

A LETÉPETT LOMBLEVÉL KISZÁRADÁSMENETÉNEK ÉLETTANI VIZSGÁLATA

FELFÖLDY LAJOS

(Érkezett : 1955. február 8-án)

Az élő növényen levő, több-kevesebb vizet tartalmazó, élő levél mondhatni állandóan ad le vizet környezetének. Az élő levél vízleadása életjelenség számba menő folyamat : transpiráció. Ha a levelet a növényről letépjük, akkor abból továbbfolyik a víz eltávozása és a levél hosszabb-rövidebb idő alatt kiszárad.

Más irányú vizsgálataink során fordult figyelmünk a letépett lomblevél kiszáradásmenetének sokfélesége felé és merült fel előttünk a probléma, hogy vajon milyen élettani tulajdonságoktól függ a kiszáradásmenetnek ez a sokfélesége?

A letépett levelek vízleadása, illetve kiszáradásellenállása régtől fogva foglalkoztatja a növényfiziológusokat. Igyekeztek már ezeket a jelenségeket matematikai formulákkal kifejezni, ami azonban csak szűk korlátok között sikerült (SEYBOLD 1929, 1930, 1933 ; FUKUDA, HYGEN). Ezen nem is csodálkozhatunk, ha meggondoljuk mind az élő, mind a letépett levél vízleadásának bonyolult összefüggéseit más tényezőkkel.

A levél kiszáradás-menete, végeredményben a növény kiszáradás ellenállásának lehetne számszerű mértéke, a kiszáradás ellenállásból viszont — bizonyos határokon belül — következtethetünk a növények vízforgalmára, sőt esetleg szárazságtűrő mivoltára is. Az a nagyszámú, nem egyszer egymásnak ellentmondó irodalmi adat és törekvés, mely ennek a gondolatnak jegyében született (MAXIMOV és KRASNOSELSZKY—MAXIMOV 1924 ; LEBEDINCEV 1927, 1930 ; STĂNESCU 1929 ; TUMANOV 1930 ; TICHONOV 1930 ; REISS 1931 ; KOLOMIEC 1934 ; UDOLSKAJA 1934 ; BAYLES, TAYLOR és BARTEL 1937 ; EREMEJEV 1938 ; PISEK és BERGER 1938 ; BAILEY 1940 ; HÖFLER, MIGSCH és ROTTENBURG 1941 ; ASHTON 1948 ; MILTHORPE 1950 ; PARKER 1951 ; RAHEJA 1951 ; ARLAND 1952 ; IKEHATA 1952 ; LINSKENS 1952 ; FUKUDA és KAKU 1953 ; MARQUARD 1953 ; MOSOLOV és PANOVA 1953 ; SATOO és HUKUHARA 1953, hogy csak a legfontosabbakat és a letépett levél, vagy hajtás kiszáradásával foglalkozókat említsük) és az a tény, hogy Magyarországon is felmerült ez a probléma éppen a szárazság tűrés vizsgálatával kapcsolatban, figyelmeztet arra, hogy a gyakorlati életet is érintő kérdéssel állunk szemben. Az eredmények ellentmondásai (különösen ASHTON tárgyalja ezeket részletesen) arra mutatnak, hogy valószínűleg elméletileg is tisztázatlan fogalmak és jelenségek rejlenek az összeegyeztethetetlen eredmények mögött.

Az elméleti kutatások során a kiszáradás ellenállás, vagy pontosabban a növény levelének vízmegtartó képessége segítségével a növények xerofil

mívoltát is megpróbálták eldönteni: bizonyos oikológiai csoportok kialakítására használták fel ezt a tulajdonságot magában, vagy másokkal kombinálva (SCHRÖDER 1909; COLLORIO 1928; KÖKETSU 1928, 1928a; LÜDIN 1929; WALTER és WALTER 1929; MOTHES 1932; HOLZ 1935; HÖFLER 1943; RACHID 1949; PARKER 1951; HENCKEL 1951 stb.).

A levélszárítást elvileg más céllal, de metodikailag és gyakran élettaniilag is hasonló szempontokkal tárgyalják azok a munkák, melyeknek tárgya olyan eset, mikor a szárítás a levél felhasználásával függ össze (pl. dohány, tea, drogok, szárított főzelékek, széna stb.). Ezek az esetek nem egyszer biológiai folyamatokkal kapcsolatosak (füllesztés, fermentálás).

Végeredményben kísérleteink céljaul azt tűztük ki, hogy megállapítsuk, hogy a kiszáradás-menet a letépett levél milyen sajátságától függ, vagy legalább mivel hozható elsősorban összefüggésbe?

Másik feladatunk helyes álláspont kialakítása volt abban a kérdésben, hogy a letépett lomblevél, vagy hajtás kiszáradásának törvényszerűségei felhasználhatók-e a növények vízforgalmi kérdéseinek, különösen szárazságtűrésének elbírálására?

A kísérletek anyaga és módszerei. A probléma felvetése

Azért, hogy a növényélettani kísérletek során nem egyszer felmerülő hibát: az egy, vagy igen kis számú kísérleti növényfaj használatát elkerüljük, arra törekedtünk, hogy élettani, környezeti és rendszertani szempontból minél többretű anyaggal dolgozzunk.

Válogatásunk közben azonban arra is vigyáztunk, hogy lehetőleg az ember gyakorlati életéhez többé-kevésbé közelálló növényfajok kerüljenek kísérleteinkbe. Így esett választásunk a gyomnövényekre, melyek közt igen sokféle, különböző nézőpontokból már ismert faj található, és amelyek mind tökéletesebb megismerése érdeke az ellenük harcoló embernek. A vizsgálati anyag kisebb része a MTA Vácrátóti Botanikus Kertjének parcelláiról, útjai mentéről származik, a többit a tihanyi Biológiai Kutatóintézet újonnan épült lakóházainak bolygatott talajú környékéről szedtük. A termőhely fontosságával tisztában voltunk. Különösen az összehasonlításoknál jártunk el célszerű óvatossággal és, ha csak lehetett nemcsak azonos termőhelyről, de ugyanarról a növényről vettük az összehasonlítható mintákat.

A letépett leveleket standard és ellenőrzött körülmények között szárítottuk. Kísérleteinket kétféle módszerrel végeztük. Az egész levelek szárítását ventilációs szárítószekrényben 28—33° C hőmérséklet és 39—50% relatív nedvesség mellett végeztük, melyben kb. 5—10 m/min. gyorsasággal mozgott a levegő. (A hőmérséklet és a relatív nedvesség szabályos ingadozását az elektromos fűtőtest tehetetlensége okozza. Tekintettel azonban arra, hogy egy fél óra leforgása alatt következett be egy maximum és egy minimum (42—50 maximum 24 óra alatt), az ingadozás egyenletes és sűrű volta — hidrogáfunk adatai szerint — annyit jelent, hogy a szekrényben a hőmérséklet és a relatív nedvesség egyenletesnek vehető: 30° C és 45%.) Ez a kísérleti berendezés lehetővé tette a kiszáradási görbék előállítását a laboratóriumban uralkodó viszonyoktól függetlenül.

Gyorsabb lejárátú kísérleteink esetében, mikor csak különböző kezelések hatását vizsgáltuk a különböző levelekre, az azokból kiszabott korongokat szárítottuk elektromos hajszárító levegőáramával. Ilyenkor a dugófúróval előállított levélkorongok embrium-csészében feküdtek, a hajszárító pedig oly magassról fújta rájuk a meleg levegőt, hogy az alatta fehér szűrőpapírra helyezett hőmérő 30—32° C-t mutasson. Ilyen hőmérséklet mellett a laboratórium levegőjének relatív nedvesség változása a kísérlet rövid ideje alatt elhanyagolható. A korongok nagysága 5—15 mm átmérőjű kör között változott a kísérlet természetének megfelelően.

A bármelyik módszerrel szárított és szabályos időközökben mért minták szárazanyag tartalmát a kísérlet végén 105° C-on állapítottuk meg. A kiszáradási görbék a minták víztartalmának változását regisztrálják erre a szárazanyag tartalomra.

lomra vonatkoztatva, azaz a grafikonokon és a táblázatokon a víztartalom, vagy egyszerűen

$$\text{víz \%} = \frac{(n - S_{z_s}) \cdot 100}{n},$$

ahol

n = a kérdéses időpontban mért súly, S_{z_s} pedig a 105°C -on meghatározott szárazanyag súlyát jelenti.

Mint már a bevezető sorokban utaltunk rá, a letépett levél kiszáradási ideje fajok szerint különböző hosszúságú. Tudva azt, hogy a légszáraz súly beállítását, különösen a mi módszerünkhöz hasonló szakaszos (1, 3, 6 vagy 12 óránkénti) mérésekkel pontosan nem lehet megállapítani, részletes adatok közlésétől eltekintünk, de néhány szót kell szólnunk erről a legegyszerűbben meghatározható és legszembetűnőbb tulajdonságról.

Az az idő, mely alatt a letépett lomblevelek 30°C és 45% relatív nedvesség mellett elérik légszáraz súlyukat, nagyon különböző: 1—515 óra az általunk végzett kísérletekben.

Ez az idő igen tág határok között faji jellemvonásnak tűnik, mert vannak határozottan rövid idő alatt kiszáradó fajok (*Potamogeton perfoliatus* 2, *Phragmites communis* 6, *Setaria viridis* 6, *Convolvulus arvensis* 3—24 átlag 9 óra alatt éri el súlyállandóságát), de vannak hosszú ideig száradó fajok (répa 168, dohány 400—500, *Sedum maximum* 329, *Zebrina pendula* 172, *Portulaca oleracea* 8—84, átlag 60 óra alatt szárad ki). Különösen a közepes gyorsasággal száradó növények közt azonban nem lehet faji különbséget felfedezni, mert — elég sok vizsgálat esetén — azt tapasztaljuk, hogy a napi változás, öntözés, sötétség, vagy más élettani hatás a faji különbségnél sokkal nagyobb eltéréseket hozhatnak létre.

A kiszáradás időtartama nem nyújt felvilágosítást a fajok szárazságtűréséről, vagy xerophil mivoltáról, mert a rövid idő alatt kiszáradó levelű fajok közt is és a hosszú ideig száradó növények közt is vannak szárazságtűrő és érzékeny fajok egyaránt. (*Convolvulus*, *Setaria* szemben a *Potamogeton*-nal a gyorsan száradók közül, illetve a *Sedum*, *Portulaca* szemben a dohányokkal a lassan száradók csoportjában).

A kiszáradás időtartama sőt ezen túlmenőleg még az állandó körülmények között előállított kiszáradási görbe sem használható fel önmagában semmilyen élettani, vagy környezeti törvényszerűség megállapítására.

Ahhoz, hogy ezt az egyszerű módszert célszerűen felhasználhassuk, rengeteg részletkérdést kell felvetnünk és megoldanunk. Ezek közül legfontosabbnak a következők látszanak: meg kell vizsgálnunk a kiszáradási görbe lefutásának változását ugyanazon a növényen a levelek elhelyezkedése (inszerciója: kora) szerint. Meg kell vizsgálnunk a környezeti tényezők napi ritmusának hatását a görbe kialakulására. Ki kell kutatnunk a kiszáradási görbe lefutásának összefüggését a levél életjelenségeivel és össze kell hasonlítani az élő és az elölt levél kiszáradásmenetét. Fel kell derítenünk azokat az okokat, melyektől a kiszáradási görbe változatos mivolta elsősorban függ.

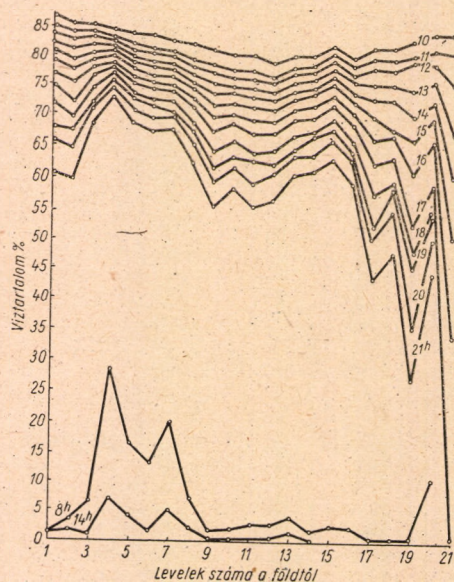
A kiszáradási görbe változása egy növényen belül

Ugyanazon a növényen, azonos körülmények között sem azonos minden levél kiszáradási görbéje. A különböző elhelyezkedésű, inszerciójú levelek nem azonos élettani értékűek, tehát nem is várható az, hogy a kiszáradás szempontjából azonosan viselkedjenek. (ZALENSZKIJ 1904; STĂNESCU 1929; EATON 1930; MOTHES 1932; YAPP és MASON 1932; AVERY 1934; BEILER 1945; TADROS és SHOKRY 1951; RAJHÁTHY 1951; FARKAS és RAJHÁTHY 1952, stb.)

