most vékony selyemszállal a növény csúcsához kötjük. Észlelet: Az emelő hosszabb karja nap-nap után jobban süllyed, amit a hosszabb kar végéhez állított íves beosztáson is leolvashatunk. A két kar viszonyából a tényleges növekedést kiszámíthatjuk. (182. ábra.)

301. A csírázó babnövényke főgyökerére 1—1 mm távolságra vékony tusvonalakat húzunk. A csíranövénykét nedves vattába burkoljuk és utána vízzel telt próbacsőbe vagy edénybe állítjuk. Néhány nap múltán



a gyökér hegye megnyúlik és a tusvonalak egymástól eltávolodnak. Hol volt a növekedés a legerősebb? (183. ábra.)

182. ábra.



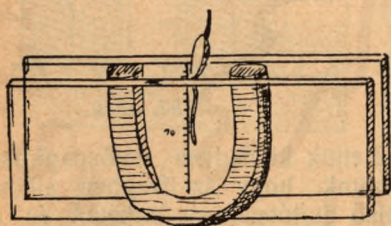
183. ábra.

302. A hőmérséklet hatása a növekedésre. Ha a fenti módon összeállított kísérletet lóbabbal (*Vicia faba*) végezzük és a növényke cserepét  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tartjuk, úgy a percenkénti növekedés átlagosan  $6\text{ }\mu$ -nak felel meg, a  $19^{\circ}$ -on  $10\text{ }\mu$ -nak, míg  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on  $16\text{ }\mu$ -nak, ami azt igazolja, hogy a növekedés a magasabb (optimális) hőmérsékleten a legintenzívebb. A felfutóbabon a növekedés  $7\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on  $26\text{ }\mu$ , míg  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on  $52\text{ }\mu$ .

303. Könnyen gyúrható plasztilinből hengerítsünk a tenyerünkkel, vagy valamilyen tárggyal (üveglap, símadeszkalap) lúdtoll vastagságú egyenletes hengert. Formáljunk belőle olyan U alakot, amelynek mindkét szára  $1\frac{1}{2}$  cm magas legyen. Tegyük ezt a plasztilin U alakot két teljesen száraz tárgylemez közé és gyengéd nyomással nyomjuk össze annyira, hogy a két üveglemez távolsága  $3\text{--}4\text{ mm}$  legyen. Ezáltal egy kis küvétát nyerünk, melybe kb.  $1\text{ cm}^3$  víz fér el és abból nem szívárog el. Ebbe a kis vizes kádba olyan csírázó árpaszemet tegyünk, amelynek a gyökere kb.  $1\text{ cm}$  hosszú. Ragasszunk az egyik fedőlemezre zsírpapírosra rajzolt milliméteres beosztást. Ezután hátracsapható mikroszkópunkat

90 fokra hátrahajtuk, miáltal a mikroszkóp tubusa vízszintes irányba kerül. Helyezzük az előbb elkészített kis küvetát a benne lévő árpa-csírával a mikroszkópra úgy, hogy a növényke egyik gyökerének a vége a tárgyasztal körének képzelt középpontjába essék. Ha ez sikerült, úgy kis nagyítású lencsével vizsgáljuk a gyökér csúcsának növekedését. A vizsgálat sokkal pontosabb úgy, ha a mikroszkóp okulárjába okulármikrométert teszünk és pontosan figyeljük, hogy pl. 1 óra alatt hány beosztásnyit, ill. a tényleges növekedésre átszámítva, hány mm-t nőtt a gyökér csúcsa. Gondunk legyen azonban arra is, hogy a kis kamrácskában mindég legyen annyi víz, amennyi a gyökeret teljesen elborítja. A hiányzó vizet hegyes pipettával pótoljuk, de ügyeljünk, hogy a beállított, már csírázó növénykét el ne mozdítsuk. (184. ábra.)

304. Valamely fejlődő fűféle növény (búza, árpa, rozs) fejlődő szárából az egyik szártagot a két bütyök között úgy vágjuk ki, hogy mindkét bütyök rajta maradjon. Felezzük meg *pontosan* a szártagot harántul és mindakét bütyköt állítsuk vízzel telt próbacsőbe. 24 ó. múlva az alsó bütykös fél meghosszabbodik, míg a felső változatlan marad. Ennek az a magyarázata, hogy a fűfélék szárának növekedése *interkalárisan* történik, vagyis a növekedési öv az alsó bütyök közelében van, amit a levélhüvely oltalmaz.



184. ábra.



185. ábra.

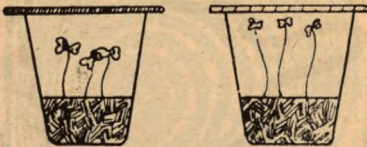
305. Fenyőfa ágát éles késsel vágjuk harántul át az ágörv *fölött* és *alatt*. Számláljuk meg az évgyűrűket az elágazás *fölött* és *alatt*. Melyik részen van eggyel több évgyűrű. Hogyan magyarázzuk ezt a jelenséget? Ezek szerint *hózzávetőlegesen* meg lehet-e állapítani a törzs örveinek számából a fenyőfa életkorát?

306. Nyírfa, lógesztenye, eperfa, hársfa vagy más fa egy-két éves hajtását kora tavasszal meggyűrűzzük, az ágat azonban a fán hagyjuk. A következő év tavaszán a gyűrűzés fölötti ágat harántul éles késsel átvágjuk, amikor is az ág eme részében egy évgyűrűvel többet találunk, mint a gyűrűzés alatti részben. Hogyan értelmezzük ezt a jelenséget?

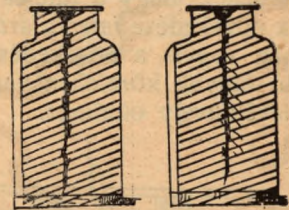
307. 5—6 cm átmérőjű fiatal fa, vagy valamely idősebb fa

ugyanekkora vastagságú ágát vágjuk harántul át, utána pedig a felületét (a bütűjét) éles késsel simítsuk el. Figyeljük meg, középen helyezkedik-e el a bél, vagy pedig az egyik részhez közelebb. Állapítsuk meg, hogy az ág az égtájakhoz viszonyítva hogyan helyezkedett el a növényen. Ahol az égvürrük közelebb esnek egymáshoz, ott a ágnak az a része *észak* felé, míg az erősebben fejlett oldal *dél* felé nézett. Némelyik (erdei) fán ez intenzívebben mutatkozik, úgyhogy a fa bütűjének szerkezetéből az égtájak felé is következtethetünk. (185. ábra.)

308. A *fény hatása a növekedésre*. Két kisebb, hosszúkás virágcserepet töltünk meg félig, vagy egynegyedéig laza kertifölddel és tegyük rá 2—3 tökmagot, majd pedig vékony földréteggel takarjuk be. Az egyik cserepet földjük be *sárga*, a másikat *kék* átlátszó üveglappal. A cserepeket állítsuk az ablakba, de kissé ferden, hogy a fény lehetőleg merőlegesen érje az üveglapot. Meleg helyen a magvak hamar kicsiráznak. A fejlődő fiatal növénykéken hamar észrevehető, hogy a sárga üveglap alatti növénykéék szára jobban megnyúlt, mint a kék üveg alattiaké. A kék üveglap alatti növénykéék levelei ellenben szélesebbek, mint a sárga lap alattiakéi. A kísérlet tehát azt mutatja, hogy a **különböző fénysugarak a növekedésre különböző módon hatnak.** (186. ábra.)



186. ábra.



187. ábra.

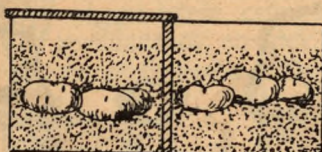
309. Befőttes üveg belsejét béleljük ki nedves itatóspapírossal. Az edény aljára kevés vizet öntünk, hogy az üvegben állandóan telített vízpára legyen. A belső itatóspapíros tapétán és a külső fekete borítópapíron 1 cm széles szabad csíkot hagyunk, amelyen keresztül a külső fény az üveg belsejébe juthat. Az edényt borítsuk le kemény kartonlappal, amelynek közepére cérnával fűzfavesszőt akasztunk. A fűzfavessző a páratelt levegőben lóg és csak egy keskeny résen át kap világosságot. Néhány hét múlva azt tapasztaljuk, hogy a **gyökök nagyrésze a fénytől elfordított oldalon ered és helyezkedik el**, ellenben a rügyek közül főleg azok indulnak fejlődésnek, melyek a rés irányába esnek. (187. ábra.)

310. Két egyforma, nedves fűrészporral megtöltött virágcserepbe ültessünk 4—4 babszemet. (Legjobb a lóbab, *Vicia faba*.) Az egyik cserepet tartjuk állandóan világos helyen, míg a másikat zárjuk el sötét helyre, vagy pedig jól záró dobozba tegyük. Mindkettőt gondosan öntözzük és az állandó hőmérsékletről is gondoskodjunk. Egy-két hét múlva azt tapasztaljuk, hogy a sötétben növő

növény szára erősebben megnyúlt, halványabb is, a levélnyele is hosszabb, ellenben a levéllemeze jóval kisebb, mint a világosságon fejlődötté. Azonkívül a levél mikroszkópikus vizsgálata azt is elárulja, hogy bár a klorofill-testecskék kellő számban vannak, ezek mégis színtelenek, tehát bennük klorofill-festőanyag nem képződött. Ha az u. u. etiolált növénykét 2—4 napra a napverőre tesszük, a levelek megzöldülnek, a növényke nem is nő olyan rohamosan, a szára is erőteljesebb lesz és a levelek is nagyobbakra nőnek. (180. ábra.)

311. Lényegében ugyanezt az eredményt kapjuk akkor is, ha teljesen zöld növénykét zárunk sötét helyre, amikor is a napfényen növekedett zöld növényke szárai kezdenek megnyúlni, a levélzet elhalványodik és a levélnyelek is megnyúlnak. Az erős megnyúlás oka itt is a fény hiánya. Feltűnőbbé válik a kísérlet akkor, ha a zöld növénynek csupán egyik ágát zárjuk el pl. egy jól elzárható papiros dobozba, vagy tölcsérbe.

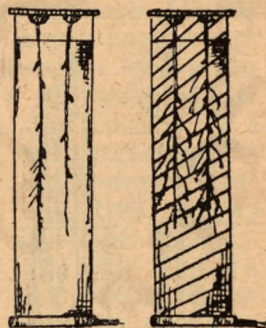
312. Január derekán tegyünk egy kisebb ládikába, vagy nagyobb dobozba néhány egészséges burgonyát. A ládikát valamilyen deszkalappal osszuk két egyenlő részre. Az egyik felét borítsuk be deszkalappal, míg a másikat érje a világosság. (188. ábra.) A burgonyákat osszuk szét a rekeszbe, majd állítsuk a ládikát meleg helyre, de úgy, hogy a világosság is állandóan érje (pl. az ablakba). Néhány hét múlva azt tapasztaljuk, hogy a burgonyaszemek kicsiráz-



188. ábra.

tak. A sötétben tartott burgonyagumók csirái azonban jóval hosszab-  
bak, mint a világoson nö-  
vékéi. A kísér-  
let azt bizo-  
nyítja, hogy a  
világosság a

szár növekedését hátráltatja.



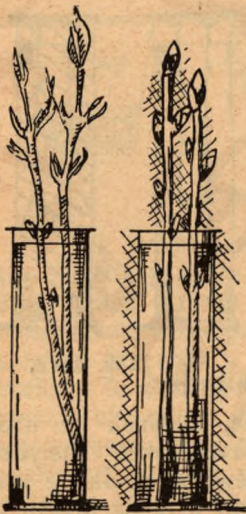
189. ábra.

313. Március elején két befőttes üvegbe, melynek az alján víz van, tegyünk egyenlő vastagságú fűzfavesszőket, melyeket ugyanarról a fáról metszettünk. Az egyik üveget borítsuk be vastag csomagolópapírossal, hogy lehetőleg semmi fény ne jusson az ághoz, míg a másikat hagyjuk szabadon. Állítsuk mindkettőt az ablakba, a világosságra. Rövid idő múltán azt tapasztaljuk, hogy a sötétben tartott ágakon jóval több és erőteljesebb járulékos gyökér fejlődött, mint a világosságon tartott vesszőkön. A kísérlet tehát azt bizonyítja, hogy a fény a gyökerek képződését és fejlődését korlátozza, a fény hiánya pedig előmozdítja. (189. ábra)

314. Márciusban, áprilisban két befőttes üvegbe állítsunk rüggyel megrakott orgona, gesztenye, bükkfavesszőket. Az egyik üveget sötétítsük el, míg a másikat hagyjuk a világosságon. Három-négy hét múltán azt tapasztaljuk, hogy a világosságon tartott rügyek jóval hosszabbak, és belőlük a levelek is hamarabb fejlődnek ki, mint a sötétben tartott rügyekből. A kísérlet azt igazolja, hogy a fény nem minden növekedést hátráltat, sőt a lombrügyek fejlődését egyenesen sietteti. (190. ábra)

315. Téli pihenésre tért szervek hajtatósa. Szeptember vége felé vágjunk a lógesztenyefáról jól fejlett rügyes ágat és vízbe állítva helyezzük el valamelyik napos ablakban, ahol aránylag magas hőmérséklet is van. Ha az időjárás kedvező, a rügyek kipattannak, mielőtt a téli pihenésen átesetek volna. A jelenség a szabadban is előfordul, különösen hosszú és meleg őszökön, amikor is nemcsak a gesztenyefák, hanem a gyümölcsfák is másodszor kivirágznak, sőt termést is hoznak. A szokatlan meleg tehát a nyugalomra tért szervek fejlődését megindíthatja.

316. Cseresznyefa, mandulafa rügyes vesszeit, ha decemberben levágjuk, majd rövid időre melegvízben megfürdetjük, utána vízbe állítjuk és kellemes meleg helyen tartjuk, úgy a virágrügyek karácsonyra kipattannak és szobadísznek felhasználhatók.

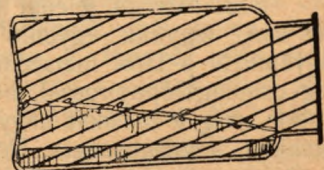


190. ábra.

317. Jácint-hagymák hajtatósa. Keskenyszájú befőttes üveget töltünk meg színültig kút-vízzel. Az üveg peremére állítunk jácint-hagymát, hogy annak tányérja a vízbe érjen. Kb. 4 hétig hagyjuk mérsékeltén hűvös és sötét helyen pl. pincében. Esetleg borítsuk le fekete papirostölcsérrel.



191. ábra.



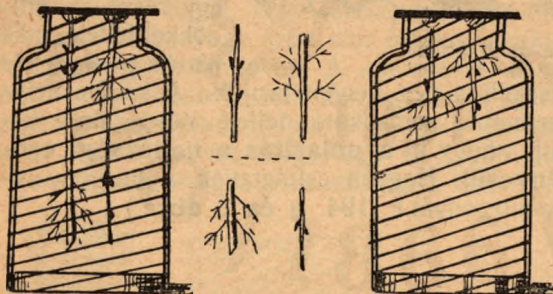
192. ábra.

Amint a gyökerek az üveg aljáig értek, hozzuk az edényt meleg szobába és állítsuk a világosságra, az ablakra. Fagyos időben az üveget az ablakból elvesszük. Ilyen gondos ápolás mellett a jácint hamarosan kivirágzik, (191. ábra.)