Éppen ezért, mielőtt a kiszáradási görbével bármilyen kísérletet kezdünk volna, el kellett döntenünk, hogy ebből a szempontból hogyan viselkednek a különböző fajok különböző inszerciójú levelei? Kísérleteink közül a gyorsan száradó *Convolvulus arvensis*, a jó víztartó képességű *Chenopodium album* és az igen lassan száradó, szukkulens *Portulaca oleracea* (vö. DILLMAN 1931, 229) azonos termőhelyről, egymás mellől származó példányairól vett

levelekkel végzeteket mutatjuk be. Tájékoztató kísérleteink alapján különösen a *Chenopodium album* alapos megismerését találtuk szükségesnek.

A *Chenopodium*-on tapasztaltak bemutatására 1953 július 9-i kísérletünket részletezzük, amit egy jól fejlett növény összes (21 drb), ép, egészséges szárlevelével végeztünk. 10 órától 21 óráig óránként, másnap 8, ill. 10



1. ábra. Egy *Chenopodium album* növény 21 levelének kiszáradási tempója az idő, a víztartalom és a földtől való távolság függvényében.

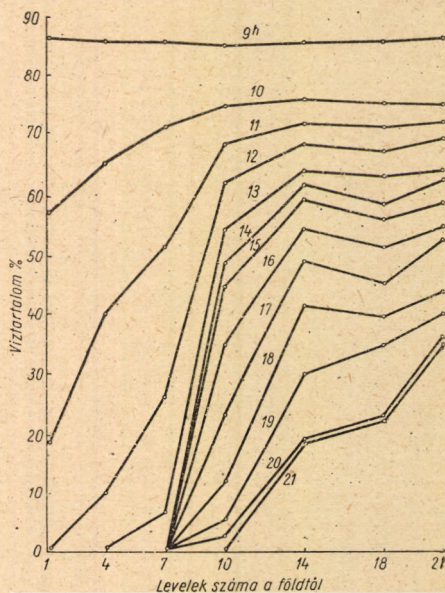
Рисунок 1. Скорость высыхания 21 листа растения *Chenopodium album* в функции времени, содержания воды и расстояния от земли. Абсцисса: число листьев, считая с земли; ордината: содержание воды в процентах.

Fig. 1. The desiccation rates of 21 leaves plucked from one *Chenopodium album* plant. Abscissa: No. of leaves; counting upwards from the ground; ordinate: per cent of water content.

órákor mértünk. Az eredményeket az 1. ábra mutatja, melyen az 1–21. levél (abszcissza) víztartalmának (ordináta) változását rajzoltuk fel. Az azonos időpontokhoz tartozó értékeket vonallal kötöttük össze. Minél sűrűbben fekszenek ugyanannak a levélnek pontjai egymáshoz, annál lassabban szárad ki a levél (pl. a 4. és a 15.); minél ritkábban következnek ezek a pontok egymás alatt, annál gyorsabb a levél kiszáradása (pl. 17–21. levelek).

Elég egy pillantást vetnünk az 1. ábrára, hogy megállapíthassuk a következőket:

1. A levelek a földtől való távolságuk szerint igen különböző ütemben száradnak ki.



2. ábra. Egy *Convolvulus arvensis* növény 7, egymás feletti levelének kiszáradásmenete az idő, a víztartalom és a földtől való távolság függvényében.

Рисунок 2. Ход высыхания, расположенных один над другим 7 листьев растения *Convolvulus arvensis* в функции времени, содержания воды и расстояния от земли.

Fig. 2. The desiccation rates of 7 leaves from the same *Convolvulus arvensis* plant.

2. A *Chenopodium album* esetében nem lehet határozott grádiens találni sem felfelé, sem lefelé, mert a kiszáradás tempója az 1—4. levelekig csökken, itt határozott minimum tapasztalható (ami annál is érdekesebb, mert a kiindulási víztartalomban nincs meg ez a különbség), ezután a száradás üteme ismét gyorsul, a 9—12. levelek, az igazi „középtáji” levelek ebből a szempontból azonos viselkedésűek. A 13-tól a 15-ig ismét kiszáradás-ellenállóbb levelek következnek. A 17. levél már apró, erősen lisztes, növekvőfélben levő, fejletlen levél. Ezek és a felette levők mind igen gyorsan száradnak és száradás-menetük is ingadozó: egyenetlen.

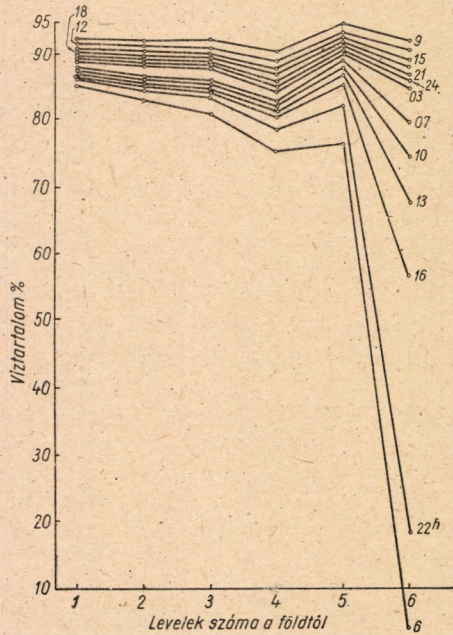
3. A kiindulási víztartalom, melyet a grafikonon a felső, 10^h-val jelzett vonal ábrázol, a kiszáradási gyorsasággal szemben már határozottabb, egyértelműbb grádiens ad, mely az 1—12. levélig lépcsőzetesen csökken, innen pedig a 15. és 16. levélnél látható egyenetlenségtől eltekintve ismét emelkedik. Az alsó, idős levelek nagy víztartalma a levélsejtek vakuolizálódásának előrehaladottabb mivoltával a fiatal leveleké pedig az aránylag kevesebb vizet tartalmazó rost-elemek hiányával magyarázható.

4. A víztartó képességnek a grafikonon látható fluktuáló mivolta, amit az előkísérlet is és az ezután következő három ismétlés is megerősít csak további vizsgálatok után válhat érthetővé és valószínűleg az egyes levelek kialakulásának folyamán uralkodó környezeti tényezők hatásával kapcsolatos.

Előkísérleteink tanulsága szerint a *Convolvulus arvensis* egész más-képpen viselkedik. Itt nem érdemes minden levelet vizsgálat alá vonni, mert a *Chenopodium* esetében mindig tapasztalható visszafordulást, egyetlen esetben sem találtuk meg a *Convolvulus*-nál. A 2. ábrán egy ugyancsak 21 levelű növény vizsgálatának eredményét mutatom be (1953. július 6). Igen jól tanulmányozható ezen:

1. A fiatalabb levelek lassúbb száradás-menete, mert, míg az alsó levelek 3—5 óra alatt elérték állandó súlyukat, addig a szár csúcsán elhelyezkedőkben még 12 óra múlva is 20—35% víztartalmat találtunk.

2. A *Convolvulus* leveleinek kiindulási víztartalmában a *Chenopodium*-éval összehasonlítva nem találunk olyan határozott grádiens. A 2. ábrán bemutatott esetben ugyan a középső levelek minimális víztartalma meg-



3. ábra. A *Portulaca oleracea* 6 különböző inszerciójú levelének kiszáradási gyorsasága az idő, a víztartalom és a földtől való távolságszerint.

Рисунок 3. Скорость высыхания 6 листьев различного листорасположения растения *Portulaca oleracea* в функции времени, содержания воды и расстояния от земли.

Fig. 3. The desiccation velocity of 6 differently inserted leaves from one *Portulaca oleracea*.

figyelhető, bár a *Chenopodium* több, mint 10%-os ingadozásával szemben itt csak 1,5% különbség van, más kísérleteink szerint a víztartalom néha az alsótól a felső levél felé egyenletesen nő, sőt nem egyszer egyenletlenség is tapasztalható. Mindezt azonban kísérleti pontatlanságnak is elkönnyvelhetjük, ha figyelembe vesszük, hogy a *Convolvulus* vízleadása nagyon gyors, a levelek közti víztartalom különbség pedig igen kicsi.

3. A *Convolvulus arvensis* esetében a vízleadó képesség és a sejtek vakuolizálódása közt közvetlen összefüggés tapasztalható. A fiatal levelek plazmában dús sejtjei vizüket jobban tartják, mint az idősebb sejtek, melyeknek elvékonyodott plazmatömlője a víz visszatartásában alárendeltebb jelentőségű.

A *Portulaca oleracea* júliusban még nem olyan fejlett, hogy 5—6 levélemeletnél többet figyelhetnénk meg rajta. A 3. ábrán bemutatott eredmények kísérleti körülményeiről megjegyzendő, hogy az 1., 2. és 3. levél a főszár egymás feletti levelei voltak, a 4. levél az oldalág közepéről, az 5. és 6. a hajtás csúcsáról származik. Meg kell jegyeznünk még azt is, hogy ilyen feltűnő gyorsan száradó *Portulaca* levelet, mint ennek a növénynek a 6. levele csak egyszer találtunk még, más irányú kísérleteink közben. A *Portulaca* levélemeleteiről az alábbiakat állapíthatjuk meg (a 3. ábra és három párhuzamos kísérlet alapján):

1. A fejlett levelek kiszáradási gyorsasága közt igen kis eltérés van. Mindegyik igen lassan szárad ki.

2. A *Convolvulus* esetével ellentétben a *Portulaca*-nak a fiatal levelei száradnak ki gyorsabban és az idősebb levelek vízmegtartó képessége igen erős.

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy a növények különböző inszerciójú leveleinek kiszáradási gyorsaságát illetőleg semmiféle általános szabály nem állítható fel, hanem külön-külön kell megállapítanunk minden egyes faj sajátos tulajdonságait. Bemutatott kísérleteink alapján még az az általánosan elterjedt nézet sem állja meg a helyét, hogy a fiatalabb levelek kisebb vízmegtartó képességűek.

Ilyen irányú kísérleteink még nagyobb óvatosságra intenek minden olyan esetben, melyben a levél kiszáradás-menetét bármilyen más célra, bármilyen tulajdonság kimutatására vagy jellemzésére akarjuk felhasználni, mert, mint az elmondottakból következik, adott és azonos időben, ugyanazon a növény-példányon is igen különböző lefutású kiszáradási görbéket kaphatunk.

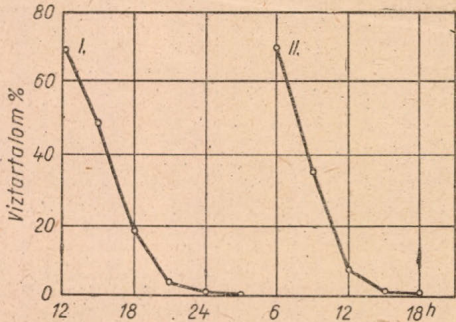
A kiszáradási görbe napi ritmusa

Bármilyen biológiai tulajdonságot vizsgálunk, kísérleteink alkalmával ügyelnünk kell a minták helyes vételére. A fentiekben láttuk, hogy ugyanannak a növénynek levelei mennyire eltérő kiszáradási görbéket eredményeznek aszerint, hogy hol helyezkednek el a növényen. Mielőtt továbbhaladnánk meg kell vizsgálnunk, hogy hogyan hat a kiszáradási görbe lefutására a külső környezet összes tényezőinek az az állandó, ritmikus változása, amit a nappal és az éjszaka okoz mondhatni minden élőlény életében.

A napszakos változás vizsgálatát is szabadban nőtt növények letépett leveleivel végeztük. A két nagy kísérletsorozat egyike Vácraátóton, 1953 július 20 — augusztus 20 között, a másik Tihanyban 1954 augusztus 30 — szeptember 2 között történt. Mindkét esetben egymás mellett, tehát azonos termőhelyen található növényekkel dolgoztunk és ügyeltünk arra, hogy egyenlő fejlettségű levelek kerüljenek a kísérletbe.

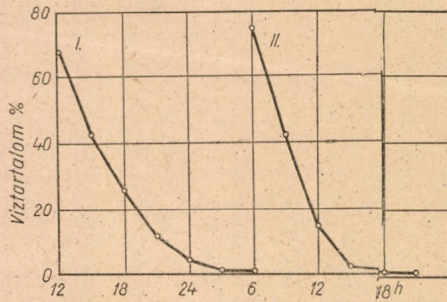
A napszakos ingadozás legegyszerűbb esete az, mikor — a tájékozódó vizsgálatok szerint legkritikusabb — déli és hajnali görbék között nincs lényeg-

ges különbség. Ilyen esetet találunk gyors és lassú kiszáradású fajok görbéi közt egyaránt. A 4. ábra a *Polygonum lapathifolium* leveleinek kiszáradás-menetét mutatja 12^h-kor (I) és 6^h-kor szedett levelek esetében. A két görbe közt nincs eltérés. Hasonló képet tanulmányozhatunk a *Malva silvestris*-nél,



4. ábra. A *Polygonum lapathifolium* déli (I) és hajnali (II) szedésű leveleinek kiszáradási görbéje.