318. A *nehézségi-erő hatása a növekedésre*. Nagyobb, befőttes esetleg uborkás üveget borítsunk be teljesen sötét papirossal. Frissen vágott fűzfavesszőből kb. olyan hosszú darabot vágunk, mint amekkora az edény magassága. A vessző egyik végére plasztilin golyócskát erősítünk, amelynek segítségével azt a végét az üveg fenekére tapasztjuk, míg a másikat az üveg nyakához támasztjuk. Az edénybe annyi vizet öntünk, hogy lefektetve a víz ne folyhasson ki belőle. Tanácsos az üveg belsejét nedves itatóssal kibélelni. Az edényt dugóval vagy papirossal elzárjuk, majd vízszintes helyzetbe fektetjük. Ily módon a vessző sötét helyen páratelt levegőben, mérsékelt hőmérsékleten és állandóan vízszintes helyzetben marad kb. 1—2 hétig. Ezen idő alatt azt tapasztaljuk, hogy a vesszőnek a föld felé eső oldalán gyökerek kezdenek fejlődni. A kísérlet tehát azt mutatja, hogy **a gyökerek fejlődése a nehézségi erő irányában történik.** (192. ábra.)

319. Rügyes fűzfavesszőket plasztilin golyócskák segítségével erősítsünk uborkásüveg fafedőjére olymódon, hogy a vesszők függőlegesen az edény belsejében csüngnek. A vesszők egy részét a vastagabb, más részét a vékonyabb végével erősítjük a fafedőre. Az edény aljára vizet öntünk, az oldalát pedig lehetőleg itatóspapírral béleljük ki, hogy az edényben páratelt levegő legyen, míg kívülről sötét papirossal burkoljuk be. A vesszők így sötét helyen páratelt levegőben, mérsékelt hőmérsékleten és függőleges helyzetben maradnak 1—2 hétig. Ezen idő alatt azt látjuk, hogy a vastagabb véggel lefelé csüngő ágak alján gyökerek, a felső végén pedig levélhajtások erednek. Ezzel szemben a vékonyabb véggel lefelé csüngő vesszők alján kezdetben szintén levélképletek, de a felső végén gyökérkezdemények erednek. (193. ábra.)

A kísérlet eddig azt igazolja, hogy a levágott vessző egy-egy vége csak egyféle sajátosság kifejlődésére van mintegy beállítva. Ez a beállítottság azonban nem függ a vessző hosszától. Mert ha



193. ábra.

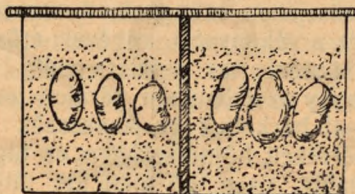
vesszőt, — amelynek az egyik végén már megindult a gyökérképzés, a másikon pedig a hajtás fejlődése, — két 10 cm-es drb.-ra vágunk és továbbra is az előbbi csüngő helyzetben tartjuk, akkor az alsó 10 cm-es ág felső végén leveles hajtások, a felső 10 cm.-es ág alsó végén végül pedig gyökerek erednek. Ez a jelenség arra emlékeztet, amit a mágneses sarkok megállapításakor észlelünk, t. i.



bármilyen apró legyen is a mágnesrúd, annak (északi és déli) pozitív és negatív sarka mindég megmarad. Eme hasonlat alapján mondhatjuk, hogy a fűzfavesszőnek is két sarka van, az egyik inkább a gyökérképzésre, a másik a lombképzésre hajlik. Magát a jelenséget *polaritásnak* mondjuk. Az ágakban ez a polaritás a nehézségi erő hatására fejlődik ki. Hogy azonban ez a növény belsejében hogyan jut kifejezésre, nem tudjuk.

320. Ha a vékonyabb végével lefelé csüngő vesszőt hosszabban is ebben a helyzetben tartjuk, úgy a vékonyabb végén végül is gyökerek, a vastagabb végén pedig oldalhajtások fejlődnek. Vagyis itt ismét a nehézségi erő hosszas hatása érvényesülhetett és a vessző végében olyan sajátságot váltott ki, amely éppen a polaritás következtében nem, vagy csak igen csekély mértékben juthatott érvényre.

321. A *burgonyagumó polaritása*. A burgonyagumó nem más, mint egy földalatti hajtás megvastagodott vége. A gumó ama helyét, ahol a hajtás a gumóval összefügg, köldöknek mondjuk. A



194. a és b ábra.

szemek a burgonyagumón inkább a köldökkel szemben lévő végén jelennek meg. Néhány burgonyagumót állítsunk fagyapottal lazán megtöltött sötét ládikába oly módon, hogy a gumók egy része a köldökkel felfelé, más részük pedig lefelé

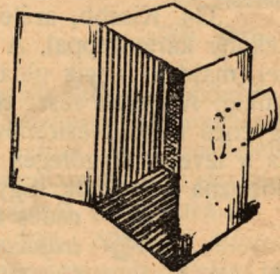
nézzon. A ládikát mérsékelt meleg helyen tartjuk. A kétféle helyzetben lévő gumók szeméből nemsokára felfelé növvő csírák fejlődnek, ami azt mutatja, hogy itt a **polaritás a nehézségi erővel szemben is érvényesül**. Hogyan csíráztatják a burgonyateyésztők a koratavaszi burgonyát? (194. a és b ábra.)

### XIII.

## MOZGÁSOK.

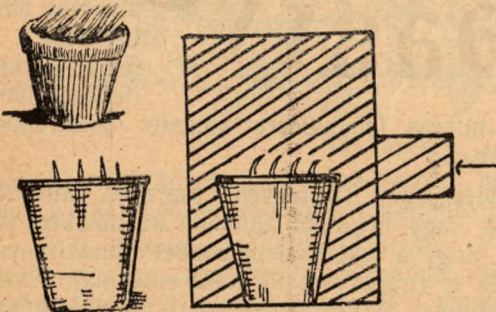
### Fototropizmus.

*Fototropikus doboz.* Jól kiszellőztetett szivarkadobozba, vagy cipődobozba vágjunk ki, 3–4 cm átmérőjű kör alakú nyílást a nyílásba meg 8–10 cm hosszú papiroscsövet erősítsünk. Tanácsos a cső beillesztését visszahajtanunk, vagy a doboz aljához szegezünk, hogy mellette a dobozba fény ne juthasson. A doboz belsejét matt (nem fénylő) fekete papirossal béleljük ki, a fedelét pedig kis kapoccsal, vagy zsineggel zárjuk le. Eszerint a dobozba csakis a papiros tölcserén keresztül juthat be a fény. Ez a legegyszerűbb *fototropikus doboz*, amelyben számos kísérletet végezhetünk el. (195. ábra.)



195. ábra.

322. Kisebb virágcserepbe tegyünk laza, nyirkos földet, vagy fűrészport. Tegyük rája néhány mustár, len, zab, búza, vagy árpa stb. magvat, majd szórjunk reá vékony rétegben finom homokot. A cserepeket hagyjuk a világosságon. Amikor a csíranövénykéek mintegy 2 cm-nyire kicsíráztak, a cserepeket a fototropikus dobozba tesszük és pedig olyan magasan, hogy a cserepperem magassága és a papiroscső vízszintes átmérője egy magasságba essenek. Ha a doboz ajtaját bezárjuk, a fény



196. ábra.

egy oldalról és csakis a csövön át juthat a dobozba. A készüléket az ablakba, a világosság felé állítjuk és egy-két napig nem mozdítjuk el. Már néhány óra múltán azt látjuk, hogy a csíranövénykéek csúcsai a világosság felé iparkodnak nőni. Vagyis a növénykéekben megvan az a

**képesség, hogy az egyoldalú világosság hatására száraik a fény irányába nőnek.** A jelenséget, amely bizonyos sejtek ingerelhetőségén alapul, *fényre hajlásnak*, (*napraforgásnak*) *fototropizmusnak* mondjuk. (196. ábra.)

323. *Pozitív és negatív fototropizmus.* Ivópohárba férő, téglalaalakú üveglemezre tegyünk nedves itatóspapirost, erre pedig helyezzünk néhány mustármagot, a köldökével lefelé, tehát, hogy a kicsírázó növényke gyököcskéje majd lefelé nézzen. Az ivópoharat borítsuk be fekete papirossal, a két széle között azonban hagyjunk  $\frac{1}{2}$  cm-es rést. A pohár aljára kevés vizet öntünk, majd az üveglemezt a magvakkal együtt úgy állítjuk a pohárba, hogy az üveglemez és a szabadon hagyott és egyvonalba essék. Fedjük le az edényt deszkalappal, vagy fekete papirossal; ez utóbbit még külön üveglappal is leborítjuk. Ebben a sötét kamrában a fejlődő csiránövénykéék száracskái a fényforrás felé, gyökerei pedig attól elfelé növekednek.

324. Kisebb, szélesszájú, vízzel telt porüveget borítsunk be vékony kartonlappal. A kartonlap közepét szúrjuk át vékony szög-gel, majd az egyik oldalról ollóval vágjuk be egészen a középső lyukig. A vágott részt egymástól eltolva, a lyukba 4—5 cm magas egyenes növésű csiránövényt (len, mustár) teszünk, majd a szárát és a levelet függőleges helyzetbe állítva, az üveget a fototropikus dobozba helyezzük. Egy-két nap múlva látjuk, hogy a szár és a csúcs a fényforrás (felé) irányába (*pozitív fototropizmus*), míg a gyökerek attól elfelé nőnek. (*Negatív fototropizmus.*) (197. ábra.)



197. ábra.



198. ábra.

325. Csíráztató lapos edényünkben csíráztassunk sarkantyúka (*Tropaeolum*) magvakat és az edényt állítsuk az ablakba a világosságra. A növényke szára kezdetben pozitív fototropikus mozgást végez. Ha azonban állandóan egyirányú erős fény éri, úgy a fiatal növények levelei lassanként az ablaktól elfelé hajlanak. Itt tehát a kezdetben pozitív

fototropikus levélnyel a túlerős fényhatásra negatív fototropikus mozgást végzett. (198. ábra.)

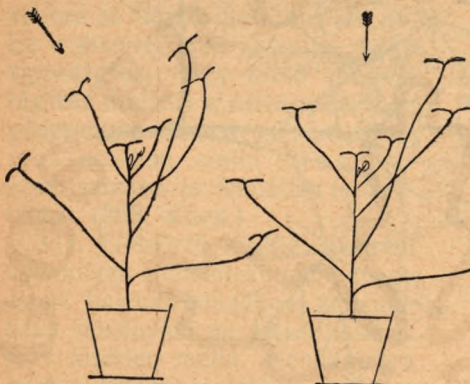
326. *A levelek fényéhsége.* Többlevelű cserépes muskátlit, sarkantyukát, kúszóbabot, vagy begoniát állítsunk az ablakba. Rövidesen azt tapasztaljuk, hogy a levelek lemezükkel a fény irányára merőlegesen helyezkednek el (transzverzális fototropizmus). Fordítsuk el a cserépet 180 foknyira és figyeljük meg a levéllemeznek további elhelyezkedését. Az idősebb levelek alig mozdulnak el. A

fiatal levéllemezeknek ez a fototropikus mozgása azért fontos, mert az asszimiláció akkor a legintenzívebb, ha a fény iránya a levéllemezekre merőleges. (199. ábra.)

327. Nemcsak az egyes levelek fordulnak a fény irányába, hanem a növény egész lombozata is. (200. ábra.)

328. Figyeljük meg az árnyékban nőtt borostyán, vagy a *Begonia* leveleinek levélmozaik elrendeződését. (201. ábra.)

329. Figyeljük meg a platán



199. ábra.



200. ábra.

levelű juharfa különböző hosszúságú levéllyeleit és a rajtuk levő levéllemezek nagyságát és elrendeződését. (202. ábra.)

330. *Negatív fototropikus mozgás.* Falra tapadó vadszőlő fiatal ágát állítsuk vízzel telt edénybe úgy, hogy a tapadókorongok az ablak felé nézzenek. Néhány nap múlva azt tapasztaljuk, hogy a kacsok a szoba belseje felé fordulnak. Ez ösz-

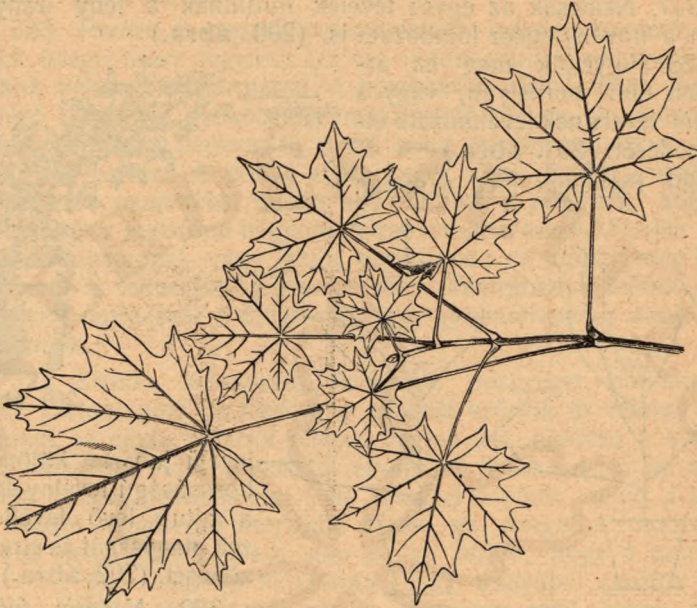


201. ábra.

szefügg a növények ama természetével, hogy a tapadókorongok a levelek által beárnyékolt falra tapadnak. (203. ábra.)

331. *Transzverzális fototropizmus.* Frissen leszakított hosszúnyelű fiatal sarkantyúka (*Tropaeolum*) levéllyelét állítsuk vízzel telt próbacsőbe úgy, hogy a levéllyel a lemezzel együtt még 4-5 cm-re kiálljon a próbacsőből. A levéllyelet vatta segítségével úgy he-

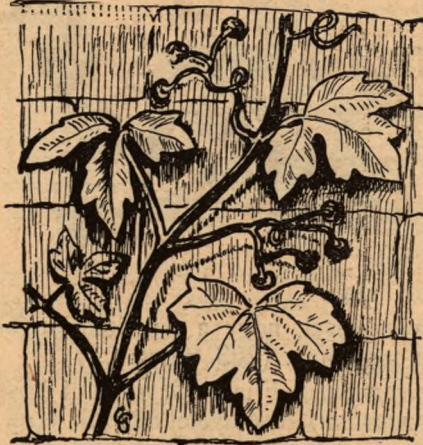
lyezzük el a próbacsőbe, hogy a levél lemeze vízszintes helyzetben legyen. Állítsuk a próbacsövet az ablakba. Néhány óra múlva azt tapasztaljuk, hogy a levélnyél a lemeze alatt meghajlik és a lemezt



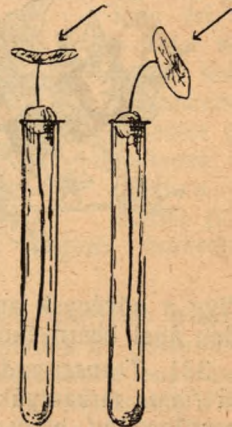
202. ábra.

a vízszintes helyzetből elfordítja, vagyis a levél lemeze az egyoldalú megvilágítás hatására a fényforrásra merőlegesen helyezkedik el. (204. ábra.)

332. Az egyirányú fototropikus inger kikapcsolása. Középes



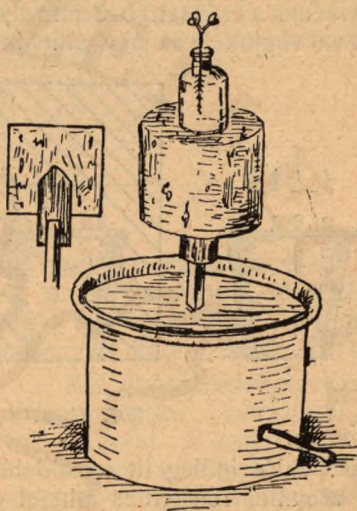
203. ábra.



204. ábra.

nagyságú ébresztőórát fordítsunk a számlapjával lefelé. A mutató tengelyére erősítsünk megfelelő nagyságú parafadugót. A dugó vízszintes lapjára vízzel telt porüveget állítsunk, amelybe merőleges helyzetben fiatal csíranövénykét teszünk. (Mustár, gabonaféle). A porüveg helyett kis orvosságos üveget, vagy próbacsövet is használhatunk, ezeket gombostűvel támogatjuk meg az eldőlés ellen. Állítsuk a kísérletet az ablakba. Az óra egyenletes járása mellett azt tapasztaljuk, hogy a növényke annak ellenére, hogy egyirányú fényinger hat reá, mégsem fordul a világosság felé, a gyökere pedig attól el, hanem mindkettő továbbra is függőleges irányban nő. Ez a kísérlet azt igazolja, hogy **egyenletes, vagy felső megvilágítás mellett a növények függőlegesen nőnek** és nem bizonyos irányban, amint ezt a szobanövényeinken is általában tapasztaljuk. (205. ábra.)

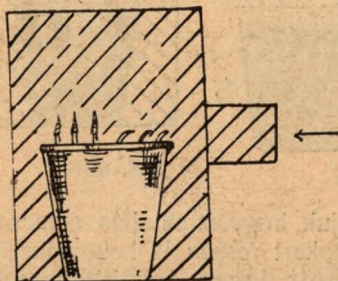
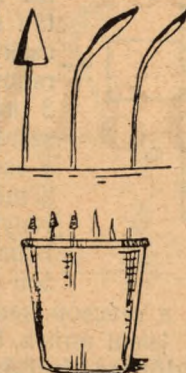
333. Ellenőrző kísérlet gyanánt ugyanilyen feltételek mellett egy másik hasonló edénybe is állítsunk fiatal növénykét és ezt állítsuk az órás kísérlet mellé. Néhány óra múlva azt tapasztaljuk, hogy a fiatal növényke felső része a világosság felé, tehát az egyoldalú fényforrás felé irányul. (l. 197. ábrát.)



205. ábra.

234. A fényinger felfogásának helye. Kisebb virágcserepben és sötétben csíráztassunk néhány zabszemet, (esetleg köles, vagy muharmagvakat) és sötét helyen tartsuk őket mindaddig, míg a földfölötti rész kb. 3 cm-nyire megnőtt. Az így kikelt fiatal növény-

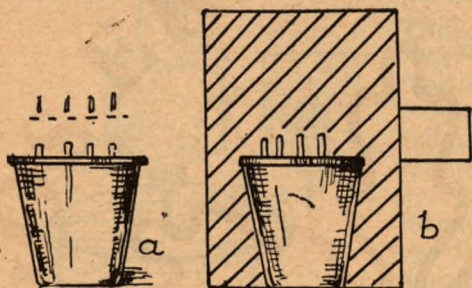
kék némelyikének a csúcsára staniol, vagy fekete papirosból kb. 3 mm-nyi sapkát teszünk úgy, hogy ezen a 3 mm-es csúcson a fény a növénykét ne érhesse. Tegyük most a virágcserepet fototropikus szekrényünkbe. Kb. 6-8 óra múlva azt tapasztaljuk, hogy a



206. ábra.

növénykék már a beeső fény irányába kezdenek hajolni, addig a sapkások változatlanul függőleges helyzetben nőnek tovább (vagyis így vakok.) (206. ábra.) Ez a kísérlet tehát azt mutatja, hogy pl. **a zabnál a fényingerfelvétel a csúcson történik**, míg az elhajlás attól távolabbi részen. A csúcson felvett inger azután tovább vezetődik az alsó tájékra is. Az elhajlás külső oka pedig az, **hogy a növényke a fénytől elfordított részén erőteljesebben nőtt, mint a fényérte oldalon.**

235. Az előbbi kísérleti cserépben csíráztatott zabnövények némelyikének a csúcsát kb. 3 mm-nyi távolságban éles késsel esetleg borotvával vágjuk le és úgy állítsuk őket a fototropikus kamrába. 4-5 órai



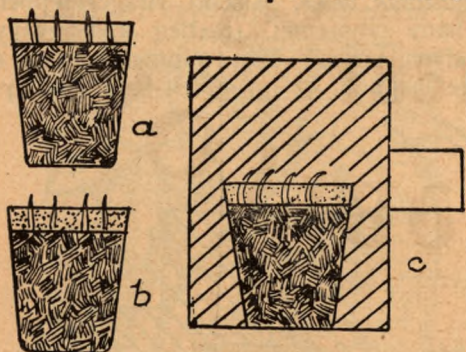
207. ábra.

állás után azt tapasztaljuk, hogy a növénykék alig hajoltak a világosság felé, ellenben a sértetlenek igen. (207. a és b ábra.)

336. Ha azonban a levágott csúcsokat vékony zselatinréteggel (0.1 mm) újból felragasztjuk és ha csak a csúcsot éri az egyoldalú megvilágítás, úgy a meghajlás bekövetkezik.

Valószínűleg itt egyoldalú ingeranyag (hormon) fejlődik, amely a zselatina-rétegen is áthatol és a növekedési zónáig tovább vezetődik.

337. Zabszemeket csíráztassunk sötétben. Amikor a csíranövény-

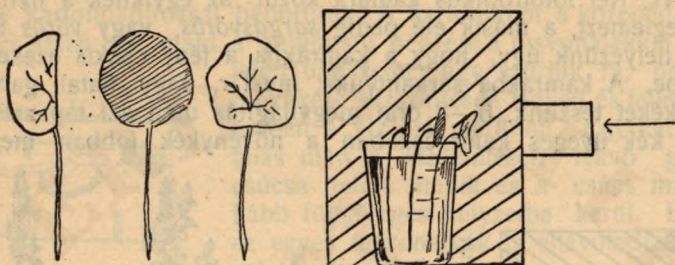


208. ábra.

kék kb. 2 cm-nyire a talaj szintje fölé nőttek, szórjunk rájuk finom, száraz homokot, esetleg szitált száraz kertiföldet, de csak annyira, hogy a csíranövénykék hegye kb. 3 mm-nyire kiálljon a száraz homokból. Tegyük a cserepet a fototropikus kamrába úgy, hogy a növénykék hegyét a lyukon behatólag fénysugár érje. 5-6 óra után azt tapasztaljuk,

hogy az elhajlás nemcsak a csúcson, hanem a szitált földdel befakart részen is bekövetkezik, jeléül annak, hogy **a csúcson fel fogott inger tovább vezetődött a hajtás alsó részébe is, amelynek elhajlását a laza földréteg nem akadályozta meg.** (208. ábra.)

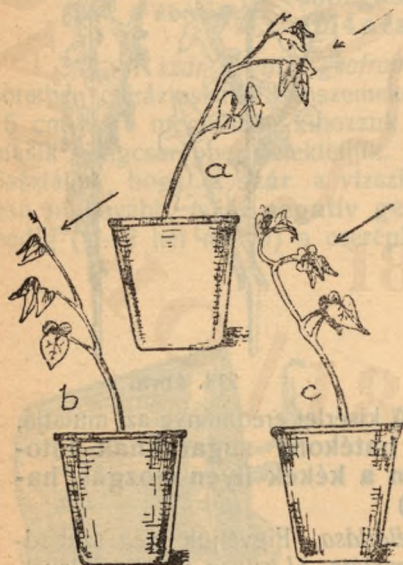
338. A sarkantyúka fiatal levelei közül a nyél illeszkedésénél az egyiknek a fél levéllemezét levágjuk, a másiknak az egész lemezét meghagyjuk, egy harmadik egész lemezét pedig fekete papírossal vonjuk be. Állítsuk mindhármát vízzel telt pohárba, a poharat pedig a fototropikus kamrába. Néhány órai egyoldalú megvilágítás után mind a három levélnyél (a lemezekkel együtt) a vi-



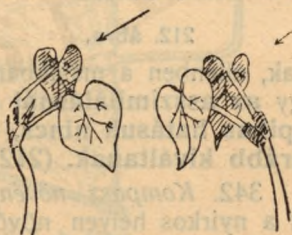
209. ábra.

lágosság felé görbül, jelétül annak, hogy ennél a levélnél a fényinger felfogása a lemez alatt a levélnyélben történik, nem pedig a levél lemezében, amint ezt általában hinni szokták. A lemez csupán a meghajlított nyéllel együtt mozog. (209. ábra.)

339. A bablevelek mozgása. Virágcserepben csíráztassunk babszemeket. A fiatal növénykét állítsuk a világosság felé az ablakba. Rövidesen azt tapasztaljuk, hogy a levélkék lemezei az ablak felé fordulnak (a) Ha a cserepet most úgy fordítjuk, hogy a levelek színe a szoba belseje felé nézzen, (b) úgy a levélkék kb. 1 nap múlva ebből a helyzetből is a világosság felé fordulnak. (c) (210. ábra.)



210. ábra.



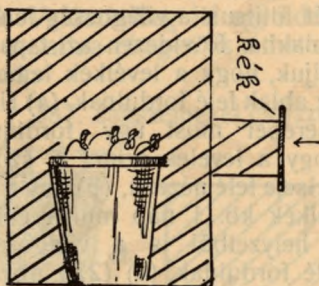
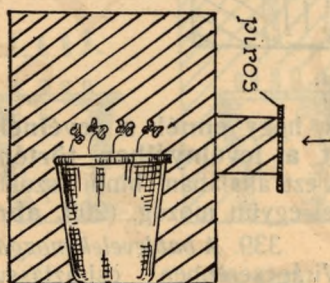
211. ábra.

340. A közelebbi vizsgálat azt mutatja, hogy itt a mozgást a levélpárnák és a levélnyél eszközlik. Mert ha ezeket a levélpár-



nácskákat stanolpapirossal beborítjuk, úgy a szoba felé fordított levélkék nem fordulnak vissza a világosság felé. E kísérlet tehát azt bizonyítja, hogy **a babnál** (általában a levélpárnás levelekben) **úgy az ingerfelvétel, mint az erre való reagálás a levélpárnákban történik**, tehát nem úgy, mint a zabnál, ahol ez a képesség a fiatal hajtásnak főleg a csúcsára van lokalizálva. (211. ábra.)

341. Két fototropikus kamara közül az egyiknek a nyílására *kék* üveglemezt, a másik elé pedig *sárgászvörös*, vagy *vörös* üveglemezt helyezünk úgy, hogy a kamrákba a fény csakis ezeken át juthat be. A kamrákba sarkantyúka, mustír, vagy fiatal gabona-növénykéket teszünk. 6–8 órai megvilágítás után azt tapasztaljuk, hogy a kék üveges kamrácskában a növénykék jobban meghaj-



212. ábra.



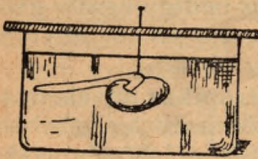
213. ábra.

lottak, ellenben a másikban nem. A kísérlet eredménye azt mutatja, hogy **az asszimilálásnál erősen hatékony sugaraknak fototropikus hatásuk nincs**, ellenben a kéknek ilyen mozgást hamarabb kiváltanak. (212. ábra.)

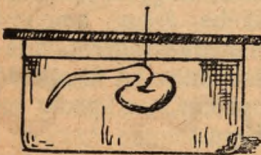
342. *Kompassz* növények levélállása. Figyeljük meg szabadban a nyirkos helyen növő keszegsaláta (*Lactuca scariola*) levélállását napos és árnyékos helyen. Napos területen a levelek élükkel dél-észak irányába fordulnak. Ha a levelek ezt a helyzetüket egyszer elfoglalták, többé nem változtatják meg, tehát mutatják a nap járását. (213. ábra.)

## Geotropizmus.

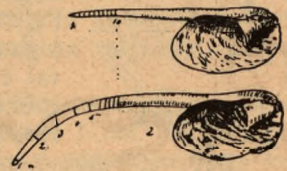
343. *Geotropikus inger hatásának szemléltetése.* Csírázó babnővényke egyenes függőkerére, amikor az kb. 2 cm. hosszú a csúcsból kezdve mm-es távolságra vékony tusvonalakat húzunk. Pohárba, vagy más alkalmas edénybe vizet öntünk és az edényt kemény kartonpapirossal beborítjuk. A kartonlapot a közepén gombostűvel átszúrjuk, majd



214. a ábra.

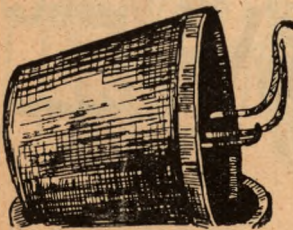


a függőkere vízszintesen legyen és teljes egészében a víz alá merüljön. Egy-két napi állás után a vízszintesen fekvő gyöker csúcsa lefelé hajlik és a csúcs mindinkább függőleges helyzetbe kerül. Ezalatt az egyes tusvonalkák is eltávolodtak egymástól. Legfeltűnőbb a növekedés a csúcstól az 5. osztási vonalig. A gyöker csúcsa tehát pozitív geotropikus mozgást végez. (214 a és b ábra)

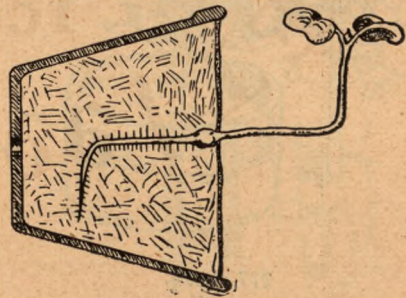


214. b ábra.

344. *A szár negatív geotropikus mozgása.* Virágcserepben és sötétben csíráztassunk babszemeket. Amikor a csíranővénykéék 10—15 cm-nyire megnöttek, kihozzuk a cserepet a világosságra és egy másik virágcserepben lefektetjük. Néhány nap (hét) múlva azt tapasztaljuk, hogy a szár a vízszintes helyzetből függőleges irányban nő tovább, tehát negatív geotropikus mozgást végez. Ha pedig (1—2 hét múlva) a cserepből a növénykéket óvatosan föld-



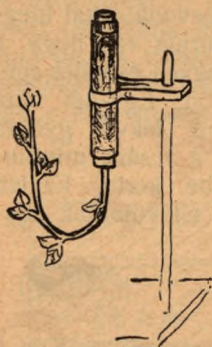
215. a ábra.



215. b ábra.

del együtt kiütjük és a gyökérzetről a földet eltávolítjuk, úgy azokon azt állapíthatjuk meg, hogy ezek meg függőlegesen lefelé nőttek, vagyis a gyökerek pozitív geotropikus mozgást végeztek. (215. a és b ábra.)