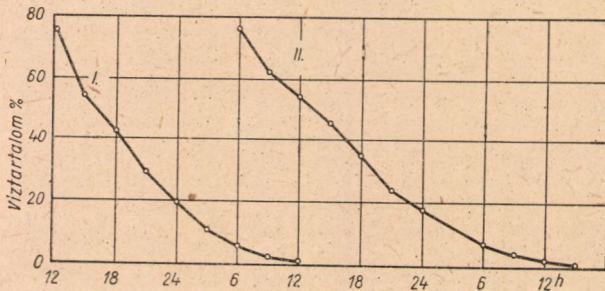
Рисунок 4. Кривая высыхания листьев *Polygonum lapathifolium* собранных в обеденные (I); и утренние часы (II). Абсцисса: часы, ордината: содержание воды в процентах.
Fig. 4. The desiccation curves of leaves of *Polygonum lapathifolium* (I) plucked at noon and in the morning (II). Abscissa: hours; ordinate: per cent of water content.



5. ábra. A *Malva silvestris* déli (I) és hajnali (II) szedésű leveleinek kiszáradási görbéje.

Рисунок 5. Кривая высыхания листьев *Malva silvestris* собранных в обеденные (I) и утренние (II) часы.

Fig. 5. The desiccation curves of leaves of *Malva silvestris* plucked at noon (I) and at dawn (II).



6. ábra. Az *Atriplex tatarica* déli (I) és hajnali (II) szedésű leveleinek kiszáradási görbéje.

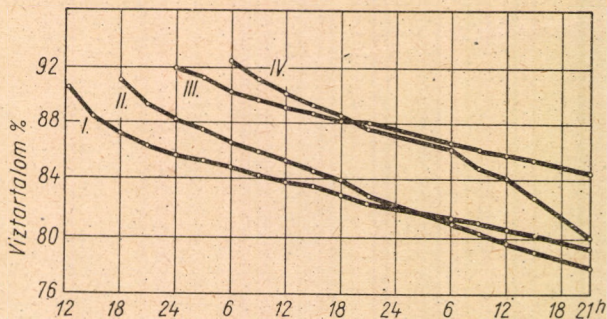
Рисунок 6. Кривая высыхания листьев *Atriplex tatarica*, собранных в обеденные (I) и утренние (II) часы.

Fig. 6. The desiccation curves of leaves of *Atriplex tatarica* plucked at noon (I) and at dawn (II).

itt azonban a déli (I) görbe kissé vontatottabb, lassúbb vízleadást jelez, a később bemutatandó *Chenopodium*-éhoz hasonlóan. (5. ábra).

A lassú kiszáradás-menetű *Atriplex tatarica* is azok közé a növények közé tartozik, melyeknek görbéin napszakos változás nem tapasztalható (6. ábra). Ugyanilyen a részletesen vizsgált *Portulaca oleracea* is (7. ábra).

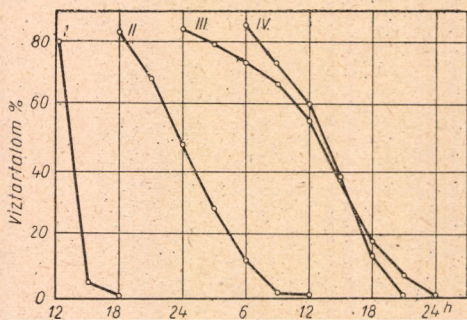
Egészen más tulajdonságai vannak a *Convolvulus arvensis*-nek (8. és 9. ábra). A déli görbe (I) itt meredek, mint a gyors száradású *Polygonum* illetve *Malva* esetében. A többiek azonban menedékesebben esnek, közepes víztartó képességet árulva el. Ha csak a déli (I) és a hajnali (IV) görbét hasonlítjuk



7. ábra. A *Portulaca oleracea* déli (I), délutáni (II), éjféli (III) és hajnali (IV) szedésű leveleinek kiszáradási görbéi.

Рисунок 7. Кривая высыхания листьев *Portulaca oleracea* собранных в обеденные (I), послеобеденные (II), полуночные (III) и утренние (IV) часы (см. рис. 4).

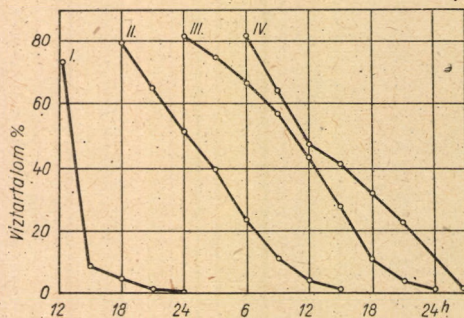
Fig. 7. Desiccation curves of leaves of *Portulaca oleracea* plucked at noon (I), in the afternoon (II), at midnight (III) and at dawn (IV). (See Fig. 4.)



8. ábra. A *Convolvulus arvensis* levelei kiszáradásmenetének napi ingadozása a vácrátóti (53.07.22) kísérlet alapján. Minden görbe két kísérlet átlaga.

Рисунок 8. Суточные колебания хода высыхания листьев *Convolvulus arvensis*, на осно вании проведенных в Вацратот (22. VII. 1953 г) опытов (см. рис. 4).

Fig. 8. The daily rhythm of water loss of *Convolvulus arvensis* leaves based on the experiment at Vác-rátót, VII. 22. 1953. (See Fig. 4.)



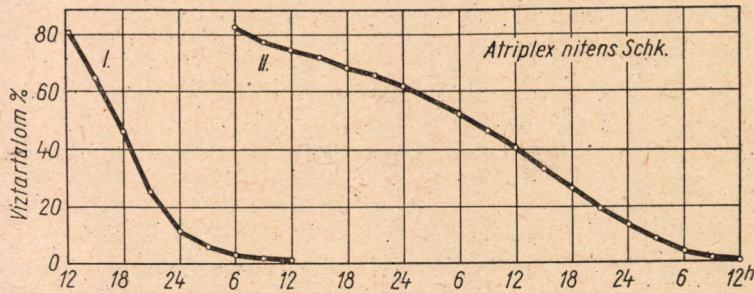
9. ábra. A *Convolvulus arvensis* levelei kiszáradás menetének napi ingadozása egy évvel később végzett tihanyi kísérletek alapján (54.08.30.). Minden görbe három párhuzam átlaga.

Рисунок 9. Суточные колебания хода высыхания листьев *Convolvulus arvensis*, на основании проведенных в Тихань опытов по истечении одного года (30. VIII. 1954 г.).

Fig. 9. The daily rhythm of water loss of *Convolvulus arvensis*; the experiments made at Tihany VIII. 30. 1954.

össze, akkor ezt a *Convolvulus* típust egyszerűen úgy jellemezhetjük, hogy a vízszegény napszakban gyors, a vízzel bővebben ellátott időben lassúbb a kiszáradás menete. A hat óránként vett minták még jobban bizonyítják a külső körülmények döntő fontosságát a letépett *Convolvulus* levél kiszáradásában. Az éjféli görbe a legvontatottabb, a hajnali és délutáni közepes, míg

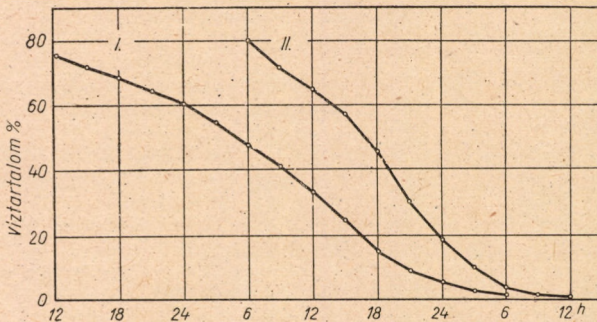
a déli (I) a legmeredekebb. A *Convolvulus* gyors kiszáradású növény. A lassú száradásmenetű, jó víztartó képességű fajok közül az *Atriplex nitens* mutatható be, mint olyan, melynek vízleadás menete szintén párhuzamos a környezet vízellátottságának menetével (10. ábra).



10. ábra. Az *Atriplex nitens* déli (I) és hajnali (II) szedésű leveleinek kiszáradási görbéje. Minden görbe három párhuzam átlaga.

Рисунок 10. Кривая высыхания листьев *Atriplex nitens*, собранных в обеденные (I) и утренние (II) часы.

Fig. 10. Desiccation curves of *Atriplex nitens* leaves plucked at noon (I) and at dawn (II). (See Fig. 4.)



11. ábra. A *Chenopodium album* déli (I) és hajnali (II) szedésű leveleinek kiszáradás meneté. Minden görbe két kísérlet átlaga.

Рисунок 11. Ход высыхания листьев *Chenopodium album*, собранных в обеденные (I) и утренние (II) часы.

Fig. 11. Desiccation rates of *Chenopodium album* leaves plucked at noon (I) and at dawn (II). (See Fig. 4.)

Egészen különleges helyzet tanulmányozható a *Chenopodium album*-nál. A déli-hajnali viszonylatban (11. ábra) a déli görbe laposabb ami azért is furcsa, mert ekkor kereken 5%-kal kevesebb víz található a levelekben, ami azonban lassabban távozik el, mint az 5%-kal nagyobb hajnali vízmennyiség. Nagyon tanulságos a 12. ábra, melyen a hat óránként szedett levelek görbéit látjuk. Ezeknek sorrendje meredekség szerint növekedően: hajnali (IV), délutáni (II), éjféli (III), és déli (I). A tihanyi kísérletet ábrázoló 13. ábrán mindegyik görbe kiindulási pontját eltoltuk az abszcissa 0 pontjáig, miáltal azok meredekségi sorrendje még szembeűnőbbé vált: IV, II, III, I.

A két kísérlet nagyon megegyezik egymással s megállapíthatjuk, hogy a *Chenopodium album* letépett lombleveleinek kiszáradási tempója nem egye-

zik meg az előbb megismert növényeknél tapasztalt szabályossággal, azaz nem fut párhuzamosan a környezeti tényezők megszabta vízellátottsággal. A *Chenopodium* esetében aktívabb saját szabályozó képességet találunk.

Ha összefoglaljuk a letépett lomblevél kiszáradás-menetének napszakos ingadozására vonatkozó kísérleteinket, az alábbiakat állapíthatjuk meg:

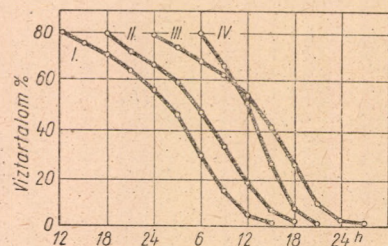
1. A letépett lomblevelek kiszáradási gyorsasága és a környezeti tényezők napszakos változása között igen különböző, fajok szerint változó összefüggések tapasztalhatók. Általános, minden növényre érvényes szabályt nem lehet megállapítani.

2. Vannak növények, melyeknek kiszáradási görbéje nem változik lényegesen a napszakok szerint. Ezek között vannak gyorsan (*Polygonum lapathifolium*, *Malva silvestris*) és lassan száradó levélű fajok (*Portulaca oleracea*, *Atriplex tatarica*).

3. Azok között a növények között, melyeknek kiszáradás gyorsasága feltűnően változik a nap folyamán, akadnak olyanok, melyeknek levél kiszáradása a vízellátottsággal párhuzamos: bő vízellátású időszakban a levél szövetei telítettek vízzel és a telített levelek több víze hosszabb idő alatt párolog el. Vízszegény időszakban viszont a levelekben kevesebb víz található és ez gyorsabban hagyja el a szöveteket. A gyorsan száradó növények közül ilyen a *Convolvulus arvensis*, a lassúak közül az *Atriplex nitens*.

4. A *Chenopodium album* kiszáradási görbéi a napszakos ingadozásban különleges viszonyokat mutatnak. Az előző csoporthoz tartozó fajokkal szemben a *Chenopodium album* a legszárazabb időben tartja legerősebben a vizét, míg a hajnali, dús vízellátás alatt leggyorsabb levelének kiszáradása.

5. A kiszáradási görbe napi ritmusának tulajdonságait a fajok környezettani



12. ábra. A *Chenopodium album* levelei kiszáradásmenetének napi ritmusa a vácrátóti kísérletek alapján (53.07.22.). (3—3 párhuzam átlaga.)

Рисунок 12. Суточный ритм хода высыхания листьев *Chenopodium album* на основании проведенных в Вапратот опытов (22. VII. 1953 г.).

Fig. 12. Daily rhythm of water loss of *Chenopodium album* leaves, from the experiments at Vác-rátót, VII. 22. 1953. (See Fig 4.)

életteni tulajdonságainak ismeretében részben meg tudjuk magyarázni, ha ezzel a vízmegtartó képesség különbségei közvetlen okát nem is vizsgáljuk meg. Legegyszerűbben azok az esetek érthetőek, melyeknél a kiszáradási görbe és a vízellátás ritmusa párhuzamos. Ezek közül a *Convolvulus arvensis* mélyen gyökerező faj, melynek vízellátása mindig biztosítva van (ÚJVÁROSI 1951), tehát a HENCKEL-féle hemixerofitonok közé tartozik. Intenzív párologtatással, a mélyebb talajrétegek vizének felhasználásával védekeznek ez a növény az aszály károsító hatásával szemben, ezért levelében a fajfejlődés során nem alakult ki vízmegtartó képesség.

Az *Atriplex nitens* a szárazságtűrés „törzsfajlódásának” másik útját járja. Bojtos gyökérzete aránylag nem hatol mélyre, ehelyett leveleinek vízmegtartó képessége teszi alkalmassá a szárazság elviselésére. Ez a vízmegtartó képesség azonban még közvetlen függvénye a környezeti tényezőknél, szemben a *Chenopodium album* leveleivel, melyekben a vízmegtartó képesség olyan életteni tulajdonságokon alapul, melyek a környezeti tényezőktől több-kevésbé függetlenné teszik a növényt, sőt ezen túlmenően a külső hatások kedvezőtlenebbé válására, fokozott ellenállással felel. Az *Atriplex nitens* még nem mondható igazi xerofitonnak, csupán a szukkulensek felé mutató xerofitoida: szukkulentoid heliofiton. A *Chenopodium album* azonban annak ellenére, hogy külső megjelenésében mezofiton jellegű, a környezettani tapasztalatok is és a kiszáradási görbe napi ritmusának tanúsága szerint is a HENCKEL-féle euxerofitonok közé tartozik. Azok a növények, melyek kiszáradási görbéin az eddig felsoroltakéhoz hasonló változatosság nem tapasztalható, további vizsgálatok nélkül nehezen bírálhatók el. A *Portulaca oleracea*, mint igazi szukkulens egész felépítésével a víz megkötésére, megtartására rendezkedett be. Lassú anyagcseréjű növény és reakciói lassúsága miatt napi ritmusa is elmosódott. A gyors kiszáradású *Polygonum lapathifolium* nem szárazságtűrő faj, termőhelyein általában mindig kap elegendő vizet. A *Malva silvestris* vízforgalma szempontjából a

Chenopodium album felé mutat : az egyetlen kísérletből (3 párhuzam átlaga) a kedvezőtlen déli időben szedett levél vonatottabb vízleadása tűnik ki.

6. Ismételt és nyomatékosan figyelmeztetnek eredményeink arra, hogy a kiszáradási görbét önmagában nem használhatjuk fel a növények jellemzésére, nem érdemes segítségével sem fajtakülönbségeket keresni, sem a fajok ökológiai jellemzését próbálgatni, de a kiszáradási görbe önmagában még a növények vízforgalmi viszonyairól, így szárazságtűréséről sem nyújt felvilágosítást. A kiszáradási görbe minőségét meg tudjuk magyarázni a fajok környezeti-életteni tulajdonságainak ismeretében, de a kiszáradás menetről ezekre a jellemvonásokra csak nagy óvatossággal következtethetünk. Céljainkat csak úgy érhetjük el, ha a kiszáradási görbe változatos voltának elsődleges okait kutatjuk fel.

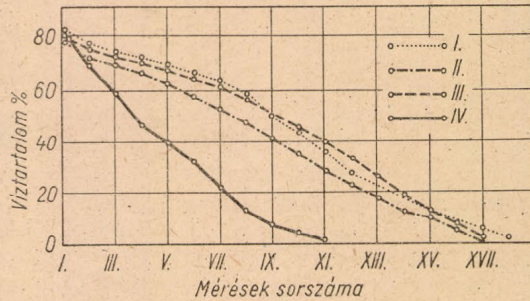
A transpiráció és a kiszáradási görbe viszonya

A letépett lomblevél vízleadásának vizsgálata során sokszor felmerült az élő levél transpirációjával való összehasonlítás szükségessége.

Tekintve, hogy a lomblevél vízleadása körül nem alakult ki még teljesen egységes és elfogadott nevezettan, próbáljuk meg elnevezni és tisztázni a vízleadás különböző formáit.

Mindenekelőtt szögezzük le, hogy transpirációnak csak az élő növényen levő, élő lomblevél életjelenszámába menő vízleadását nevezzük, mely történhet a gázcsere nyílásokon át (sztomatárius, vagy sztomatikus transpiráció), de folytatódhat a sztómák bezáródása után a bőrszöveten keresztül (kutikuláris, vagy kutikulás transpiráció). (MAXIMOV 1951, 57–66.)

A növény transpiráló képessége változtathatóságának szükségessége eredményeként alakult ki a bonyolult és finom működésű sztómarendszer a szárazföldi növények bőrszövetén. A transpiráció révén történő vízleadás főleg a nyitott gázcsere nyílásokon át történik és szoros kapcsolatban van a mezofillum sejtközi járataival a belső felületével (TURREL 1944; THIELKE 1948; HUBER 1949). Szárazság (PISEK és BERGER 1938; MAXIMOV 1951) vagy sötétség (GÄUMANN 1942; HYGÉN és MIDGAARD 1954) a sztómák bezáródása révén csökkentik, vagy meg is szüntetik (HUBER 1939). Különösen a régebbi irodalomban nem tették ezt a megszorítást és pl. a letépett levélnek néha több óra hosszat tartó „transpirációjáról” beszéltek (LÜDIN 1929; SCHRATZ 1932; LEONARD 1941 és sokan mások), sőt a legújabb irodalomban is találkozunk ezzel a pongyolással (HUBER 1949; FÉLFÖLDY 1951;



13. ábra. A *Chenopodium album* kiszáradásmenetének napi ingadozása tihanyi kísérleteink alapján (54.08.30). A görbék kezdőpontját az abszcissa 0 pontjáig csúsztattuk, miáltal a meredekség sorrendje még szembe-tűnőbbé vált. I = déli, II = délutáni, III = éjféli, IV = hajnali szedésű levelek görbéi. 3–3 párhuzam.

Рисунок 13. Суточные колебания хода высыхания листьев *Chenopodium album* на основании проведенных опытов в Тихань (30. VIII. 1954 г). Начальная точка кривых перемещена к нулевой точке абсциссы, вследствие чего ход крутизны еще более бросаётся в глаза. Абсцисса : часы ; ордината : содержание влаги в процентах.

Fig. 13. Daily rhythm of desiccation curves of *Chenopodium album* leaves based in the experiments at Tihany, VIII. 30. 1954. The starting points of the curves are put at 0 on the abscissa, to make their slopes more obvious. Abscissa: hours; ordinate: per cent of water content.

ARLAND 1952, stb.) Egyesek a potométeres kísérletbe állított, teljesen afiziológiai körülmények közé került növényi részek vízfogyasztását is transpirációnak nevezik (pl. ALEXANDROV 1928).

A levél, vagy hajtás letépésével, vagy a növény megölésével a vízleadás nem szűnik meg, de a vízleadó szerv állapota oly lényegesen megváltozik, hogy helytelennek tartom ebben az esetben a transpiráció szó használatát. A letépés után ugyanis csak igen rövid ideig — néhány percig — folyik a transpirációhoz hasonló ütemű vízleadás (PFAFF 1870 ; IVANOV 1928 ; HUBER 1927 ; PFLEIDERER 1933). Ezután igen gyakran átmenetileg emelkedik a víz eltávozása a szövetekből (HUBER 1949), majd miközben a sztómák becsukódnak (PISEK és BERGER 1938 ; HUBER 1939 ; GREIS 1940) a vízleadás is lassúbbá — standard körülmények között — egyenletessé válik és lefutása a növény fajának (GÄUMANN 1942) és a levegő telítettségi hiányának függvényévé lesz (HYGEN és MIDGAARD 1954.). A vízleadásnak ez a szakasza már nem nevezhető transpirációnak, hanem egyszerű kiszáradásnak, vagy vízvesztés-menetnek, de távolról se gondoljuk, hogy lefutását nem befolyásolják biológiai tulajdonságok.

A két folyamat összehasonlítása nem könnyű feladat, hiszen abszolút mértéke egyiknek sincs. Legegyszerűbben úgy járhatunk el, hogy nagyságrendi sorrendet állapítunk meg mindkét tulajdonságra nézve és ennek alapján végezzük el az összehasonlítást. A kiszáradási görbének eddig részletezett ismerete alapján már tudunk összehasonlításokat tenni a vizsgált fajok között. Az alábbiakban ezért először a transpiráció mérés módszereivel és eredményeivel kell foglalkoznunk.

A transpiráció méréseket IVANOV (1918, 1928) és HUBER (1927) gyorsmérés módszerével végeztük. A levélmintákat a levágástól számított 20 másodperc alatt 0,1 mg pontossággal lemértük torziós mérlegen. Az eredeti termőhelyen laza drótrácsra akasztva pontosan 5 percig exponáltuk a leveleket. Az eredményeket részben 1 g élőszúlynyi levél által 1 óra alatt transpirált vízmennyiség grammokban kifejezett mennyiségére számítottuk át, részben azt a vízmennyiséget számítottuk ki, amennyit egy óra alatt 1 dm²-nyi levél felület elpárologtat. Az 1 órára való számolást kizárólag csak azért végeztük, hogy az irodalom adataival eredményeinket minden további nélkül összehasonlíthassuk, hiszen a levél nem párologtat egyenletesen egy óra hosszat és az 5 percnyi mérési időhöz képest ez túl hosszú. Ugyancsak kifogásolható az 1 dm²-re való átszámítás is, mert planiméterrel csak a levél felülete mérhető meg, míg a transpirációnál a levél belső felületének van döntő szerepe. Tekintve, hogy a torziós mérlegen 500 mg-nál súlyosabb mintát nem mérhettünk le, meg kellett próbálnunk felszabdalt levéldarabok transpirációjának meghatározásával operálni. Ellentétben a kiszáradási görbével, ahol a levél meg-

1. táblázat

Ép és feldarabolt levelek transpirációjának összehasonlítása

1.	g víz/óra/1 g élőszúly		g víz/óra/1 dm ²	
	2. ép	3. feldarabolt	4. ép	5. feldarabolt
Amaranthus retroflexus	1,18	1,26	1,75	1,94
	1,57	1,68	2,41	2,55
A. silvester	1,83	1,80	1,40	1,40
	1,55	1,42	1,65	1,95
	1,88	2,02	2,27	2,93
Portulaca oleracea	0,79	0,70	2,30	2,25
	0,60	0,68	1,77	2,13
Solanum nigrum	2,23	2,24	2,90	3,00
	2,87	2,72	3,45	3,06

sértése teljesen megváltoztatja a görbe lefutását, a rövid expozíciójú transpiráció mérésnél nem okoz lényeges különbséget a levél megsértése, amiről az 1. táblázat adatai is meggyőznek.

1953. és 1954. évben 31 faj különböző termőhelyen végzett transpiráció méréseit hasonlítottuk össze. Megvizsgáltuk a transpiráció napi ritmusát és összehasonlítottuk ugyanannak a növénynek különböző inszerciójú leveleit is (FELFÖLDY 1955).

Ugyanekkor a letépett levél kiszáradásmenetének kifejezésére az elpárolgott víz grammokban kiszámított mennyiségét használtuk fel g víz/óra/100 g élősúly egységben. Jól tudjuk, hogy ez az érték csak bizonyos fenntartással alkalmazható, hiszen egyrészt a letépett levél vízleadása nem azonos tempójú a szárítás kezdetén és végén, hanem egyenletesen csökken, másrészt a légszáraz súly beálltáig eltelt időn alapszik, ez pedig pontosan nem állapítható meg. Egyedüli megnyugtató tény, mely ennek a módszernek használhatósága mellett szól, az, hogy a kiszáradási görbék segítségével felállított nagyság szerinti sorrend teljesen megegyezik az ezen az úton nyert sorrenddel, ami jelenlegi célunknak teljesen megfelel.