345. Fiatal, 10–15 cm nagyra megnőtt növényke gyökérfejét átfúrt és felébe vágott parafadugó közé fogunk és azt majdnem színültig megtöltött próbacsőbe állítjuk. A gyökér függőlegesen lefelé néz, a szár pedig fölfelé áll. Fordítsuk meg a próbacsövet úgy, hogy a gyökér nézzen fölfelé, a szár pedig lefelé. 1–2 nap múlva azt vesszük észre, hogy a lefelé fordított szár csúcsa kezd fölfelé emelkedni, tehát pozitív geotropos mozgást végez, ellenben a gyökér



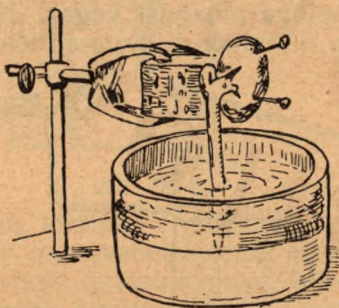
216. ábra.

kér hegye meg lassankint a föld felé hajlik. Ez a kísérlet is azt bizonyítja, mint az előbbi, hogy **a gyökér pozitív, a szár pedig negatív geotropos mozgást végez** és ezt a helyzetet iparkodik elfoglalni. (216. ábra.)

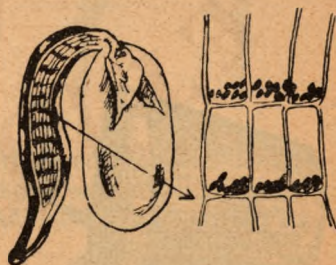
346. **A gyökér geotropikus növekedése akadályt is legyőz.** Erőteljesen fejlődő babnővénykét gombostűvel úgy erősítünk parafadugóra, vagy fahasábocskára, hogy a lecsüngő főgyökér csúcsa csészécskébe érjen, amelybe higanyt öntöttünk. A csíra nedvességéről vattával és beborítással gondoskodunk. A növekedő gyökér a higanyba is benyomul, az pedig tekintélyes akadály. (227. ábra.)

347. **A nehézségi erő megérezésének szervei.** Erősen fejlett babnővényke szárából, amikor az még alig 2–3 cm magas, kb. 2 cm hosszú darabkát kivágunk és nedves környezetben vízszintesen lefektetjük. A későbbi könnyebb tájékozódás végett éles késsel vágjunk be hosszában a darabka felső részébe. Ezzel megjelöltük, hogy a szár melyik oldala nézett pontosan fölfelé.  $\frac{1}{2}$ –1 órai állás után a szárdarabkából bodzabél között vékony metszetet készítünk, majd a metszetre jó-d-jódkáliumot cseppentünk és

fedőlemezsel beborítjuk. Mikroszkóp alatt a keresztmet-



217. ábra.



218. ábra.

szetben egy erősebben megfestett feketés gyűrűt látunk, amely tulajdonképpen nem más, mint súlyos keményítőszemecskék halmaza. Az egyes sejtekben a szemecskék a vágással ellentétes oldalra gyülekeztek, ami azt igazolja, hogy ezek a súlyos szemecskék (strolitok) a nehézségi erő irányában helyezkednek el. Más helyzetben

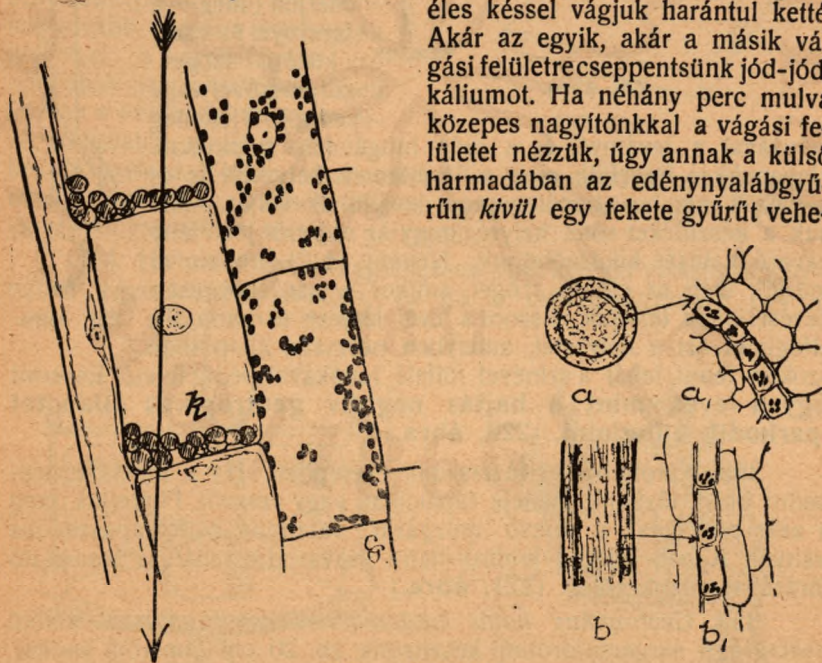
találjuk a szemecskéket természetesen akkor, ha a szárból hossz-  
metszetet készítünk. (219. ábra.)

A *Clivia* cserepes növény hosszában kettévágott gyökerében  
a keményítőréteget két vékony fekete vonal alakjában szabad szem-  
mel is észrevehetjük, ha jód-jódkáliumot cseppentünk a vágási fe-  
lületre.

348. *Helyzetérző szervek szemléltetése.* Csírázó babnövényke  
gyökerét, amikor az még alig 1 cm hosszú, éles késsel, vagy bo-  
rotvával lehetőleg úgy vágjuk hosszában ketté, hogy a rügyecskét  
is középen érje a metszés. A metszés felületére cseppentsünk jód-  
jódkáliumot, ennek hiányában jódot, vagy pedig tegyük a ketté-  
vágott gyökeret 1—2 percre jóddoldatba. 1—2 percnyi állás, ill. a  
kivevés után a jód hatására a keményítőszemek sötétre kékültek,  
az edénnyalábok kivételével, amelyek világos csíkok alakjában tűn-  
nek elő. A vágási felületet erősebb kézinagyítónkkal nézve,  
rajta egy-egy sejtnyi távolságban harántirányú fekete vonalakat ve-  
hetünk észre, ami azt igazolja, hogy a súlyos keményítő szem-  
csék valamennyien a gyökér sejtjeinek az aljában helyez-  
kednek el. (218. ábra.)

350. *Helyzetérző szervek (keményítőszemecskék) a szárban.*  
Csírázó babnövényke szárát a föld felett kb. 1 cm. magasságban

éles késsel vágjuk harántul ketté.  
Akár az egyik, akár a másik vá-  
gási felületre cseppentsünk jód-jód-  
káliumot. Ha néhány perc múlva  
közepes nagyítónkkal a vágási fe-  
lületet nézzük, úgy annak a külső  
harmadában az edénnyalábgyű-  
rűn kívül egy fekete gyűrűt vehe-

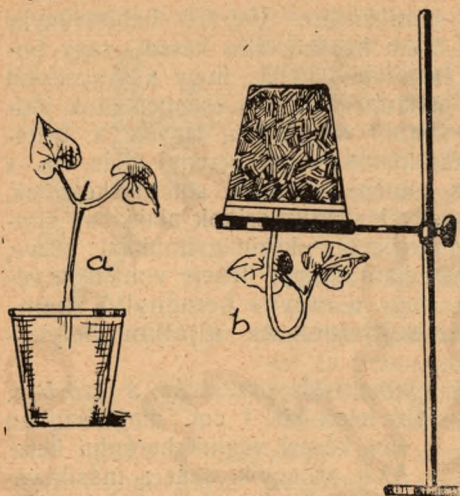


219. a és b ábra.

tünk észre, amely a keményítőhüvelyben felhalmozott súlyos kemé-  
nyítő-szemecskéktől származik. Vagyis a szárban a helyzetérző

**keményítőszemecskék a keményítőhüvelyben helyezkednek el.** Ha pedig a szárat hosszában kettéhasítjuk, úgy a megkéült keményítő hüvely a hosszmetset két szélén hosszanti csikban jelentkezik. (219. a és b ábra.)

351. Cserepes csírázó babnövényke első két levele szórt nap-  
ényben rendszeren  $50^\circ$ -ra áll a felettük levő fő-zárhoz, míg a



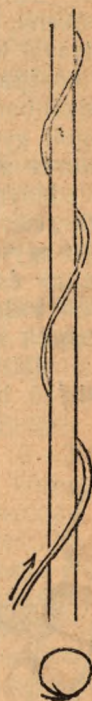
220. ábra.

ceruzával a levélnyel és a szár mögé tett papiroson. Ugyanakkor figyeljük meg a levéllemez helyzetét is és jegyezzük meg hozzávetőlegesen a levélfonák síkját. Állít-  
suk a készüléket sötét helyre, hogy az oldalról jövő fény zavaró hatását kiküszöböljük. Néhány (1-2) óra mulva mérjük meg az előbbi szöget, amikor is azt lényegesen kevesebbnek találjuk, viszont a levél lemeze is iparkodik elfoglalni azt a helyzetet, amelyben normális állapotban szokott lenni, tehát a színével fölfelé, fonákával pedig lefelé. Eszerint úgy a levél, mint a hajtás negatív geotropikus állapotot iparkodik elfoglalni. (220. ábra.)

352. Karóbabot csíráztassunk cserépben. Ha a hajtás levele-  
sedni kezd, tűzzünk melléje fapálcikát, vagy vesszőt. Figyeljük meg a szár csúcsának a kereső mozgását, valamint a felkapaszkodás irányát. A bab mindig jobbról-balra csavarodik, tehát az óramutató járásával ellenkezőleg. (221. ábra.)

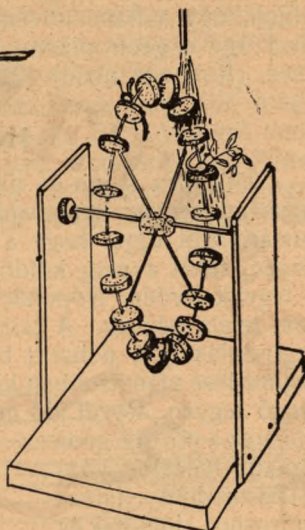
353. *Geotropikus hatás kiküszöbölése centrifugálással.* Kötőtű vastagságú sárgaréz drótból készítsünk kb. 20 cm átmérőjű karikát. A két véget összeforrasztjuk, vagy pedig vékonyabb dróttal erősít-  
jük össze. Előzőleg azonban a dróra kb. egyenlő távolságokra 20 drb.  $\frac{1}{2}$ -1 cm. vastag és 3 cm. átmérőjű parafalemezeket húzun<sup>k</sup>

levelek lemezci többé-kevésbbé vízszintes helyzetet foglalnak el, természetesen a levél fonáká lefelé néz. Hogy a cserép földje ki ne hulljon, öntsünk a cserép földjére híg gipszpépet. Fordítsuk fel a cserepet és állít-  
suk\* a Bunsen ál-  
vány karikájára. Mérjük meg a levélnyel és a szár közötti szöget szögmérővel vagy pedig jelöljük meg



221. ábra

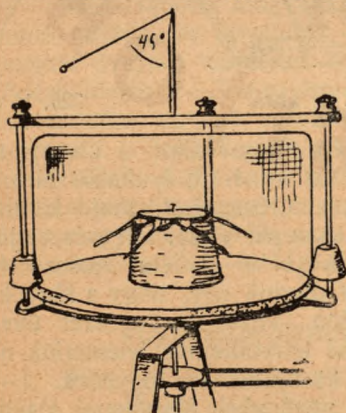
és ebbe erősítjük bele a két kötött küllőt. A kötött végeit darabka beforrasztott üvegcsővégre illesztjük, ezt pedig olyan parafalemezbe dugjuk, amelyet viszont apró szöggekkel a két oldalsó deszkalaphoz erősítünk. Az egész készülék tulajdonképpen egy rendkívül könnyen mozgó négyküllős kerék, melyet még egy hulló vízcsepp is mozgásnak indít. (222. ábra.) Az egyes parafalemezre gombostű



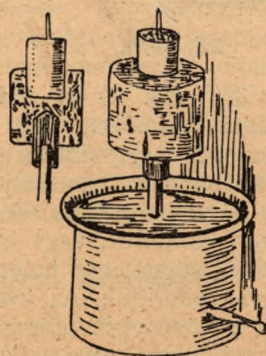
222. ábra.

segítségével fiatal csírázó bab növénykéket erősítünk, majd utána az egész készüléket a vízvezeték kifolyójára szereljük, oly módon, hogy a vízvezetékéből kifolyó víz a parafalemezre hulljon. A víz esése mozgásba hozza a kereket. Minthogy a lecsepegő víz a magvakat állandóan nedvesen tartja, azok zavartalanul növekedhetnek. A növekedő növénykéek gyökércsúcsai a központtól elfelé, tehát centrifugális, míg a rügyecskek hegyei a központ felé, azaz centripetális helyzetbe nőnek tovább, vagyis a növénykéek tengelyei a centrifugális erő irányában helyezkedtek el. Ilyen formán a nehézségi erő nem érvényesülhetett, mivel a növénykéek helyzete a földhöz viszonyítva állandóan változott. (A gyökerek elhelyezkedésében valószínűleg a gyökér csúcsában lévő súlyos keményítőszemek is szerepet játszanak.)

354. Ha azonban a függőlegesen járó kereket vízszintes helyzetben egyenletesen jártatjuk, és ha a csíranövénykékre úgy a



223. ábra.



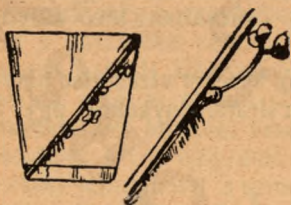
224. ábra.

centrifugális, mint a centripetális erő egyenlő mértékben hat, úgy ebben az esetben a növénykék rügyecskéje 45°-al hajlik a középpont felé, míg a gyökérzete ugyancsak 45°-al, de kifelé, vagyis a két ható erő eredőjének irányában. (223. ábra.)

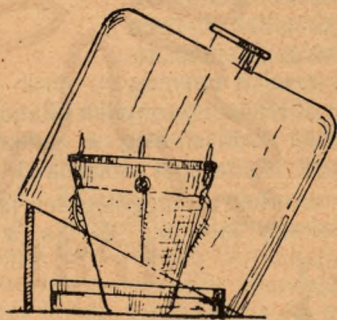
355. Ha pedig a centripetális erőt teljesen kiküszöböljük, és a csírázó növénykét egy alkalmas edényben ébresztőóra tengelyébe állítjuk, úgy a fiatal növényke hegye vízszintesen fog továbbmenni, mivel úgy a geotropizmus, mint a centrifugális erő ki van küszöbölve. (Kolkwitz után.) (224. ábra.)

### Hydrotropizmus.

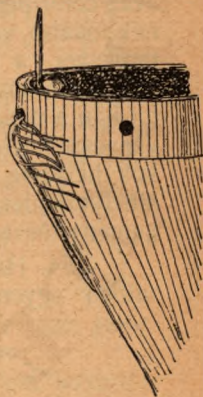
356. 6 x 9 cm-es tiszta üveglemezre tegyünk ugyanakkora nagyságú nedves itatóspapirost. A papirosra helyezzünk el néhány mustármagot úgy, hogy a kicsírázó növényke gyököcskéje lefelé nézzen, tehát a mag köldökével lefelé. Fordítsuk föl az üveglemezt és tegyük ferdén ivópohárba, vagyis az itatósra tapadt magvak most lefelé néznek. A pohár alján kevés víz legyen. A csírázás megindulásáig a poharat borítsuk le másik üveglappal, a csírázás megkezdése után azonban kissé húzzuk el, nehogy a pohárban páratelt levegő legyen. Rövid idő múlva (1—2 nap) azt látjuk, hogy a fiatal gyökerek a pozitív geotropikus hatást legyőzve a nedves itatóspapiroshoz símulnak és azon nőnek tovább. (225. ábra.)