A 2. táblázatban feltüntetett adatokat úgy nyertük, hogy az 5 perces transpiráció mérés után a leveleket szárító szekrényünkbe helyezve mértük vízleadásukat, miáltal biztosan jól összehasonlítható eredményeket kaptunk

2. táblázat

A kiszáradás-menet és a transpiráció összehasonlítása

1.	2. Kiszáradás ideje órákban	3. Kiszáradás alatt g víz/óra/100 g És.	4. Transpiráció g víz/óra/1 g És.
<i>Atriplex nitens</i>	37,5	3,25	1,35
<i>A. tatarica</i>	25,0	3,18	1,32
<i>Chenopodium album</i>	26,7	2,02	1,86
<i>C. hybridum</i>	29,0	2,20	1,86
<i>Convolvulus arvensis</i>	9,4	23,20	2,31
<i>Malva silvestris</i>	14,0	3,79	2,49
<i>Phragmites communis</i> (száraz)	6,0	17,70	1,29
<i>Polygonum lapathifolium</i>	11,5	4,34	0,53
<i>Portulaca oleracea</i>	59,8	1,16	0,19
<i>Setaria viridis</i>	6,3	12,30	2,34
<i>Solanum nigrum</i>	14,8	6,67	2,45

A kiszáradás ideje és a kiszáradás alatt 1 órára eső vízvesztés ugyanolyan nagyságrendi sort eredményeznek. A transpiráció és a kiszáradás alatti vízleadás azonban, bár az esetek egy részében párhuzamos, másutt ellentmondó. Így pl. lassú vízleadású és lassan transpiráló fajok : *Portulaca oleracea*, *Chenopodium hybridum*, *Atriplex nitens*, *A. tatarica*; gyorsan száradó, intenzíven transpirálók : *Convolvulus arvensis*, *Setaria viridis*, *Solanum nigrum*. Lassú vízleadású, de intenzíven transpiráló a *Chenopodium album*, letépett levelük a vizet gyorsan elveszti, de lassan transpirálnak a *Malva silvestris*, *Polygonum lapathifolium* és a száraz termőhelyen tanulmányozott *Phragmites communis*.

Transpiráció kísérleteink eredményei összefoglalva a következők :

1. Azt a régen ismert, de sokszor eléggé nem hangsúlyozott tényt, hogy az élő, intakt levél transpirációja és a letépett levél kiszáradása két minőségileg különböző folyamat, újabb kísérletekkel erősítettük meg, mert egyrészt a vízmegtartó képesség és

a transpiráció intenzitása nem változik párhuzamosan a különféle fajok esetében, másrészt az a tény, hogy a levél szétदारabolása közben keletkezett vágásfelületek gyorsabban száradó sebése a transpirációt nem befolyásolja lényegesen, azt bizonyítja, hogy a transpiráció életműködés, melynek során sokkal több víz távozik a levél szövetéből, mint a többé-kevésbé passzív kiszáradáskor. A letépett levél hosszabb ideig tartó száradása során a vágásfelületek az eredményeket meghamisítják.

2. A növények élettani-környezeti tulajdonságai szerint változik a transpiráció, illetve a kiszáradás révén leadott vízmennyiség aránya a különféle fajok esetében. A vízzel legtakarékosabban gazdálkodó *Portulaca* és a két *Atriplex* igazi szárazságtűrő fajok. Mindhárom növény a hálózatos áthasonító szövetű növények közé tartozik (PÉNZES 1942), melyek nevezetes hő- és szárazságtűrők.

A gyorsan száradó és gyorsan transpiráló növények közt a *Convolvulus* zavartalan vízforgalmát, mint már említettük a mélyreható gyökérzet állandóan biztosítja (UJVÁROSI 1951, 57). A másik két vízzel pazarló növény vízforgalmi problémáit csak behatóbb tanulmányozással lehetne tisztázni. Valószínű, hogy a *Setaria viridis* is és a *Solanum nigrum* is csak elégséges talajnedvesség esetén párologtat ilyen intenzíven.

A vizet gyorsan veszti, de csökkentett transpirációjú fajoknál a vízmegkötésben az életjelenségek igen döntő szerepét kell feltételeznünk. A transpiráció csökkent mivoltát sem szövettani, sem morfológiai felépítésük nem magyarázza. Ugyanakkor a vízmegtartó képesség nagyon labilis lehet bennük, mert a letépés után igen rövid idő múlva leadják víztartalmukat.

A *Chenopodium album* különleges mivoltára itt is fel kell figyelni. Transpiráció intenzitása igen tág határok között változik és akkor is számottevő, pl. az esti órákban (FELFÖLDY 1955), mikor más növényeké már egészen csökkentett. Igen jó vízmegtartó képességét pedig már az előzőkben méltattuk.

Mérgezési kísérletek

Eddigi vizsgálataink alatt mind többször került előtérbe az életjelenségek, az anyagszere szerepének feltételezése a vízmegtartó erő kialakításában.

Legegyszerűbben az élő és holt levél összehasonlításából várhatunk választ arra a kérdésre, hogy milyen szerepe van az anyagszerének, a kiszáradás-ellenállás kialakításában.

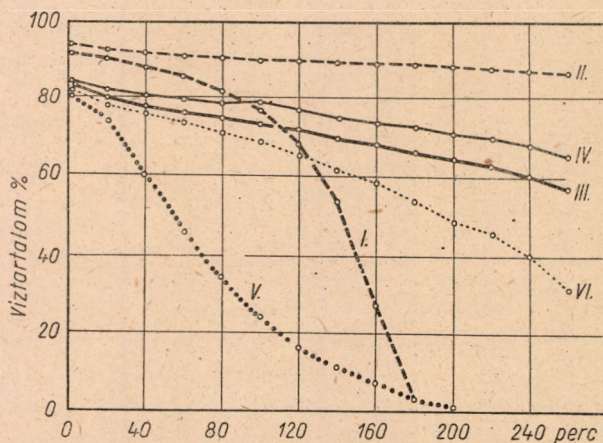
Hővel, forró vízzel, vagy vízben oldott mérgekkel nem ölhetjük meg a leveleket anélkül, hogy nedvességtartalmukat döntően ne változtattuk volna meg, ezért gőz alakjában ható narkotikumokkal és más mérgekkel (kloroform, éter, formaldehid, karbol) próbáltuk a letépett leveleket gyorsan megölni.

Módszerünk a következő volt: A vizsgálati növényt tövestől kiemeltük (vagy egy nagyobb ágát vágtuk le) és általában hús, jól temperált laboratóriumban szedtünk le róla egy, vagy több, középtáji, körülbelül egyenlő fejlettségű levelet. Ezekből 15 mm \varnothing dugófúróval háromszor, vagy ötször annyi korongot vágunk ki, ahány kezelést végeztünk. A korongokat alaposan összekevertük, majd. hármas vagy ötös csoportokat képeztünk belőlük és Petri-csészében mérgeztük őket laboratóriumi hőmérsékleten a kérdéses méreggel telített légtérben. A kontrol karikákat ugyanannyi ideig inkubáltuk tiszta Petri-csészében. Mérgezés előtt is, után is lemértük a csoportokat torziós mérlegen, 0,1 mg pontossággal.

Mérgezés után a korongokat nyitott embrium-csészébe helyeztük úgy, hogy ne fedjék egymást és jóelőre beállított elektromos hajszáritóval szárítási kezdtük őket. A hajszáritót úgy állítottuk be, hogy a csészék közé fehér szűrőpapírra helyezett hőmérő 30–32 °C-t mutasson. A szárítást 20 (speciális esetben 30) perces időközökben megszakítottuk és megmértük a korongok súlyát. A kísérlet időtartama 6–10-szer 20 (vagy 30) perc volt. Az eredményt

a kiszáradási görbékhez hasonló módon szerkesztett grafikonon ábrázoljuk, azaz a kísérlet után 105° C-on szárított száratanyagra számított víztartalom %-értékeket vittünk az ordinátára.

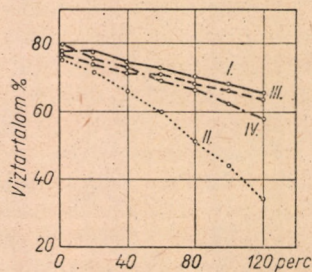
Az első kísérlet eredményét a 14. ábrán mutatjuk be. A grafikon kontrollgörbéről (II, IV, VI) leolvashatjuk a három növény jellegzetes kiszáradási



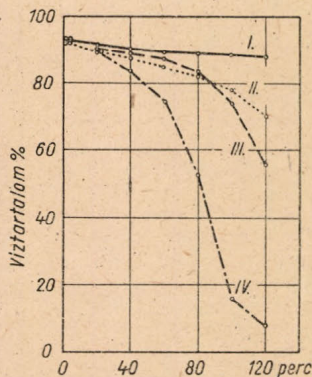
14. ábra. A kloroform mérgezés hatása a *Portulaca oleracea* (I = kezelt, II = kontrol) *Chenopodium album* (III = kezelt, IV = kontrol) és *Convolvulus arvensis* (V = kezelt, VI = kontrol) letépett leveleinek vízmegkötő képességére.

Рисунок 14. Действие отравления хлороформом на водоудерживающую способность отломанных листьев *Portulaca oleracea* (I = обработанные, II = контрольные), *Chenopodium album* (III = обработанные, IV = контрольные) и *Convolvulus arvensis* (V = обработанные, VI = контрольные). Абсцисса: минуты; ордината: содержание воды в процентах.

Fig. 14. Effect of chloroform on the water-retaining power of leaves of *Portulaca oleracea* (I = chloroformed, II = control), *Chenopodium album* (III = chl., IV = control) and *Convolvulus arvensis* (V = chl., VI = control). Abscissa: minutes; ordinate: per cent of water content.



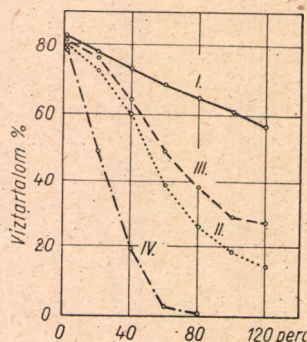
15. ábra. *Chenopodium album*.
Рисунок 15. *Chenopodium album*.



16. ábra. *Portulaca oleracea*.
Рисунок 16. *Portulaca oleracea*.

gyorsaságát: a *Portulaca* a leglassúbb, a *Chenopodium* közepen foglal helyet, míg a *Convolvulus* a leggyorsabban szárad. Azt is láthatjuk, hogy a kloroform mérgezés hatására a *Portulaca* (I) és a *Convolvulus* (V) is elvesztik vízmegtartó képességüket. A mérgezett *Chenopodium* levél kiszáradási görbéjén ezt nem tapasztaljuk (III), bár ez is a kontrol görbe (IV) alatt fut.

A 15–17. ábrákon látható különböző, gőz alakjában ható mérgeknek hatása három tesztnövényünk letépett levelének víz visszatartó-képességére. Ezek közül a *Chenopodium album* (15. ábra) görbéin láthatjuk a kloroform csekély hatását (IV), az ugyancsak kevésbé hatásos formaldehid (III) és a jóval károsabb karbolgőz (II) mellett. A másik két növény levelének vízmegtartó képességét a kloroform bénítja legjobban (16. és 77. ábra IV), a



17. ábra. *Convolvulus arvensis*. A karbol (II), a formaldehid (III) és a kloroform (IV) hatása három tesztnövényünk reggel szedett levelének vízmegtartó képességére, a kezeletlen levéléhez (I) viszonyítva.

Рисунок 17. *Convolvulus arvensis*. Действие карбола (II), формальдодегида (III) и хлороформа (IV) на водерживающую способность собранных утром листьев трёх подопытных растений, по сравнению с необработанными листьями (I). Абсцисса: минуты; ордината: содержание воды в процентах.

Fig. 15–17. Desiccation curves of the leaves of our three test plants, plucked in the morning and treated with phenol (II), formaldehyde (III) and chloroform (IV), compared with control leaves (I). Abscissa: minutes; ordinate: per cent of water content.

időköz végén tapasztalt kontrol víztartalom % értékéből kivontuk a kezelt levél víztartalom % értékét. Ez pl. a 15. ábrán látható *Chenopodium album* esetében: kloroformra = 7,0, formaldehidre = 2,0, karbolra = 30,9 s. i. t.

másik két mérge hatása kloroform és a kontrol görbe közé esik. Ezekből a kísérletekből nyilvánvaló, hogy a mérgek különleges anyagi tulajdonságaitól függ a víztartó képességet megváltoztató hatás.

Tájékozódásul megvizsgáltuk a letépett levelek CO_2 leadását. A kísérleti módszer kifogásolható volta (PAECH és SIMONIS 1952, 133) miatt számszerű adatok közlésétől eltekintünk, annyit azonban nyugodt lelkiismerettel megállapíthatunk, hogy fél órás mérgezés még egyik esetben sem szünteti meg a CO_2 leadást, sőt kis mértékű emelkedést okozhat, míg pl. az egy óra hosszát tartó kloroform kezelés a CO_2 leadás mondhatni teljes leállítását eredményezi. A vízmegtartó hatás szempontjából viszont már a fél órás kezelés is hatásos. Tekintettel arra, hogy a szövetek légzése és vízmegtartó-képessége között összefüggés van (SZEMIHATOVA 1950; BOLLI 1951; PARKER 1952) további ilyen irányú kutatások nem látszanak feleslegesnek, annál is inkább, mert a *Chenopodium album* rendellenes viselkedése újabb kutatási lehetőségekkel kecsegtet. Meg kell említenünk azt is, hogy már fél órás kezelés bármely említett méreggel, teljesen megszünteti az általunk vizsgált növények epidermisz és sztóma zárósejtjeinek plazmolizálhatóságát 0,8 M nádcukor oldattal (*Chenopodium hybridum*, *Convolvulus arvensis*, *Clematis vitalba*, *Hyoscyamus niger*, *Parietaria officinalis*, *Plantago major*, *Solanum nigrum*).