225. ábra.



226. a. ábra.



226. b. ábra.

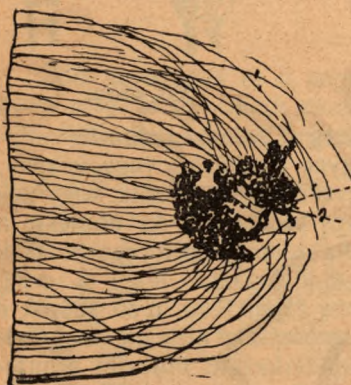
357. Kb. 10 cm átm. virágcserep pereme alatt 1 cm-nyi távolságra reszelővel, vagy fúróval  $\frac{1}{2}$  cm átmérőjű lyukakat fúrunk. A cserepet megtöltjük színültig nyirkos fűrészporral, majd kívülről itatóspapírossal beburkoljuk, utána a cserepet vízzel telt csészébe, vagy tányérba állítjuk. A négy lyukba 1  $\frac{1}{2}$ —2 cm hosszú főgyökerű kukorica, vagy bab gyökerét dugjuk úgy, hogy a főgyökér lehetőleg függőleges helyzetbe kerüljön. Végül az egészet üvegbúrával leborítjuk. Az üvegbúrát kissé félrebillentve felemeljük, nehogy a növénykék teljesen páratelt környezetben legyenek. 1—2 nap múlva azt tapasztaljuk, hogy a növénykék főgyökerei a teljesen nedves itatóspapírossal símulnak és ahhoz tapadva nőnek a

cserép alja felé. A gyökerek tehát a függőleges irány helyett a nagyobb nedvesség felé nőnek. (226. a és b ábra.)

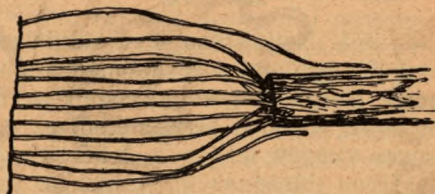
### Chemotropizmus.

A hidrotropizmussal szorosan összefügg a chemotropizmus is, vagyis a növényeknek (gyökereknek) az a képessége, hogy pl. a gyökérszőrök a kémiai tápláló anyagok, vagy talajrészecskék felé nőnek. Mindkettőt egyszerű kísérlettel igazolhatjuk.

358. Cukorrépa, mustár, repce, búza, árpa, zab, stb. magvakat csiráztassunk nedves itatós papiroson (l. 51. l.), majd amikor a gyökérszőrök fejlődni kezdenek, tegyünk morzsányi kertiföldet a gyökérszőrök közelébe. 1—2 nap múlva azt tapasztaljuk, hogy a gyökérszőrök a talajrészecske felé nőnek és azt behálózzák. (227. ábra.)



227. ábra.



228. ábra.

359. Gabona magvakat (zab) csiráztassunk az előbbihez hasonló módon, de ügyeljünk, hogy a nedves itatós papirossal beborított üveglap vízszintes helyzetben legyen. A gyökérszőrök fejlődése idején 2—3 mm átmérőjű és egyik végén beforrasztott üvegcsövecskébe tegyünk egészen híg kénsavas ammóniák oldatot és helyezzük a fejlődő gyökérszőrök közelébe. 1—2 nap múlva azt tapasztaljuk, hogy a gyökérszőrök egy része a tápláló oldat felé, tehát a vékony üvegcsöbe hatol. A két kísérlet tehát azt igazolja, hogy a gyökérszőrök a talaj kémiai ingereit megérik és ennek következtében a táplálóoldatok felé nőnek. (228. ábra.)

### Thygmotropizmus és nasztikus mozgások.

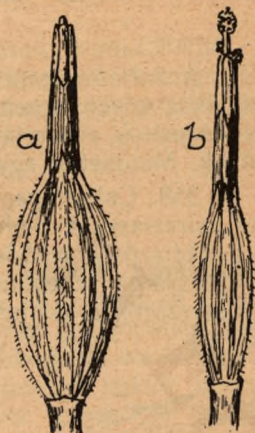
360. Sóskaborbolya (*Berberis vulgaris*) vagy mahonia (*Mahonia aquifolium*) sárgafürtű virágzatából válasszunk ki egy kinyílt virágot, majd tűhegyes gyufaszállal érintsük meg valamelyik porzó-



szál közepét. Érintésre az egész porzó a központi állású termő bibéje felé csapódik. (229. ábra.) A porzószal alsó és felső harmada nem érzékeny, amit abból is következtethetünk, mivel a porzószalnak csak a középső részén van kidudorodás, így ennek sejtjei érzősejtekként szerepelnek.



229. ábra.



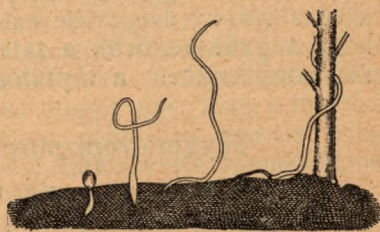
230. ábra.

361. Nyílófélben lévő kék búzavirág (*Centaurea cyanus*) virágfészkébe nyúlunk be valamilyen tűhegyes szálkával, vagy vékony, merev fűszállal és kotorásszunk az egyes virágok között, vagy pedig mozgassuk ki helyzetükből az egyes virágokat. Az érintésre a csöves virágok tetején a fehér virágporaszemek apró csomócskák alakjában dűródnak ki. Ennek az a magyarázata, hogy a virág mozgatása közben a porzószalak közepe táján lévő érző szőrök a mozgatást, mint ingert felfogták, a porzószalak hirtelen megrövidültek és ennek következtében a kefék szerkezetű bibeszál a hirtelen lehúzott porókokból a virágporaszemeket a portokcső tetejére kitolta. A rovar testének, ill. egy másik virágnak a megporzása ezzel a berendezéssel biztosítva van. (230. ábra.)

362. Madársóska (*Oxalis acetosella*), vagy a virágkereskedésben kultivált négylevelű lóhere (*Oxalis tetraphylla*) cseres növényt tartunk aránylag meleg és árnyékos helyen (16-18 fok). Ke-



231. ábra,



232. ábra.

mény kartonlappal hajtsunk erős szelet a növényke felé. A legyezés után rövid idő múlva (15—20 mp) a levelek lassanként kezdenek lekonyúlni és kb. 2 perc alatt egészen le is konyúlnak. Kb. fél perc múlva a levelek ismét kezdenek felemelkedni. Kedvező megvilágítási viszonyok mellett a kísérlet az akácfa leveleivel is sikerül.

363. Földítő, (231. ábra) vagy a Krisztusvirág (*Passiflora*) erőteljes és fejlődésben lévő kacsait fogjuk két újjunk közé és gyengéden húzzuk végig rajta újjunkat. Meleg időben a kacsok már néhány perc múlva bepödrődnek.

364. Ha az aranka magvak kicsíráznak, a csiranövényke vékony szára a levegőben mindaddig keringő mozgást végez, míg a közelében élő támasztékra talál. A támaszték (gazdanövény) megérzése után arra rácsavarodik, abból táplálékot szív, míg a gyökere fokozatosan elkorhad. (232. ábra)

\*

365. *Levélállás és a megvilágítás foka.* Két kisebb virágcserepben magból neveljük madársóska (*Oxalis acetosella*) növénykéket. Amikor a levelek már kifejlődtek, az egyik cserepes növényt



233. ábra.

állítsuk árnyékba, a másikat pedig napverőre. Az árnyékos helyen lévő levelek levélkéi szétterülnek és lapjukkal többé-kevésbé a fényforrás felé hajolnak, vagyis a levelek pozitív fototropikusak. Ellenben a napverőn lévő rövid idő múltán lekonyúlnak és a nap sugaraira ferdén helyezkednek el. (233. ábra.) Ha azonban ez utóbbiakat is árnyékos helyre állítjuk, a levélkéik fényéhségük következtében ismét kiterülnek. Hasonló jelenségeket figyelhetünk meg a

bübon (234. ábra.) és az akácban (235. ábra.) is.

366. Kora tavasszal, vagy télen a kertészthől vett jól fejlett, de még ki nem nyílt tulipánt hozunk be a hideg helyről, vagy szobából egy olyan szobába, ahol a hőmérséklet 20—25 °C között van. Egyeseket sötét ítsünk el, mások pedig maradjanak a világosságon. A fenti hőmérsékleten valamennyi virág kb. negyedórán belül kinyílik, jelétül annak, hogy itt a virág nyílását nem a fény, hanem a magasabb hőmérséklet váltotta ki. Ugyanezt az eredményt érjük el akkor is, ha a becsukott virágot 20-25 °C fokos vízbe mártjuk. (236. ábra.)

A kísérletet a vízen úszó lyukas parafadugóval is elvégez-

hetjük. Az egyik kádban 5—10 fokos, a másikban 25—30 fokos víz van. Az edényt borítsuk le. Ha a kinyílt tulipánvirágot 5 C<sup>o</sup>-ú helyre tesszük, vagy legfeljebb ilyen fokú vízbe mártjuk, a virág rövidesen becsukódik. Ezt a kísérletet ugyanazzal a virággal egy napon át 5—6-szor felváltva is elvégezhetjük.

367. A fészkes virágú növények némelyike a sötétség be-



234. a ábra.



234. b ábra.

álltával összecsukódik. Ilyenek a százsorszép (*Bellis perennis*), a körömvirág, (*Calendula officinalis*), vagy a gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*). A más családba tartozók közül e jelenséget mutatják:

a madársóska (*Oxalis*) és a sziléne (*Silene nutans*). Ha az előzőleg sötét és hideg helyen (pincében) állott gyermekláncfű fészkefejét napos helyre viszzük, úgy a virágfejek kinyílnak. Este felé azonban ismét becsukódnak, még akkor is, ha a helység elég meleg. Ez a kísérlet az előbbivel szemben azt igazolja, hogy a virágfészkek záródását és nyitódását a fény



235. ábra.

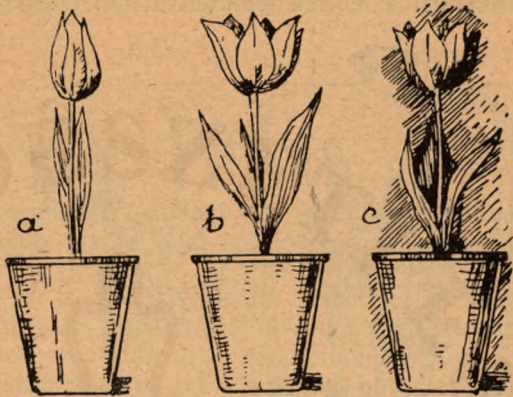
mennyisége szabályozza. Ha pedig a gyermekláncfű virágfészket nappal elsötétítve tartjuk, úgy estefelé felmelegítéssel újból kinyílásra kényszeríthetjük, jeléül annak, hogy a gyermekláncfű a meleg iránt is érzékeny. Igen alkalmas növény ehhez a kísérlethez a százsorszép (*Bellis perennis*) is, amellyel télen is lehet kísérletezni, mivel a szobában is jól tenyészthető. (237. ábra.)

368. A fejlődő sarkantyúka levéllemezei nyáron a szabadban

és nappal vízszintesen helyezkednek el, este és éjjel azonban csaknem függőleges helyzetbe kerülnek. (Alvási helyzet.)

369. Paprika, tök, vagy a retek palánták sziklevelei éjjel fellel emelkednek (összetette a két kezét, „imádkozik“ mondja fíyenkor a falusi magyar nép.) A közöttük lévő csíra ezáltal védve van a hideg ill. az erős párolgás ellen.

370. Jégszekrényben tartott, vagy tavaszi hűvös reggelen hozunk be néhány jól fejlett tulipánt a meleg szobába. A tulipánok egy részét hagyjuk a világos, de meleg szobában, más részét pedig sötétítsük el ugyancsak a meleg szobában. Ha a szoba hőmérséklete  $20-25^{\circ}\text{C}$ , úgy a tulipánok mindkét helyen kinyílnak, bizonyítva azt, hogy **ebben az esetben a virág nyílását a meleg szabályozza**. A kísérletet napjában többször is meg lehet ismételni, a virágok mindannyiszor reagálnak.



236. ábra.

371. Tegyük a fiatal (14 napos) babnövénykéket sötét helyre. Nézzük meg 12—24 óra múlva. A primár levelek közelebb hajlottak a tengely felé (kb. 35 fokra), ellenben a levéllemezek



237. ábra.

Nézzük meg 12—24 óra múlva. A primár levelek közelebb hajlottak a tengely felé (kb. 35 fokra), ellenben a levéllemezek

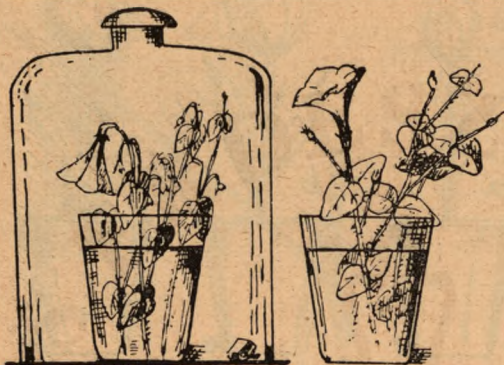


238. a és b ábra.

szinte függőlegesen lefelé estek. E kettős mozgást a levélnyel tövén és a levéllemez vállánál lévő váncosok turgeszcencia változása idézte elő. Eme alvó helyzet főleg estefelé, vagy borús időben következik be, amely helyzetben úgy a hátrányos harmatképződés, mint a meleg kisugárzás a levélen jelentékenyen csökken. (238. a ábra.)

372. *Fotonasztia*, Tegyük a fenti kísérleti növénykéket a tűző napverőre. Most meg azt tapasztaljuk, hogy a primordiális levelek

levéllemezei főlegyenesednek, szinte függőleges helyzetbe kerülnek. A hármás levelek valamennyien felegyenesednek, de a két szélső a főere mentén behajlik és közbe fogják a középsőt, amely nem hajlik be. Ennek a levélállásnak az a jelentősége, hogy ebben a helyzetben a levelek lemezeit a nap sugarai kevésbé éri, miáltal a túlságos felmelegedés, ill. az erős transpiráció akadályozódik meg. (238. b ábra.)



239. ábra.

ban a növényt szabad levegőre hozzuk, ismét a normális helyzetbe emelkednek. (239. ábra)

374. *Autonóm mozgások.* A vízszintes helyzetbe hozott gabonaszár rövid idő múlva a bütökben fölfelé hajlik. E jelenségnek az a magyarázata, hogy a bütöknek a világosságtól elfordult oldala erőbben nő, ennek következtében a szárát felemeli. (240. ábra.)

\*

375. Akácfa, *Caragana*, vagy más hasonló levélzeiű növény leveles ágát tegyük vízzel telt pohárba és az egész borítsuk le üvegbúrával. Az üvegbúra alá üvegcső segítségével fújunk annyi dohányfüstöt, hogy a növény körüli levegő kissé szürkének lássék. Az ellenőrző



240. ábra.



241. ábra.

kísérletet a búrán kívül állítjuk be. 24—48 óra múlva a búra alatt levő ágról az egyes levélkéék lehullanak. Ennek a mesterséges lombhullásnak oka abban keresendő, hogy a levelek nem kapnak elegendő levegőt. (241. ábra.) (Molisch kísérlete)

## XIV.

### A SZAPORODÁS.

A növényfajok fennmaradását vagy az *ivaros*, vagy az *ivartalan* szaporodás biztosítja. Ha az utód létrejöttéhez két különemű ivari sejt szükséges, úgy azt *ivaros szaporodásnak* mondjuk. Ha pedig valamely egyednek bizonyos vegetatív sejtcsoportjai ivarérett egyedekké fejlődnek, úgy ezt a jelenséget *ivartalan szaporodásnak* nevezzük. Az ivaros szaporodáskor új sajátságok keletkeznek, ellenben az ivartalan szaporodáskor ez rendszeren nem következik be. A virágos növények ivaros szaporodásában a hím jellegű *porzóknak* és a nőjellegű *termőknek* van a legnagyobb jelentőségük, míg az ivartalan szaporodás főleg *sarjthagymák*, *sarjgumók*, *indák* által, vagy mesterséges *dugványozással* történik.

#### 1. Ivaros szaporodás.

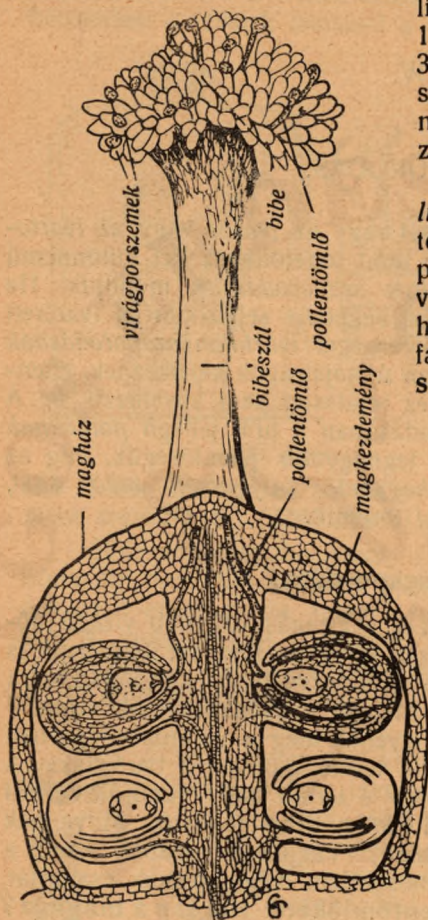
376. *Petúnia*, *tulipán*, *fukszia* vagy más nagyobb virágú növény virágát szedjük óvatosan szét, az egyes részeket itatóspapíros között megszáritva, majd szépen elrendezve fehér kartonpapírosra ragasztjuk. Melyik a **kocsány**? Mennyi a **csészelevelek** száma? Hány karéjú a csöves **párta**? Figyeljük meg a petúnia virágjában a **termő** részeit. Állapítsuk meg a termő felületén a barázdákat. A barázdák száma azt mutatja, hogy a termő hány **termőlevélből** nőit össze. Figyeljük meg nagyítóval a **bibe** felületét. Milyennek látjuk? Milyen hosszú a **bibeszál**? Vágjuk hosszában ketté a bibeszálat. Észrevesszük-e a hosszában végighúzódnó csatornát, esetleg megfestve az egyes **pollentömlőket**? Hol van a **magház**? Vágjuk hosszában ketté a magházat, hogy a benne lévő **magkezdeményeket** is jól láthassuk. (242. ábra.)

Figyeljük meg mikroszkóp alatt az egyes magkezdemények szerkezetét. Észrevehető-e az **integumentum**, esetleg a **nucellus** belsejében az **embriózsák**? A metszethez adjunk 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os ecetsavat, hogy az embriózsák részeit jobban előtüntessük.

377. Állapítsuk meg a **porzó** részeit és rajzoljuk le. Vágjunk át harántul egy föl nem repedt és egy fölrepedt **portokot** és erős kézinagyítóval figyeljük meg a szerkezetét. Hol van a **csatló** (*connectivum*)? Hány **tékás** a portok és egy-egy tékában hány **üreg** van? (243. ábra.) (psz=porzószál, pt=portok, p=virágpor.)

378. Különböző virágok portokjaiból tegyünk keveset tárgy-

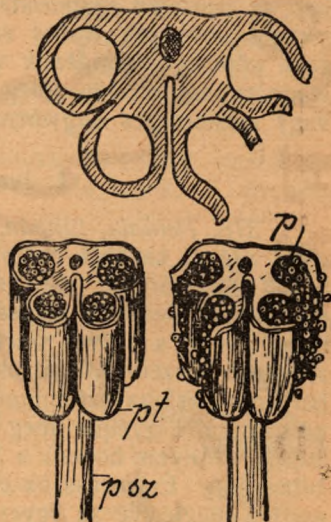
lemezre, borítsuk le fedőlemezzel és lehetőleg nagy nagyítású mikroszkóp alatt vizsgáljuk. Milyen a felülete azoknak a **virágpor-szemeknek**, amelyek a *széllel*, vagy amelyek a *rovarok* által szállítódnak el? A 244. ábrában az



242. ábra.

1 sz. hanga, a 2. sz. a saláta, a 3. sz. a cickafark, a 4. sz. a bak-szakáll, az 5. sz. a zilic erősen nagyított virágporsemeit ábrázolja.)

379. *Hóvirág*, *tulipán*, vagy más *liliomvirágú* növény virágporából tegyünk keveset tárgylemezre csepentett vízbe. Mikroszkóp alatt vizsgálva csakhamar észrevesszük, hogy a víz hatására a virágpor fala felreped és a tartalmában két **sejtmag** tűnik a szemünkbe. Az



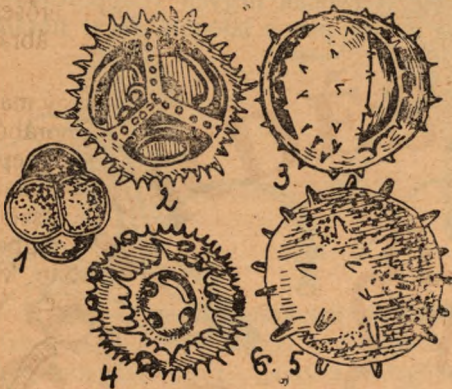
243. ábra.

ellipszis alakú a **generatív**, a hosszúkás pedig a **vegetatív mag**. Ez utóbbi vándorol előbb a **pollentömlőbe**. Metilzöldet adva a készítményhez a generatív mag kissé intenzívebben festődik meg.

380. Tárgylemezen formáljunk plasztilinből gyűrűt, illetve nedves kamrát, amelynek aljára nedves itatóspapiros darabkát is teszünk. A kamrát leborító fedőlemez közepére cseppentsünk zselatinás cukoroldatot. (3-30%-os nádcukor és 2%-os zselatina). Az egyes növények virágporsemei más és más koncentrációjú cukoroldatban csíráznak a legjobban. A tulipán virágporsemei 3%-osban, a nárciszéi 5%-osban, a kisvirágú nyenyúlhozáméi 10%-osban, a

*Lathyrus* fajokéi 15%-osban, míg a *Viola tricoloréi* 30%-osban egy óra múlva már csírázni kezdenek.

A zselatinás oldatba hullassunk különféle virágporszemeket és mikroszkóp alatt vizsgáljuk meg a pollentömlők fejlődését. (245. ábra.)



244. ábra.



245. ábra.

381. *Gyujtoványfű* virágjának sarkantyúját tartsuk a világosság felé. A sarkantyúban jól látszik a felgyülemlett **méz**. Izleljük meg.

382. Fesledező fiatal *mécsvirág* 5 szálú bibéjéhez, vagy a petúnia kiszélesedett bibéjéhez dörzsöljünk néhány kinyílt portokot. (*Megporzás*) Ugyanakkor az újjunkal tapintsuk meg a magház vastagságát is. Ha 1 hét múlva megnézzük a megporzott virágot, úgy a szíromlevelek fonnyadtaknak látszanak, ellenben a magházat jóval vastagabbnak érezzük. Milyen változást okozott a megtermékenyítés? (A 246. ábra az uborka mesterséges megporzását szemlélteti.)

383. A *petúnia* mesterséges megporzása után néhány órára finom ecsettel, vagy finom és hegyes késsel leszedünk keveset a bibéről és víz nélkül tárgylemezre tesszük, fedőlemezzel leborítjuk, majd mikroszkóp alatt vizsgáljuk. Néhány óra alatt a virágporszemek nyúlványokat, pollentömlőket fejlesztenek.

384. *Fehér mécsvirág* termős virágát bimbó korában a viráglátogató rovarok elől finom tüllel elzárjuk. A virág a kinyílás után néhány nap múlva fonnyadni kezd, majd kocsányostól együtt leesik a növényről. A **növény a megporzás elmaradása miatt a virágjait elrugja magától.**

385. *Mákvirágot* a kinyílás előtt zárjuk el finom tüllel. A mákfejen egyetlen mag sem fejlődik, dacára, hogy a saját virágporból elég virágpór jutott a bibére. (**Magameddő** virág.)

386. Figyeljük meg a *mogyoró*, *nyír*, *gyertyán*, *dió*, *fenyő* barkáját télen és tavasszal. Állítsunk néhány ágat vízzel telt edénybe. Mérjük meg a barka hosszát a kísérlet beállításakor és a virágporzás idején.



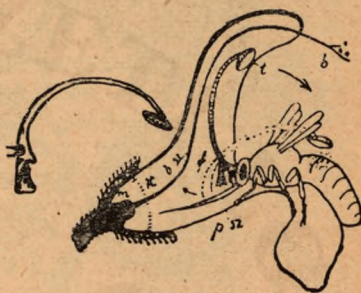
Mikor állnak fölfelé a barkák és mikor csüngenek lefelé? Mikor merevek és mikor hajlékonyak? (*Anemophil virágok.*)

487. *Mezei zsály*a virágjába nyúljunk be vékony fűszállal. A felső ajak alatt meghúzódó két porzó a fűszálra csapódik. (247. ábra.)

388. Akácfa, vagy más *pillangósvirág* csónakját a közepe táján nyomjuk meg gyengén lefelé. A csónak hegyén virágporcsomó ömlik kifelé. Viráglátogatáskor a virágpor a látogató rovar hasára tapad. (*Entomophil virág*)



246. ábra.



247. ábra.

389. Nyár elején naps időben figyeljük meg a virágzó *papirosfa*, (248. ábra.) *nagycsalán*, vagy a *szélfű* (*Mercurialis annua*) porzós virágzatát. A hirtelen kipattanó portokból valóságos virágporfelhő lövellődik ki.



248. ábra.

390. Figyeljük meg a *kankalin* virágjában a kétféle hosszúságú bibeszálat és ennek megfelelően a portokok helyzetét. Hogyan történik itt a megporzás? (*Heterodistylia*)

391. Egy héttel előzőleg megporzott mécsvirág, vagy petúnia virágjából vegyük ki az erősen megdúzzadt termőt. Vágjuk át a magházat. Hány fejlődő mag van benne? Hasonlítsuk össze a fiatal magvak nagyságát a még meg nem termékenyített virág magkezdeményeivel. Melyek a nagyobbak?

392. Tavasz vége felé figyeljük meg az ibolya tövében meghúzódó apró bimbókat. Ezek a bimbók nem fognak kinyílni. (*Kleisztogám virág*) Az ilyen zárvamaradt virágokból mégis erőteljes magvak fejlődnek. (249. ábra.)

393. Különböző termésekből fejtjük ki a magvakat. A külön-

féle száraz és húsos terméseken megkülönböztethetők-e a termés külső, középső és belső burka? Mely terméseken van összenőve a termés fala a mag filával és melyeken nincs? A különböző magvokról fejtjük le a maghéjat. (Bab, szilva, barack, stb.)



249. ábra.



250. ábra.

394. Gólyaorr kiszáradt és összezsavarodott termését tegyük vízbe, vagy a nyálunkkal nedvesítsük meg. Rövid idő múlva a forgója mozgást végez. Ezzel a mozgással fúródik a talajba.

395. Ibolya, (250. ábra.) árvácska, vagy a madársóska (251. ábra.) száradó termését figyeljük meg, amikor a nap erősen tűz reájuk. A fokozatosan kiszáradó termésből a magvak néha egy-két méter távolságra is ellövdnek.



251. ábra.



252. ábra.

396. Érintsük meg a kerti nyúljohozzám (*Impatiens balsamina*) megérett és feldúzzadt termését. Amint hozzáértünk, az egész termés részekre pattan szét és eközben a magvakat több méternyire szétszórja. (252. ábra.) (*Dinamochor* termés.)

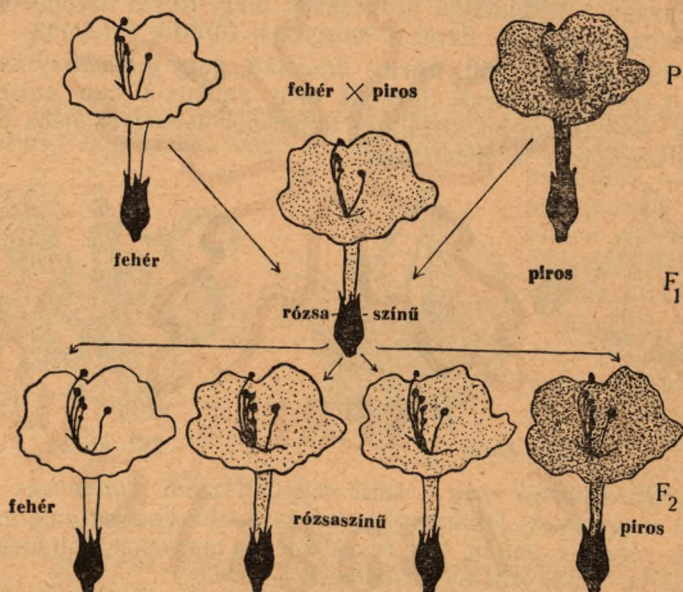
397. Figyeljük meg a gyermekláncfű, iszalag, juharfa, nyárfa terméseinek elterjedését. Gyűjtsük be a közönségesebb széllel terjedő terméseket. (*Anemochor* termések.) Figyeljük meg és gyűjtsük be a kapaszkodó szervekkel terjedő terméseket,

### Keresztelés.

398. Pirosan virágzó és fiatal muskátli növény virágjából (legtanácsosabb a meteor muskátliból) — amelyről hajtást még nem vettünk le — kiszagatjuk a szíromleveleket, majd

a fiatal, de kinyílt portokokat egy másik, de idősebb **fehér** virág bibéjéhez dörzsöljük. A fehér virágból a porzókat előzőleg csíptetővel kicsipdessük (esetleg kölcsönös megporzást végzünk velük is), nehogy a virágok saját virágpóra kerüljön a bibére. A megporzást egy-két napig többször is megismételjük. A virág megtermékenyítését abból gyaníthatjuk, hogy a virág magháza néhány nap múlva vastagodni kezd. Ha az időjárás kedvező, úgy a termések egy-két hónap múlva be is érhetnek. A beérett magvakat elültetés végett be kell gyűjtenuünk. Mivel a nyugodtan álló virágban a porzók a bibe alatt helyezkednek el, így e növényen önmegporzás nem is igen fordul elő.