Abból a célból, hogy a különböző növényfajok különféle mérgezésének eredményeit ne kelljen külön-külön ábrákon bemutatni, megkíséreltük az eredmények számszerű kifejezését is úgy, hogy a hatodik 20 perces szárítási

Hogy ez a mód valóban használható legyen, természetesen ugyanolyan viszonyok közt kell a szárítást végezni és pontosan be kell tartanunk a mérések időpontját. Minél nagyobb ez a kontrol mínusz kezelt víz % érték, annál jobban csökkentette a kezelés a levél vízmegtartó képességét.

A 3. táblázat adatai szerint a kloroformmal szembeni viselkedés alapján célszerű két csoportot felállítani, melyek közül az egyikbe azok a növények tartoznak, melyeknek vízmegtartó képességét a kloroform nem befolyásolja katasztrofálisan (*Chenopodium album*, *C. hybridum*, *Solanum nigrum*), a másik csoport, melyben az összes többi általunk vizsgált növényt találjuk, a kloroform hatására elveszti vízmegtartó képességét.

3. táblázat

Néhány növényfaj különböző mérgekkel kezelt levélkorongjainak víztartalom % különbsége a kontrol korongokkal szemben a hatodik 20 perc után

(1954 július 3—7, reggel 7 órai szedés; minden szám öt párhuzamos mérés átlaga)

	Kloroform	Karbol	Formaldehid
<i>Arctium lappa</i>	23,3	10,3	—0,7*
<i>Chenopodium album</i>	7,0	30,9	2,0
<i>C. hybridum</i>	5,6	37,1	17,6
<i>Convolvulus arvensis</i>	51,7	41,2	34,3
<i>Hyoscyamus niger</i>	24,6	19,4	6,5
<i>Onopordum acanthium</i>	47,7	9,8	38,8
<i>Physalis alkekengi</i>	14,2	2,0	—0,6*
<i>Plantago major</i>	48,2	28,3	39,5
<i>Portulaca oleracea</i>	79,5	17,3	32,6
<i>Solanum nigrum</i>	7,3	6,1	46,4

* A — előjel annyit jelent, hogy a kontrol görbe a kezelt alatt fut, azaz a kezelés hatástalan.

Azt már előzőleg megállapítottuk, hogy nem az élet-halál közti különbség eredményezi ezt a változást, mert pl. a fél óra hosszat kloroformozott *Portulaca* lélegzése (CO₂ leadása) még nem állt le, de vizét már könnyen elengedi.

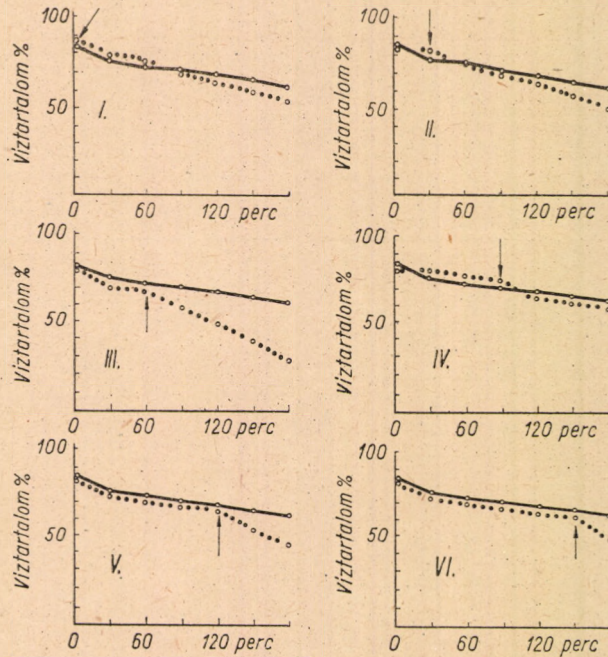
4. táblázat

A *Chenopodium album* különböző inszerciójú, kloroformmal mérgezett leveleinek víztartalom-% különbsége a hatodik 20 perc végén a kontrol levélkorongokkal szemben

I. A levél helyzete	2. Víztartalom % különbség
Alsó (alulról 2.) szárlevél	1,6
Középső (kilencedik) szárlevél	10,4
Felső (tizenhetedik) szárlevél	2,4
Legfelső (19—21.) szárlevél	1,9
Alsó áglevél (középtáji ágról)	5,1
Felső áglevél (ugyanonnan)	6,6

Az adatokból — összehasonlítva őket a 3. táblázat számértékeivel — nyilvánvaló a *Chenopodium album* »kloroform rezisztenciája«.

Természetes, hogy ezeket a törvényszerűségeket nem egy-két kísérlet alapján állapítottuk meg. Különösen sok kísérletet végeztünk a *Chenopodium album*-mal, annak „kloroform rezisztenciája” miatt. Példaképpen bemutatjuk a különböző inszerciójú levelek mérgezésének eredményét. A kísérletet 1954. aug. 2-án reggel 6 órakor szedett *Chenopodium album* levelekkel végeztük. A számok a 3. táblázat adataihoz hasonlóan a mérgezés utáni hatodik



18. ábra. A *Chenopodium album* vízzel telített leveleinek »frakcionált» mérgezése (magyarázata a szövegben). Folytonos vonal: kontrol; pontozott vonal: kezelt; a mérgezés időpontját nyíl jelzi.

Рисунок 18. Действие обработки хлороформом на насыщенные водой листья *Chenopodium album*, в различной степени дегидратации. Сплошная линия: контроль; пунктир: обработанные листья; время отравления обозначено стрелкой. Абсцисса: минуты; ордината: содержание воды в процентах.

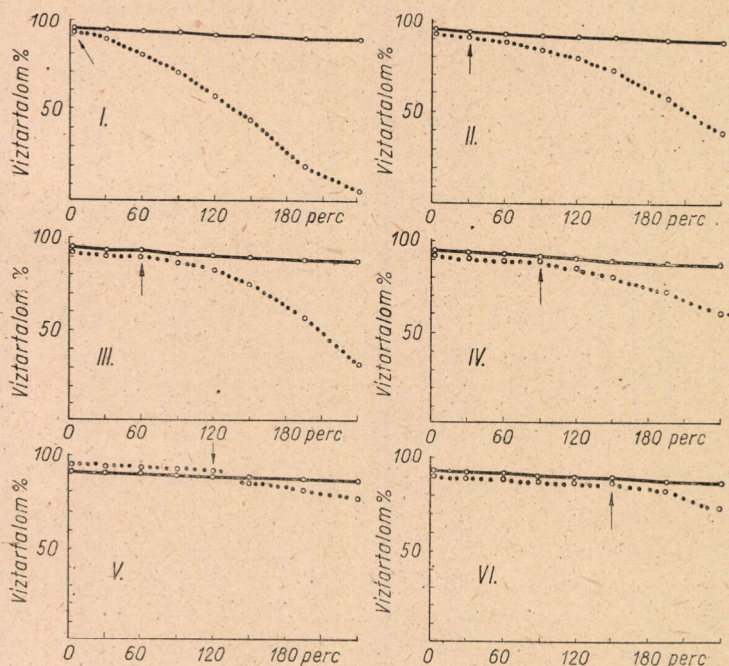
Fig. 18. The effect of chloroforming at different stages of dehydration in the water-saturated leaves of *Chenopodium album*. Black line = control; dotted line = treated leaves; the time of poisoning is shown by a little arrow. Abscissa: minutes; ordinate: per cent of water content.

20 perc végén talált víztartalom % különbséget jelentik a kloroformozott és a kontrol levelek között (4. táblázat).

A *Chenopodium album* egyik déli szedésű levelén végzett kísérletünk azonban ellentmondó eredményt adott, a kloroform határozott víztartó-képesség csökkentő hatását mutatva (kloroform = 23,1, karbol = 9,3, formaldehid = 37,5). Többször ismételve a reggeli és déli szedésű levelek mérgezését, azt tapasztaltuk, hogy a *Chenopodium* levelek kloroform érzéketlensége csak a reggeli szedésű mintákon jelentkezik következetesen. Feltevésünk

szerint ezt a levél epidermisz sejtek plazmájának különböző hidratációs foka okozza.

Egyszerű kísérletsorozattal vizsgáltuk meg ezt a kérdést. Mindhárom tesztnövényünk reggel szedett, középtáji leveleit nedveskamrában 24 óra hosszat telítettük vízzel. Ezután a szokásos módon korongokat szabtuk ki belőlük és szárítással kombinált mérgezést végeztünk velük. A korongokat I—VI csoportba osztottuk. Az első csoportot szokás szerint mérgeztük 0



19. ábra. A *Portulaca oleracea* vízzel telített leveleinek »frakcionált« mérgezése. (Magyarázat a szövegben és a 18. ábra alatt.)

Рисунок 19. «Фракционированное» отравление насыщенных водой листьев *Portulaca oleracea* (Объяснение в тексте и под рисунком 18).

Fig. 19. The »fractional« poisoning of watersaturated leaves of *Portulaca oleracea*. (See explanation under Fig. 18.)

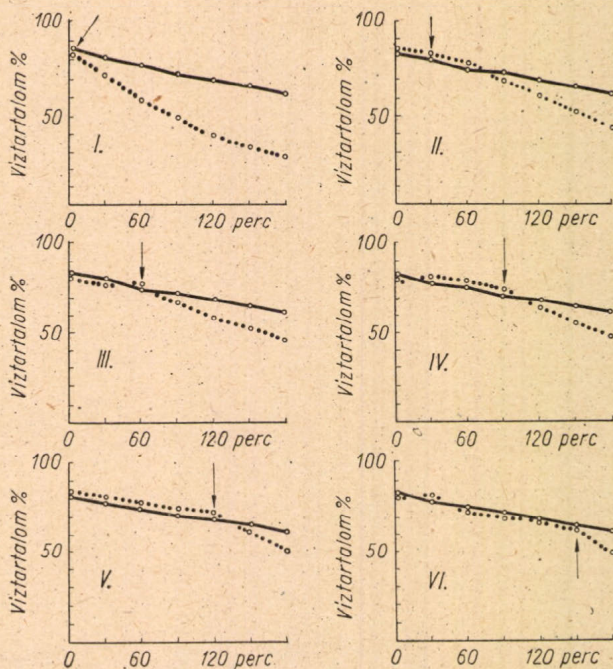
percekor, míg a többi tiszta Petri-csészében állt. A 30 perc eltelte után az összes csoportot szárítani kezdtük. A II. csoportot az első 30 perces szárítás után mérgeztük, a III-at 60 perc után és így tovább.

Az eredményeket a 18—20. ábrákon ábráztuk.

Ezek a rajzokon látható, hogy a *Chenopodium album* vízzel telített leveleinek (I) egyszerűen szárított és a teljesen telített állapotban mérgezett leveleinek görbéi nem különböznek lényegesen (I, II, IV), míg az előrehaladottabb vízvesztés (68, 64, 61%) víztartalom szemben az előzők 84, 80, 74% értékeivel!) után a kloroform szokásos vízkötő képesség csökkentő hatása jelentkezik. A *Portulaca* és *Convolvulus* esetében ez a különbség a telített és száradó félben levő levelek közt nem tapasztalható.

Ezek a részleges szárítással összekötött mérgezési kísérletek fordították figyelmünket — a különböző víztartalom fontossága mellett — az epidermisz döntő szerepének vizsgálatára, amit már többen hangsúlyoztak (pl. ABOU—RAYA 1950).

Mi két kísérletet végeztünk ennek érdekében úgy, hogy a levelekről az epidermiszt lenyúztuk, illetve behasogattuk. Egyik kísérletet a *Portulaca*-val, másikat a *Chenopodium album*-mal végeztük. A *Portulaca* erős vízmegettartó



20. ábra. A *Convulvulus arvensis* vízzel telített leveleinek »frakcionált« mérgezése (magyarázat a szövegben és a 18. ábra alatt).

Рисунок 20. «Фракционированное» отравление насыщенных водой листьев *Convulvulus arvensis* (Объяснение в тексте и под рисунком 18).

Fig. 20. The »fractional« poisoning of watersaturated leaves of *Convulvulus arvensis* (See explanation under Fig. 18.)

képességét eddig a levél szöveteinek nagy nyálkatartalmával próbálták megmagyarázni, a *Chenopodium* viselkedése pedig sajátos tulajdonságai miatt érdekelt.

A *Portulaca* kísérlet a 21., a *Chenopodium album* a 22. ábrán található. Megállapíthatjuk azt, hogy az epidermisz eltávolítása mindkét növénynél a vízmegettartó képesség teljes megszűnéséhez vezet. A *Portulaca* nyálkatartalma mit sem változtat a dolgon, tehát a *Portulaca* kloroform mérgeződésénél is elsősorban az epidermisz sejtek károsodhatnak, a *Chenopodium* víztartó képességének és kloroform rezisztenciájának titka szintén az epidermisz, és pedig az élő epidermisz sejtekben van elrejtve.