399. A *piros* és *elefántcsontszínű* oroszlánszájjal, vagy a *piros* és *fehér* virágú csodatölcsérrel (*Mirabilis*) (253. ábra.) hasonlóan elvégezhetjük a megporzást. A megporzásból kapott magvakat az érés idején gondosan begyűjtjük, hogy kora tavasszal elvethessük. Az ily módon kapott oroszlánszáj, vagy csodatölcsér magvakat tavasszal elvetjük és a palántákat egészen a virágzásig gondosan ápoljuk. Úgy az oroszlánszáj, mint a csodatölcsér magvaiból ke-



253. ábra.

letkezett növények virágai valamennyien rózsaszínűek lettek. Ha ezeknek a magvait hasonlóképen megszedjük, elvetjük, ápoljuk és a virágokat kölcsönösen megporozzuk, úgy ezek magvaiból **piros**, **rózsaszínű** és **fehér** színű virágokat fejlesztő egyedeket kapunk és pedig 1 : 2 : 1 arányban. (Intermediér öröklés.)

400. A fenti három virág megporzásához hasonlóan történhet pl. a *fukszia* megporzása is, amely azonban rendesen csak akkor eredményes, ha a megporzás a virágnylás után két-három napra

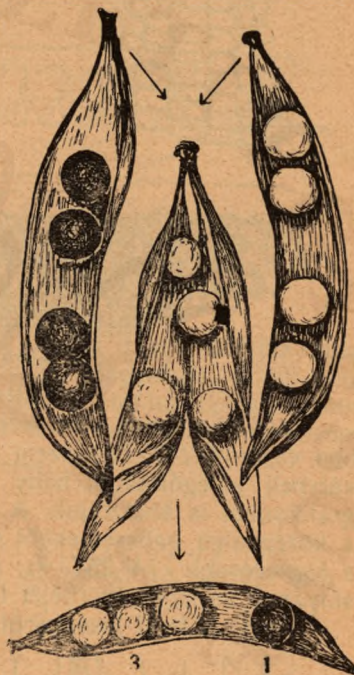
történik. Hogy a virág idő előtt le ne rugódjék, pírattelt levegőről kell gondoskodni.

401. Vessünk el 20—30 szem **sárgaszemű** és 20—30 **zöld** szemű cukorborsót. Mikor a növénykék virágozni kezdenek, egyes sárga magból fejlődő növények fesledező bimbójából kiszedjük a porzókat és az ott maradó termőt a zöld magból fejlődő növény porzójával megporozzuk. A megporzás u.án a virágot óvatosan tüllzacskóval elzárjuk, hogy az idegen megporzást megakadályozzuk. A megtermékenyítésből keletkezett érett hüvelyeket összeszedjük és a magvait kifejtjük. Valamennyi mag **sárga** színű lesz. Ha ezeket a magvakat tavasszal elvetjük, úgy ezeknek utódai **sárga** és **zöld** magvakat fejlesztenek és pedig 3 : 1 arányban. (**Domináns öröklés.**) (254. ábra.)

402. Vessünk el **sárga** és **kék** kukoricaszemeket. Mikor a kukoricánövények a cimerüket (porzójukat) és a bajuszukat kihányják, a kék szemből fejlett kukorica cimerét vágjuk le és a virágporszeméit szórjuk rá a sárga tő **bajuszaira** (bibéire). A kifejlett kukoricacsövön csupa kék kukoricaszemek fejlődnek, vagyis az apa kék tulajdonsága mindjárt az első utódon azonnal jelentkezik. (*Xénia.*) (255. ábra.)

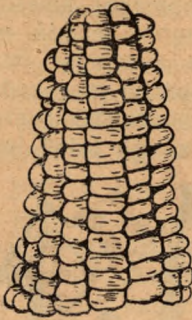
403. Ha pedig a kölcsönös megporzás **síma sárga** és **ráncos kék** kukoricaszemekből fejlődött kukoricák virágai között történik, akkor az első nemzedékben csak **síma kék** szemeket fejlesztő csövek keletkeznek. Ha pedig ezeket elvetjük és az utódokat kölcsönösen megporozzuk, úgy olyan csövek keletkeznek, amelyeken a **síma sárga** és **ráncos kék** szemek mellett **síma kék** és **ráncos sárga** szemek is fejlődnek. (**Dihybrid.**) (256. ábra.)

404. **Apogamia** az a jelenség, mikor megtermékenyítés nélkül fejlődnek a magvak. Ezt a jelenséget a **gyermekláncfűvön** kísérlettel is igazolhatjuk. Kora tavasszal a gyermekláncfű virágzási idejének kezdetén az egyik fejlődő és kifésleni kezdő virágfej tetejét — tehát a bibeszálakat a portokcsövekkel együtt — éles késsel úgy vágjuk le, hogy csak az alsóállású magházak maradjanak a fészekben. Bár ebben az esetben a megporzás lehetetlen, mégis csírázóképes magvak fejlődnek a magházakban, ami az **apogamia** következménye.



254. ábra.

De nemcsak a gyermekláncfű, hanem egyes *uborka*, *alma* és *körtéfajták* (pl. *Zellini* alma, vagy a *Clairgeau* körte) is képesek megtermékenyítés nélkül terméseket létrehozni, bár ezek magvai részint egész csőkevényesek, részint nem csírázó képesek.



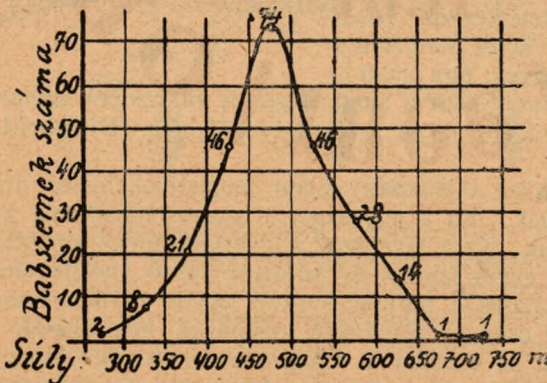
255. ábra.

256. ábra.

### Változékonyság.

405. Érzékeny kézi mérlegünkkel mérjük meg a kereskedésben vásárolt 2-300 babszem súlyát. Állapítsuk meg, hogy az egyes súlybeli kategóriákból hány magot mértünk meg. Az eredményt grafikonnal is ábrázoljuk. A vizsgálat eredménye azt mutatja, hogy a közepsúlyú babszemekből volt a legtöbb, míg a két határértékből a legkevesebb. (A 257. sz. **ábra** 211 babszemből álló populáció súlyának variációs görbáját tünteti föl.)

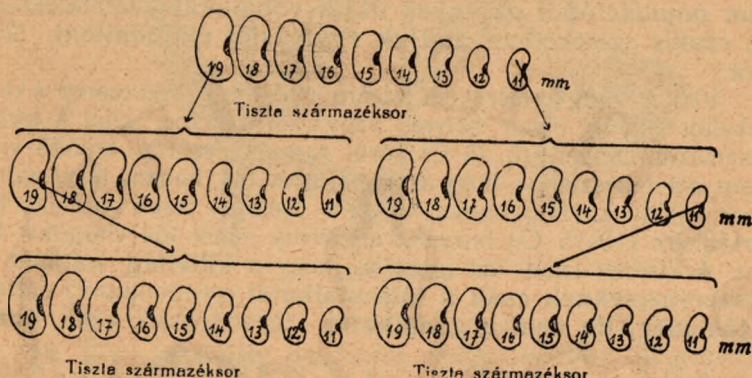
406. A fenti kísérletből válasszunk ki egyetlen babszemet és



257. ábra.

mérjük meg a hosszát. Vessük el rendes körülmények között a szabadba. Termés érés idején szedjük össze valamennyi magot és állapítsuk most meg a babszemek nagyságának variációs görbáját. Változott-e a variációs távolság. (Nem). Vessük el most a legnagyobb és a legkisebb ma-

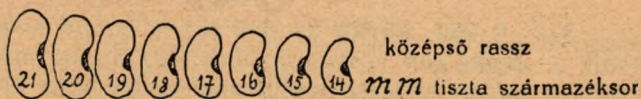
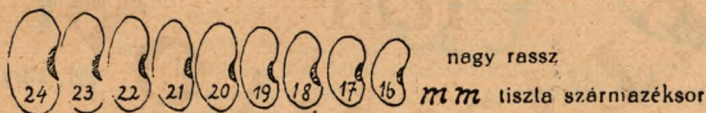
got. Magérés idején szedjük össze, úgy a nagy, mint a kis magból fejlődött növény valamennyi magját, és állapítsuk meg külön-külön mindkét populáció variációs görbéjét. Van-e eltérés a két görbe variációs távolsága között (Nincs). Ugyanehhez az eredményhez jutunk akkor is, ha a kísérletet tovább folytatjuk. A kísérlet tehát azt igazolja, hogy a tisztavonalú egyedek variációs görbéje állandó. (258. ábra.)



258. ábra.

407. Vásároljunk kereskedésből szárazbabot. Mérjük meg mm-nyi pontossággal kb. 3-400 babszem nagyságát. A 259. ábra szerint a babszemek nagysága 9—24 mm között ingadozik. Azonos feltételek mellett külön-külön vessük el a legnagyobb, a közép-

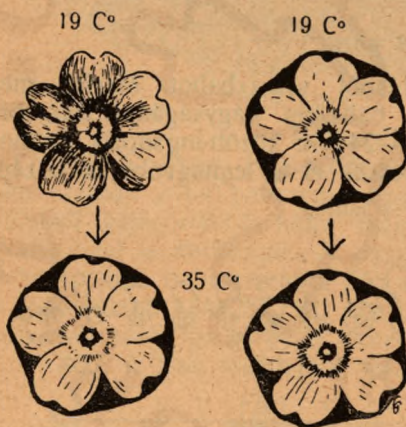
Populáció 24—9 mm-ig



259. ábra.

nagyságú, valamint a legkisebb babszemeket. Magérés idején a kapott magvakat ismét mérjük meg külön külön. A vizsgálat eredménye azt mutatja, hogy a 9 mm-es magvak utódai között nem lesznek 24 mm-esek, legfeljebb csak 17 mm-esek, a 24 mm-esek utódai között nem lesznek 9 mm-esek legfeljebb 16 mm-esek, míg a közepes magvak utódainak nagysága 21-11 mm között ingadozik. Ez a kísérletsorozat tehát azt igazolja, hogy pl. **egy babszem populációból az egyes tiszta vonalakat** (származéksorokat) csakis szelekcióval tudjuk egymástól elkülöníteni. (259. ábra.)

408. A virágkertészeknél vásárolható lila virágú cserepes kínai kankalint tegyük olyan helyre, vagy környezetbe, ahol a levegő hőmérséklete állandóan 35 C° körül van. Az ezután fejlődő virágokon azt tapasztaljuk, hogy azok már nem lila, hanem fehér színűeknek fejlődnek. Ha azonban idővel a cserepet ismét normális hőmérsékletre (10-15 C°) hozzuk, a növény ismét lila virágokat fejleszt. A kísérlet tehát azt igazolja, hogy a **külvilág hatásai az élőszervezeteknek csak a látszatalkatát** (phenotipusát) változtatják meg, de nem a génekét. (genotipusát). (260. ábra.)



260. ábra.

409. Figyeljük meg a fokhagyma vagy vörshagyma virágjában az egyes sarjhagymácskákat. Ezek a földre jutva önálló hagymanövényekké fejlődnek.

(261. ábra.)



261. ábra.

### Ivartalan szaporodás.

410. A 262. ábrán az első rajz a *Lilium bulbiferum*, a második a *fogas ebir* (*Dentaria bulbifera*) sarjhagymája, míg a harmadik a *saláta boglárka* levélhómalji sarjgumóját ábrázolja.

411. A szegfű lehajló ágait, ha éles késsel bevágjuk és földdel beborítjuk, a vágás közelében járulékos gyökerek fejlődnek. A szegfűvet nemcsak így, hanem egyszerű dugványozással is szaporítják. (263. ábra)

412. A földi eper elfutó indái néhol gyökeret vernek és ezzel a növény vegetatív szaporodását biztosítják,



262. ábra.



263. ábra.

413. Vízkultúrában gyökereztetni lehet a *fűzfát*, *nyárfát*, *leandert* (júliusban) *fűgekaktuszt*, (a tejnedvet le kell törölni) a *Tradescantiát*, vagy a *pistukavirágot* (*Impatiens Sultan*) A kissé fásabb *fuksziát*, *hortenziát* is hasonlóan lehet szaporítani. A muskátli, kaktuszok dugványainak vágási felületét kissé hagyjuk száradni. Leveleik újján szaporíthatjuk: a *begoniát*, *goksziniát*, *fikuszt*.

## KIJAVÍTANDÓ FONTOSABB SAJTÓHIBÁK.

7. lapon a VIII. fejezet a 65. lapon kezdődik.
13. " a 18. kísérlet felső sorában állít- helyett állítsuk olvasandó.
16. " a Szénhidrátok 4. " alapvelgyelet helyett alapveggyület olvasandó.
18. " a 36. kísérlet 6. sorában monaszachariekre helyett monosacharidokra olvasandó.
33. " a 95 kísérlet helyett 93 olvasandó.
51. " a 141. kísérletben a 42. ábra helyett 72. ábra olvasandó.
69. " a 2. sorban a 115. ábra " 114. ábra "
80. " a 137. ábra a 231. sz. kísérlethez tartozik. - "
81. " a 234. kísérletben a 137. ábra helyett 139. ábra olvasandó.
92. " a 270. sorszám kimaradt és 171. helyett 271. olvasandó.
94. " a 165. ábra a 276. és 277. sz. kísérletre vonatkozik.
113. " a 234. sorszám helyett 334. olvasandó.
114. " a 235. " 335. "
118. " a 346. kísérletben a 227. ábra helyett 217. ábra olvasandó.
120. " a 220. ábra alatti 3. sorban jegyezzük helyett jegyezzük "
121. " a 224. ábra helyzete nem függőleges, hanem vízszintes.