Itt emlékeztünk meg azokról a kísérleteinkről, melyeket a dúsán szőrös mez párolgás-csökkentő szerepének megvizsgálása céljából végeztünk. Már transpiráció méréseink során is azt tapasztaltuk, hogy flóránk egyik legszőrös-

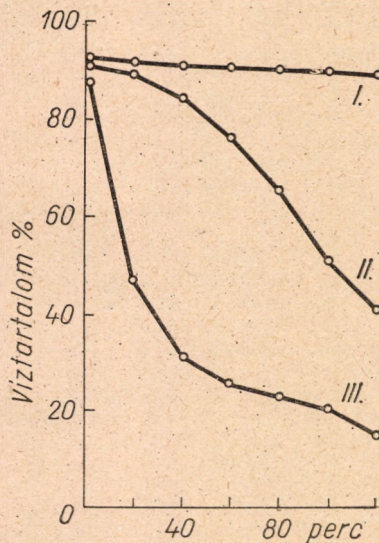
sebb növénye, a *Verbascum phlomoides*, dús szőrözöttsége ellenére igen gyorsan transpirál, talán szőrözete még növeli is vízleadó képességét, vö. STRUGGER 1949, 205).

5. táblázat

Szöröslevelű növények kloroform-érzékenysége két teszt növényünkkel összehasonlítva

1. Faj	6 × 20 perc alatt leadott víztartalom %		4. Víztartalom % különbség a hatodik 20 perc végén
	2. kontrol	3. kloroformozott	
<i>Onopordum acanthium</i>	13,2	61,1	47,7
<i>Arctium lappa</i>	24,0	48,4	23,3
<i>Verbascum phlomoides</i>	15,9	60,8	46,0
<i>Portulaca oleracea</i>	3,9	84,0	79,5
<i>Chenopodium album</i>	7,3	12,5	5,2

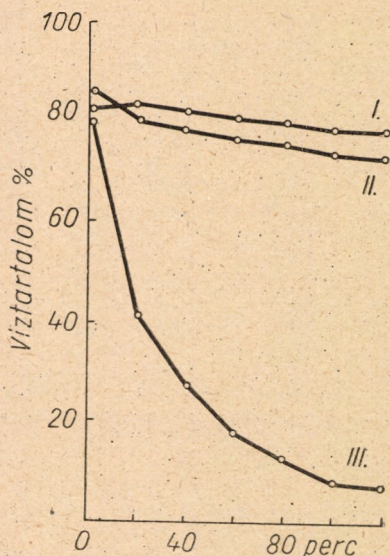
Ha a szörös fajok adatait (5. táblázat) összevetjük az összehasonlítással közölt *Portulaca* és *Chenopodium album* értékeivel, láthatjuk, hogy a szörös levelűek közt igazi jó víztartó képességű növény nincs is. Kiszáradás-ellenállásuk sem a szőrözettel kapcsolatos, hiszen, az élő plazmát befolyásoló klo-



21. ábra. A *Portulaca oleracea* kezeletlen (I), kloroformozott (II) és nyüzött (III) leveleinek kiszáradási görbéje.

Рисунок 21. Кривая высыхания необработанных (I), обработанных хлороформом (II) и лишенных кожицы (III) листьев *Portulaca oleracea*. Абсцисса: минуты; ордината: содержание воды в процентах.

Fig. 21. The desiccation curves of *Portulaca oleracea* leaves untreated (I), poisoned with chloroform (II) and stripped (III). Abscissa: minutes; ordinate: per cent of water content.



22. ábra. A *Chenopodium album* kezeletlen (I), kloroformozott (II) és nyüzött (III) leveleinek kiszáradási görbéje.

Рисунок 22. Кривая высыхания необработанных (I), обработанных хлороформом (II) и лишенных кожицы (III) листьев *Chenopodium album*. (См. рис. 21.)

Fig. 22. The desiccation curves of *Chenopodium album* leaves untreated (I), poisoned with chloroform (II) and stripped (III). (See Fig. 21.)

reformozás mindegyikre igen hatásos. Legkevésbé aránylag a csak fonákán szőrös *Arctium lappa* vízmegtartása változik meg a mérég hatására (a hatodik 20 perc végén tapasztalt víztartalom % különbség a kontrol és a mérgezett között a legkevésbé: 23,3%), viszont ez nagyon kevésbé víztartó faj (hatszor 20 perc alatt a legtöbb vizet veszítette: 24,0%-ot). Az irodalmi adatok és ezeknek az eredményeknek alapján a szőrözet, mint párolgás (és párolgztatás) csökkentő berendezés mindinkább háttérbe szorul az epidermisz sejtek plazmatikus tulajdonságaival szemben.

Tekintettel a kloroform* víz permeabilitást növelő hatására (HÖFLER és WEBER 1926 ; DERRY 1930 ; DEYSSON 1952 stb.) és a fent részletezett fejtegetésekre a kérdést a levél epidermisz sejtek plazmájára próbáljuk visszavezetni és ezért a különböző fajok epidermisz sejtjeinek permeabilitás viszonyait kellett vizsgálataink tárgyává tennünk.

Mérgezési kísérleteink összefoglalásául az alábbiakat mondhatjuk :

1. A levágott levelek kiszáradás-gyorsasága különböző, gőz alakban ható mérgekkel (narkotikumokkal) befolyásolható, melyek mindegyike a kiszáradást gyorsítja. Ez a vízmegtartó képesség és a levél túlélő rendszereinek összefüggésére utal.

2. A vízmegtartó képesség ilyen természetű csökkenése nem jár együtt a letépett levél teljes elhalásával, mert a vízleadás lényeges megváltozása (pl. fél óra hosszát kezelt levél esetében) nem járt együtt a légzés megszűnésével.

3. Különböző növényfajok a különböző mérgező gőzöktől különféleképpen károsodnak. A vizsgált fajok közül a *Chenopodium album*, *C. hybridum* és a *Solanum nigrum* kivételével mindegyik növényre a kloroform hatása volt a legkedvezőtlenebb : a vízmegtartó képességet ez szüntette meg leginkább.

4. Kísérletekkel bebizonyítottuk, hogy a *Chenopodium* kloroform-rezisztenciája a levél víztelítettségi állapotától függ : a teljesen, vagy legalább bőven telített (84—74% víztartalom mellett) levelekre a kloroform nem hat, míg a száradó félben levő (68—61%) levél vízmegtartó képessége lényegesen csökken 30 percnyi kloroformozás hatására. A *Portulaca* és *Convolvulus* esetében ez a változás nem tapasztalható, ezek a kloroform hatására bármilyen víztartalom mellett érzékenyek.

5. Tekintve, hogy a 30 perces kezelés a leveleket nem öli meg, viszont a víztartó képességet igen lényegesen befolyásolja, felmerült az a gondolat, hogy a mérgező gőzök az epidermiszben okoznak elváltozásokat. Kísérleteket végeztünk annak eldöntésére is, hogy az epidermisz nélküli levelek víztartó képessége milyen mértékben változik? Ennek során megállapítottuk azt, hogy a *Portulaca oleracea* is, melylevél sejtjeinek bő nyálkatartalmát tekintettük eddig a vízmegtartó képesség alapvető okául, és a *Chenopodium album* is epidermiszuktól megfosztva, teljesen elveszítik vízmegtartó képességüket. Mérgezési kísérleteinkkel bebizonyítottuk, hogy az irodalomban gyakran párolgás-csökkentőnek jelzett szőrözet szerepe sokkal alárendeltebb, mint az élő, sértetlen epidermisz sejtek vízmegtartó képessége.

6. Eddigi eredményeink alapján, főleg a *Chenopodium album* kloroform rezisztenciája ígérkezett további kutatásra érdemesnek. Tudva azt, hogy a kloroform a felületi hártya lipo-proteidjeit károsítja azáltal, hogy azok lipofil csoportjait oldja, illetve a lipo-proteidek lipoid csoportjait helyettesítve a plazma permeabilitását növeli (DEYSSON 1952) azt gondoljuk, hogy azoknak a növényeknek, melyek vízzel telítve kloroform érzéketlenséget mutatnak, leveleik epidermisz sejtjeiben vagy kettős, egy lipofil és e felett egy hidrophil réteg van, vagy plazmahártyájuk külső rétegét hidrophil és lipofil csoportok mozaikja képezi. Jól hidratált állapotban a hidrophil csoportok mintegy megvédik a lipoidokat a kloroform káros hatásától, a víz-szegény napszakban viszont ezek a hidrophil csoportok aránylag gyorsan leadják vizüket, a határhártya képzésében a főszerepet a lipoidok veszik át és ezeket a kloroform már károsítani tudja.

7. Tekintettel a kloroform víz-permeabilitás növelő hatására, a kiszáradási görbék lefutásában tapasztalható nagy különbségek okaként az élő epidermisz sejtek vízpermeabilitását jelöljük meg és a továbbiakban ezt fogjuk elsősorban szemügyre venni.

*GANZINGER (1939) a hexametiléntetramin plazma áteresztőképesség növelő hatásáról számol be, mely fajok szerint különböző mértékű.

Permeabilitás vizsgálatok

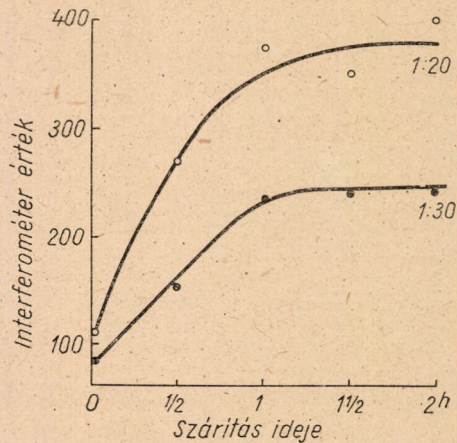
Permeabilitás vizsgálataink célkitűzései az eddig elmondottakból következnek. Meg kellett vizsgálnunk, hogy a vízpermeabilitás és három teszt-növényünk kiszáradás gyorsasága közt van-e összefüggés? El kellett döntennünk, hogy a szárítás, vagy a kloroform-mérgezés befolyásolja-e a levélszövet anyagleadó képességét és végül adatokat kerestünk a *Chenopodium album* levél epidermisz sejt plazmájának ketős természetére vonatkozólag.

Mikor „vízpermeabilitás”-ról beszélünk, jól tudjuk, hogy itt az egyszerű fizikai kémia permeabilitás fogalmánál jóval bonyolultabb élettani jelenségről van szó, éppen ezért nem kizárólag a határhártyák fontosságát hangsúlyozzuk, hanem az egész élő plazma „diffúzió ellenállását” (HÖFLER 1949; SEEMANN 1953). Külön kísérleti vizsgálatot kíván annak a kérdésnek eldöntése, hogy akár a kutikuláris transpiráció, akár a letépett lomblevél vízleadása alatti vízvesztésben milyen mértékű szerep jut sejtfal vízvezető képességének (SACHS-f. imbibíciós teória, vö. POHL 1954), a kutikula különböző áteresztő fokának (GÄUMANN 1942) illetve az élő protoplazma fent említett és most vizsgálandó „vízpermeabilitás”-ának.

Céljaink érdekében három módszerrel próbálkoztunk, mert a levélszöveti sejtekben plazmometriai mérések végzése igen nehéz, a *Portulaca oleracea* és a *Chenopodium album* különleges felépítésű sejtjeiben pedig szinte lehetetlen. A szár epidermisz, néha különösen alkalmas kísérleti tárgyat nyújtó sejtjei (pl. a *Portulaca oleracea* esetében) pedig nem vehetők azonos természetűeknek a levél sejtjeivel (HÖFLER és STEIGLER 1921, HÖFLER 1937, HOEMEISTER 1938), sőt tulajdonképpen a levél különböző szöveteinek sejtjei is különbözhetnek egymástól ebből a szempontból (HURCH 1933).

A szárítás és a kloroform kezelés hatását VASZILJEVA (1953, 1953a) módszerével vizsgáltuk.

Eljárásunk során a vizsgálandó levélből, vagy levelekből 10 mm \varnothing dugófúróval kezelésenként 20-20 korongot vágunk ki. Előkísérleteink szerint ez a méret kb. a korongnagyság alsó határát jelenti, mert az ennél kisebb karikák a sebészfelület anyagleadása miatt nem adnak reprodukálható ered-

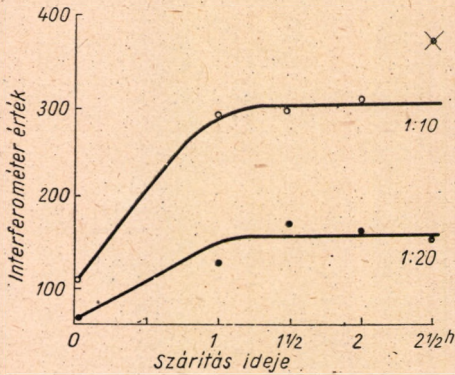


23. ábra. Kiszáradás alatti anyagleadás változása a *Chenopodium album* levelének esetében.