## A FELHASZNÁLT IRODALOM.

- Biologische Schularbeit* (Több szerzőtől) Leipzig 1916.
- Brauner L.*: Das kleine Pflanzenphysiologische Praktikum I-II. Jena 1929-1932.
- Claussen P.*: Pflanzenphysiologische Versuche u. Demonstrationen für die Schule. Leipzig-Berlin 1910.
- Dennert E.*: Biologische Notizen. Leipzig 1906.
- „ Pflanzenbiologische Fragen und Aufgaben. Leipzig 1913.
- Detmer W.*: Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum. Jena 1912.
- Dierks W.*: Pflanzenbiologisches Praktikum. Leipzig. 1910.
- Faudeau et Robin.*: Botanique elementaire.
- Fekete-Mágoocsy-Fehér* : Erdészeti növénytan. II. k. Élettan. (Fiziológia) Sopron 1931.
- Futó Mihály.*: Kisérletek egy cserép virággal. Budapest.
- Garbsch M.*: Pflanzenphysiologische Versuche für die unteren Klassen. Breslau 1903.
- Greguss Pál*: A növények csodálatos élete. Budapest 1932.
- „ Bevezetés az öröklés tanba. Szeged 1935.
- Horváth-Polgár-Varga* : A növények élete. Budapest 1933.
- Henkler* : Mikroskopisches Praktikum. Berlin 1912.
- Heuer R.*: Lehrbuch der allgemeinen Botanik. Leipzig 1913.
- Hessdörfer M.*: Handbuch d. praktischen Zimmergärtnererei. Berlin 1924.
- Husz Ödön*: Gyakorlati bevezetés a biológiába. Deés 1915.
- Jeges Sándor* : A biológia tanításának vezérkönyve. Szeged 1933.
- Kammerer* : Allgemeine Biologie. Stuttgart-Berlin-Leipzig 1925:
- Kolkowitz R.*: Pflanzenphysiologie, Jena. 1935.
- Krüger E.*: Biologische Schülerübungen. Leipzig-Hamburg. 1909.
- Lepeschkin W.*: Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Berlin 1925.
- Mágoocsy-Dietz S.*: A növények táplálkozása. Budapest 1909.
- Meierhofer H.*: Biologie der Blütenpflanzen Stuttgart 1907.
- Meyer A.*: Erstes mikroskopisches Praktikum. Jena 1898.
- Migula W.*: Pflanzenbiologie. Leipzig 1909.
- Mollisch H.*: Populäre biologische Vorträge. Jena 1922.
- „ Mikrochemie der Pflanzen. Jena 1923.
- „ Növényélettan, mint a kertészet elmélete. Budapest 1926.
- „ Botanische Versuche ohne Apparate. Jena 1931.
- Müller G.*: Mikroskopisches und physiologisches Praktikum der Botanik. Berlin-Leipzig 1907.
- Neger Fr.*: Biologie der Pflanzen Stuttgart 1913.
- Oels W.*: Pflanzenphysiologische Versuche. Braunschweig 1893.
- Oettli M.*: Versuche mit lebenden Pflanzen. Leipzig-Berlin 1931.

- Pieper G.*: Beiträge zur Methodik des biologischen Unterrichts. Leipzig-Berlin 1908.
- Pringsheim E. G.*: Pflanzenphysiologische Übungen für Studierende und Lehrer. Leipzig 1931.
- Rabes-Löwenhardt*: Leitfaden der Biologie. Leipzig 1907.
- Rein R.*: Leitfaden für biologische Schülerübungen. Leipzig 1914.
- Schäffer C.*: Biologisches Experimentierbuch. Leipzig-Berlin 1913.
- „ Einführung in die Biologie. Leipzig-Berlin 1929
- Schäffer-Eddelbüttel*: Biologisches Arbeitsbuch. Leipzig-Berlin 1933.
- Schleichert F.*: Anleitung z. botanischen Beobachtungen. Langensalza 1912.
- Schmid B.*: Handbuch d. naturgesch. Technik. Leipzig 1914.
- „ Biologisches Praktikum für höhere Schulen. Leipzig-Berlin 1909.
- Schmidt C.*: Botanische Schülerübungen. Freisig 1924.
- Schneider-Zimmermann*: Die botanische Mikrotechnik. Jena 1922.
- Schoenichen W.*: Einführung in die Biologie. Leipzig 1910.
- „ Das biologische Schullaboratorium. Leipzig 1910.
- „ Methodik u. Technik des naturg. Unterrichts. 1914.
- Schurig W.*: Biologische Experimente. Leipzig 1926.
- Seyfert R.*: Naturbeobachtungen. Leipzig 1929.
- Spahn K.*: Die Pflanzenphysiologie in der Volksschule. Strassburg. 1911.
- Spratt R.*: Botany for schools. London 1932.
- Stachowitz-Otto*: Pflanze, Tier und Mensch als Lebewesen. Frankfurt a. M. 1929.
- Szabó Z.*: A növények szervezete. Pécs 1933.
- Thüring F.*: Pflanzenvermehrung. Leipzig 1932.
- Treiber K.*: Das biologische Praktikum an den höheren Lehranstalten. Leipzig 1914.
- Tunmann*: Pflanzenmikrochemie. Berlin 1903.
- Ulbrich E.*: Biologie der Früchte und Samen. (Karpobiologie). Berlin 1928.
- Wagner M.*: 100 physiologische Schulversuche über das Leben der Gemüsebohne. Leipzig-Berlin 1912.
- Wagner*: Physiologie unsere einheimischen Phanerogamen. Leipzig 1908.
- Watson W.*: Elementary Botany. London.

#### FOLYÓIRATOK:

- Die Arbeitschule.*  
*Ifjúság és Élet.* Budapest.  
*Ifjú Polgárok Lapja.* Budapest.  
*Kosmos.* Stuttgart.  
*Naturw. Monatshefte*

A szerzőtől megjelent még:

## 1. A NÖVÉNYEK CSODÁLATOS ÉLETE.

Móra Ferenc előszavával.

Ezt a munkát a m. kir. vallás- és közoktatásügyi miniszter úr július 1-én 29.626—1933-V. a-1 sz. rendeletével (Hivatalos Közlöny, 1933. évf. 118. l.) a középiskolák, tanító- és tanítónőképző intézetek, felső kereskedelmi és polgári iskolák tanári könyvtárai, továbbá a pedagógiai szemináriumok könyvtárai, valamint az ifjúsági könyvtárak részére beszerzésre ajánlotta.

### Szemelvények a bírálatokból:

„Egy 536 oldalas, 428 képpel illusztrált, izléseesen kiállított könyv hagyta el a sajtót. Minden során meglátszik, hogy a tudós szerző, a nagy botanikus, a néptanítói sorból küzdötte fel magát az egyetemi katedráig, illetve a főiskolai tanárságig. A mi sorainkból való, írása a mi gondolkodásunkhoz alkalmazkodó. . . . A könyv bepillantást enged a növények intim életébe, házasságukba, a legbenső családi életükbe is. . . . S mi meglepetve állunk abban a csodás világban, ami itt folyik körülöttünk, s amit maig sem ismertünk, még csak nem is sejtettünk. . . . Aki ezt a könyvet megismeri, az a természetet is megszereti. Az ideális embernevelés kitűnő eszköze ez a könyv. . . .”  
Néptanítók Lapja LXVI. évf. 2. sz. Drozdy Gyula.

„E hatalmas munka szerzője, aki közöttünk nőtt fel, tanártársunk volt, több mint két évtizeden át búvárokodott, gyűjtött, megfigyelt kísérletezett. Az eredeti úttörő munkát nemcsak a szakemberek, hanem mindazoknak, akik a természetben gyönyörködni tudnak s tőle tanulni is akarnak, a legmelegebben ajánlom.” Magyar Tanítóképző XLVI. évf. 1-2 sz. Jaloveczky Péter.

„A mű szerzőjében a munkaiskola elvének kezdeményezőjét és lelkes harcosát üdvözölhetjük, ki ezzel a hézagpótló munkával siet segítségünkre, hogy felbecsülhetetlen szolgálatot tegyen. Az úttörő munka igen alkalmas arra, hogy belőle, mint a leghitelesebb forrásból i-merjük meg a természet célszerű berendezését, amit a szövegközi karakterisztikus ábrák is nagyon elősegítenek. . . . A felszínes és ösztönös természetismeret tudatos teszt és elmélyíti azzal, hogy az értelem lépcsőfokait végigjárva nyitja meg szívünket-lelkünket a természet szép-seégeinek befogadására. . . . A munkaiskola szellemében dolgozó tanárságnak felbecsülhetetlen szolgálatot tesz ez a hézagpótló munka. . . .”

Országos Polgári Iskolai Tanáregyesületi Közlöny. LXVII. évf. 4. sz. Jeges Sándor

„Csodálatos egy könyv ez. Mindenkiné íródott, és senkinek sem fölöslege! Botanikus szaktudós, a tanájelölt, a gondolkodó tanuló, a filozófus, a pap, s minden művelt ember kincsekre lel benne. Minden sora értelmes, érdekes szemléletes, újszerű. A könyv minden során meglátszik, hogy szerzője született oktató.”

Országos Középiskolai Tanáregyesületi Közlöny LXVII. évf. 1. sz. Dr. Márton György

„. . . De nekem is iga am lesz amikor megjósolom, hogy Greguss könyvének egész sereg feltaláló mérnök, konstruktor fog felnevelődni. Mert olyan könyvet írt a mai és az eljövendő nemzedékek számára, mely — hiszen és remélem — ugyanolyan szeretettel merül el élvezetében, mint félszázad óta minden nemzedék Verne könyveibe. (Vasárnapi Újság) Dr. Lambrecht Kálmán.

Csodálatos könyv. A növényvilág iránt érdeklődő laikus számára ez a logikus felépítésű újszerű könyv csemegét jelent. Azok számára pedig, akikben a növénytan szó csak kellenetlen és unalmas emlékeket idézett elő, egyenesen forradalmi hatású Greguss könyve, mert rájönnek belőle, hogy a középiskolai oktatásban volt a hiba, hogy a növények élettana — Greguss-féle előadási móddal — az ismeretek, tanulságok és ötletek egész tárházát nyitják. Új világot nyit meg számunkra ez a könyv, melyet a középiskolának sikerült számunkra unalmasá tenni e zzel hermetikusan elzárni.

Reklám élet Dr. B. F.

„. . . és én nem tartom véletlennek, hogy a világ egyik legkiválóbb szakkönyvét napjainkban megint magyar tudós a szegedi Greguss Pál írta meg: „Greguss kiváló biotechnikus és a legnagyobb ígérőt” — mondotta a magyar sajtó képviselőinek adott nyilatkozatában RAOUL FRANCE, a növények világhírű bűvara. (Új Magyarország és a Magyarország, 1935. április 30.)

„A növényvilág rajongó szeretetének dala ez a könyv. Rengeteg adat, vagy négy száz eredeti rajz, finom elemzések és mélységes megértés szól belőle hozzánk” — írja bírálatában CAVALLIER JOZSEF.  
(Katolikus Szemle, XLIX. évf. 6. sz.)

Szakkunkát kerestünk benne; azt is megkaptuk, de ezenfelül a teológia, a filozófia, a költészet szféráiba is felemel bennünket. Csodálatos könyv, mindenkinek íródott. Senkinek sem fölösleges: általa a bölcs bölcsőbbé válik a hívó-hívóbbé. Általa minden kultúrember világszemlélete magasabb egységbe tornálódik, költők, írók tolla színesebbé válik, szónokok beszéde mélyebb szántásúvá s papok beszéde maggyózóbbé lesz.  
Brassói Lapok 1933.

Ez a nagyszerű munka a legtudományosabb kérdéseket a legegyszerűbb, világos, néhol gyönyörű, megjelenítő nyelven adja elő, úgy hogy belőle a növényekről lelkesedő nagy közönség is közvetlenül jut hozzá a szakudományunk egyébként nehezen megszerezhető eredményeihez. Ezt a munkát nem lehet eléggé ajánlani.  
Nemzeti Újság 1933.

LESZÁLLÍTOTT ÚJ ÁRA 10 PENGŐ.

Franklin Társulat kiadása.

Megrendelhető: Árpád Nyomda Könyvkiadó Termelő és Értékesítő Szövetkezet. Szeged.

## 2. BEVEZETÉS AZ ÖRÖKLÉSTANBA.

Budapest 1935. NOVÁK ÉS TÁRSA KIADÁSA. 222 old. 98 ábra. Ára 6\*50 P.

### Szemelvények a bírálatokból:

„Bevezetésében filozófiai magaslaton vonja le ennek a tudománynak végső következtetéseit, melyek megcáfollják az emberi egyenlőséget hirdető demagóg szövirágait és látszólagos igazságait. Nem a társadalmi egyenlővételben, hanem az egyenlőtlenések, ill. az eugenika törvényeinek helyes alkalmazásában lehet csak az emberiség haladásának lehetősége.”

*Népegészségügy (Darányi Gyula).*  
Gregussnak a könyve a kitűnő tankönyvek közé tartozik, nem hoz sem többet, sem kevesebbet, mint amennyire a tanulmányoknak szüksége van. Még egy elvitathatatlan főlény a könyvnek, hogy rendkívül világosan és érthetően lett megírva.

*Szegedi Uj Nemzedék (Dr. Annau Ernő)*

... Az öröklésre vonatkozó egyes jelenségek magyarázatát kerek fejezetcsekben és úgy-szólván kézzel fogható alakban kapjuk, ami a szerzőnek már régebbi könyveit is oly annyira kitűnteti.

*Kertészeti Szemle 1935. 7. sz.*

A szerző tudományos munkássága, tekintélye eleve biztosíték volt arra, hogy műve a genetika magas színvona'ü tárgyilagosa alapvetése s vizsgálati módszereinek egyetemesen elfogadott szabatos ismertetése. Így is van. Ebből a sok tekintetben úttörő könyvből az olvasó megismeri az örökléstudomány mivoltát és mai állását. Greguss mindenképen nehéz, de hálás munkát végzett.

*Katolikus Szemle. 1935. (Cavallier József.)*

A szerző kiváló pedagógiai érzékére utal az a folyamatos tárgyalási mód, mellyel a kísérleti örökléstan adatösszegének rendszerbe foglalását célozza. A könyvet a magyar örökléstani irodalom jelentős nyereségének tartjuk.

*Botanikai Közlemények 1935. (Miltényi László.)*

A könyv hézagpótló mivoltának és aktualitásának hangsúlyozására kár szót vesztegetni. Egyszerű keresetlen szavakkal lehetőleg a laikusnak is érthető módon közli mondanivalóit. A könyv értékes gyarapodása biológiai szakirodalmunknak, amihez a szerzőnek is, a kiadónak is, de az egész magyar élettudománynak is csak gratulálni lehet.

*Allattani Közlemények 1935. (Wolsky Sándor.)*

„A szerző munkájában ügyesen csoportosítja és vázlatosan jól ismerteti az átöröklésről szóló újkori ismereteinket, tárgyát jól uralja és könnyen áttekinthető, jól érthető, világos modorban ismerteti a nehéz anyagot. A mű érthetőségét nagyban megkönnyítik a jól kiválasztott magyarzó ábrák.”

*Mezőgazdasági Közlöny (W-n dr.)*

„Kiváló pedagógiai érzékre mutat az anyag csoportosítása és feldolgozása. Az ábrákkal gazdagon illusztrált szöveg annyira didaktikus, hogy tankönyvnek is használható.”

*Honvédorvos (Hézszer).*

Megrendelhető: Árpád Nyomda, Könyvkiadó, Termelő és Értékesítő Szövetkezetnél, Szeged.

## 3. TERMÉSZET EGYSÉGE.

Budapest, 1925. p. 68. Ára 1 P.

A TERMÉSZET EGYSÉGE tartalma:

### I. BEVEZETÉS

#### II. AZ ENERGIA KÖRFORGALMA

1. A fontosabb energiafajok az élő testrendszerekben. Alapfogalmak.
2. Helyzeti és mozgási energia
3. Villamos energia
4. Hőenergia
5. Fényenergia
6. Kémiai energia
7. A különböző energiafajok egymásba való átalakulása

#### III. AZ ANYAG KÖRFORGALMA

1. A hidrogén körforgalma
2. Az oxigén körforgása
3. A szén körforgása
4. A nitrogén körforgása
5. A foszfor körforgása
6. A kén körforgása
7. A járulékos elemek körforgása
8. Az anyag egyetemes körforgása

#### IV. AZ ÉLET KÖRFORGÁSA

#### V. ÖSSZEFOGLALÁS

Kapható: Árpád Nyomda Könyvkiadó, Termelő és Értékesítő Szövetkezet, Szeged.

1951