Рисунок 23. Повышение отдачи веществ во время высыхания листьев *Chenopodium album*, выраженное в интерферометрических величинах, полученных из два раза дистиллированной воды в которой размачивались листья. Абсцисса: время высыхания в часах. Белые кружки означают соотношение 1 : 20 лист : вода, а черные кружки — соотношение 1 : 30.

Fig. 23. Increase in loss of substance during the dehydration of *Chenopodium* leaves, measured with the interferometer value (ordinate) of bisdistilled water in which the leaves were soaked. Abscissa: time of desiccation in hours. White circles are ratio of leaf to water = 1 : 20, black circles = 1 : 30.

ményeket, nagyobb korongok kivágását pedig a levelek mérete teszi lehetetlenné. Ha egész levelekkel dolgozunk, mintáink nem lesznek egységesek, az anyag szabálytalan felaprítása — amint VASZILJEVA ajánlja — az eredmények reprodukálhatóságát akadályozza meg. A kivágott korongoknak megállapítottuk az élősúlyát, elvégeztük velük a tervezett kezelést, majd az élősúlyra számított 20–30-szoros hígításnak megfelelő, kétszer desztillált vizet



24. ábra. A *Portulaca oleracea* levelének anyagleadás változása kiszáradás alatt.

Рисунок 24. Повышение интерферометрических величин в случае листьев *Portulaca oleracea*.

Fig. 24. The increase of interferometer values in leaves of *Portulaca oleracea*. (See Fig. 23.)

adunk rájuk. 10 percig vákuum-infiltráltuk (VIF) olajlégszivattyú segítségével és a VIF befejezésétől számított másfél óra hosszat inkubáltuk a mintákat egyenletes hőmérsékletű helyen. Ezután analitikai szűrőpapíron száraz tölcseren száraz kémcsőbe szűrtünk. Minden edényt használat előtt kétszer deszt. vízzel gondosan kiöblítve szárítószekrényben szárítottunk meg. A kétszer deszt. vízbe jutott anyagmennyiséget a szűrlet fénytörésének mérésével határoztuk meg ZEISS laboratóriumi interferométerrel 20 mm-es küvettában. Az interferométer 0 pontját minden széria előtt és után meghatároztuk és a kapott eredményeket a 0 pontra redukáltuk.

MAXIMOV és munkatársai is ezzel a módszerrel mutatták ki, hogy a szárazság okozta kiszáradás a plazma áteresztő-képességét fokozza. VASZILJEVA (1953) a magas hőmérséklet ha-

sonló hatását bizonyította vele, sőt ugyanő (1953a) mutatott rá, hogy az öntözés ezt a tulajdonságot befolyásolja. ELGORT és LADARIJA (1950) a fagy hasonló hatását regisztrálták ezen az úton. A szárítás hatását vizsgáló kísérletünkben a *Chenopodium album* és a *Portulaca* 24 óra hosszat nedves-kamrában telített leveleiből nagyszámú korongot vágunk ki, majd alaposan összekeverve őket egyenlő, 20-20 karikából álló csoportokra osztottuk őket. Az élősúly pontos megállapítása után az első csoportot azonnal infiltráltuk kétszer deszt. vízzel, a többit gézzel leköttött Petri-csészében szárítani kezdtük ventilációs szárító szekrényünkben, melyből fél óránként vettük ki a párhuzamos csoportokat, megállapítottuk vízvesztésüket, majd az élősúlyra számított megfelelő mennyiségű vízzel infiltráltuk őket.

Eredményeink a 23. és 24. ábrán láthatók.

A görbéken igen feltűnő, hogy azok egy órai szárítás után vízszintessé válnak, tehát a közben fokozatosan továbbszáradó levélben az anyagkilépés nem emelkedik. Így ezek a kísérletek a hőmérséklet emelkedésének közismert permeabilitás növelő hatása miatt nem döntik el megnyugtatóan azt a problémát, hogy vajon a szárító-szekrény magasabb hőmérséklete, vagy a kiszáradás bizonyos foka okozza-e a permeabilitás emelkedését. Időhiány miatt további kísérleteket nem végeztünk, de elvileg fontos lenne a kérdés pontos kísérleti eldöntése.

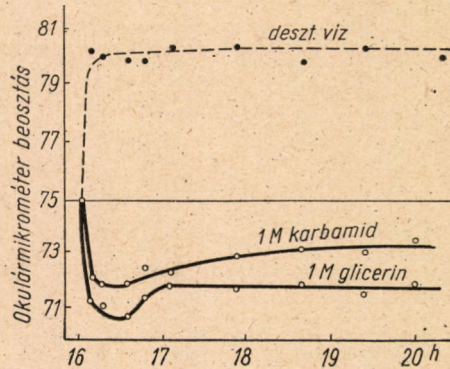
Másik problémánk, amit ezzel a módszerrel megvizsgálhattunk, a kloroformozás permeabilitás-változtató hatásának bizonyítása volt.

A 20-20 levélkarikából álló csoportokat részben tiszta, üres Petri-csészében tartottuk, részben szobahőmérsékleten telített kloroform gőz hatásának tettük ki őket fél óra hosszat. A mérgezési idő elteltével, pár pernyi szellőztetés után VIF 1 : 20 hígításnak megfelelő kétszer deszt. vízzel, majd másfél órai állás után szűrve interferometrálunk az alábbi eredménnyel (minden szám három párhuzamos vizsgálat átlaga) :

	Interferométer érték	
	kontrol	kloroformozott
<i>Chenopodium album</i>	497	922
<i>Portulaca oleracea</i>	73	479

Az interferométer vizsgálat bebizonyítja, hogy a *Chenopodium* több anyagot ad le az adott kísérleti körülmények között, mint a *Portulaca*, de a *Portulaca* sokkal érzékenyebb a kloroformra. Míg az ellenálló *Chenopodium album* anyagleadás-változása, ha a kontrollt 100-nak vesszük, 185%, addig a *Portulaca oleracea* kloroformozott leveleihez tartozó interferométer érték növekedése 656% a kontrollal, mint 100%-kal szemben.

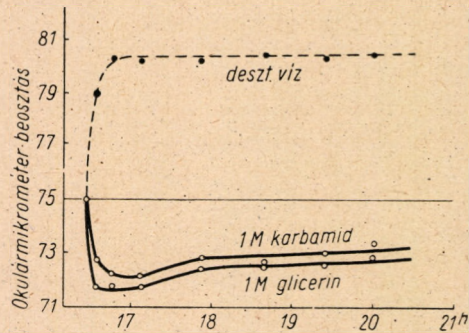
Permeabilitás kísérleteink másik csoportját a HÖFLER-féle ismert gyorsasággal behatoló anyagok közül a glicerint és a karbamid permeabilitás vizsgálata képezte (HÖFLER 1918, 1932, 1934, 1937; STRUGGER 1949). Mint már említettem, kísérleti növényeink epidermisz sejtfalának különleges felépítése a plazmometriai mérést lehetetlenné tette, ezért kitűzött céljainak érdekében URSPRUNG és BLUM (URSPRUNG 1939)



25. ábra. A *Portulaca oleracea* két óra hosszat vízzel telített levelének karbamid és glicerint permeabilitása szövetszik módszerrel.

Рисунок 25. Карбамидо- и глицерино-проницаемость тканевых полосок листьев *Portulaca oleracea*. На рисунке видно, что глицерин также может проникнуть в клетки. Абсцисса : часы; ордината : деление окулярного микрометра. Исходная длина тканевых полосок равна 75 делениям.

Fig. 25. The urea and glycerol permeability of the water-saturated leaf-tissue strips of *Portulaca oleracea*. It can be observed that the glycerol also permeates into the tissue. Abscissa: hours; ordinate: eyepiece scale division. Initial lengths of leaf strips are 75 divisions long before being put into the plasmolitic.



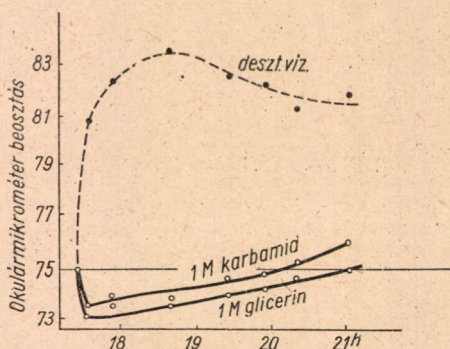
26. ábra. 10% vizét vesztett *Portulaca* levél karbamid és glicerint permeabilitása.

Рисунок 26. Карбамидо- и глицерино-проницаемость листа *Portulaca*, после 10% потери содержания воды.

Fig. 26. The glycerol and urea permeability of *Portulaca* leaf after 10% water loss. (See explanation under Fig. 25.)

szívóerőt mérő módszerét próbáltuk felhasználni az alábbi megfontolás alapján. Ha egy lomblevélből kiszabott szövetsíkot hipotóniás oldatba teszünk, akkor az abból vizet vesz fel, tehát megnyúlik. Ez a megnyúlás addig tart, míg az élettelen váz engedi, vagy ezen belül míg a külső ozmotikus érték és a belső szívóerő egyensúlyba nem jut. Az az idő, amennyi alatt ezt a hosszúságot eléri, a csíkot képező szövetek

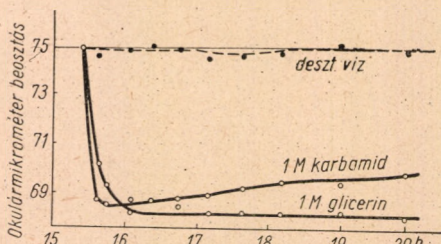
vízfelvevőképességének függvénye, melyet legfeljebb a holt vázrendszer megnyúlnaképessége zavar. Ha a kísérlet folyamán az egyenletes hőmérsékletet és az elég gyakori mérést biztosítani tudom, könnyen megállapíthatom a hosszúságváltozás gyorsaságát.



27. ábra. Körülbelül 20% vizét elvesztett *Portulaca* levél karbamid és glicerín permeabilitása szövetsík módszerrel.

Рисунок 27. Карбамидо- и глицерино-проницаемость листа *Portulaca* после 20% потери содержания воды. Метод тканевых полосок. (См. рис. 25.)

Fig. 27. The glycerol and urea permeability of *Portulaca* leaf after approx. 20% water loss. (See Fig. 25.)



28. ábra. A *Chenopodium album* vízzel telített levélének karbamid és glicerín permeabilitása.

Рисунок 28. Карбамидо- и глицерино-проницаемость насыщенного водой листа *Chenopodium album*. Глицерин не проникает в ткань листа (см. рис. 25).

Fig. 28. The glycerol and urea permeability of water saturated leaves of *Chenopodium album*. The glycerol does not penetrate into the leaf tissue. (See Fig. 25.)

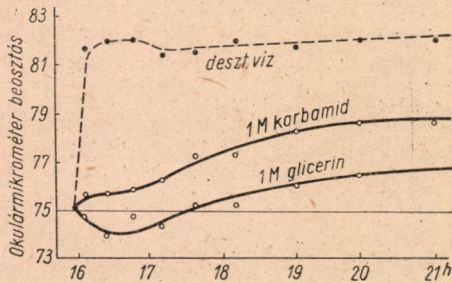
Módszerünk az alábbi volt: A vizsgálandó növény leveléből két, egymással tökéletesen párhuzamosan rögzített zsillett-penge segítségével olyan szövetsíkot szabunk ki, melynek szélessége végig azonos. Ezt éles szikével 1—1,5 mm széles csíkokra vágjuk, miáltal nagyszámú, teljesen azonos hosszúságú szövetsík birtokába jutottunk. Ezekből alapos összekeverés után ötös csoportokat képeztünk. Tárgylemezen, fedőlemez alatt a kívánt plazmolitikummal 5 percig VIF, majd a csíkok hosszának lemérése után az infiltrált plazmolitikummal telt embrium-csészébe tettük őket. Innen előbb gyakrabban (5—10 percenként), később ritkábban (20—30 percenként) tiszta tárgylemezre vittük őket és megmértük hosszukat kis nagyítású mikroszkóppal. Kísérleti berendezésünket úgy állítottuk össze, hogy a csíkok kiindulási hossza okulármikrométerünk 75-ös beosztásával esett egybe (a grafikonokon vízszintes vonal jelzi). Az egy-egy kezelésre került 5—5 csík mindkét hosszabb szélét lemérve (BÖSZÖRMÉNYI in mscr.) minden pontunk 10 mérés átlagából származik (vö. WENT 1944; FELFÖLDY 1951).

Ha teljesen egyforma szövetsíkjainkat olyan anyag hipertónikus oldatába helyezük, amit a plazma többé-kevésbé fel tud venni, ill. a vakuolumba be tud választani, akkor a szövetsík hossza előbb hirtelen lerövidül (a hipertóniás oldat vízelzívó hatására), majd lassan hosszabbodni kezd az oldott anyag bejutásával arányos gyorsasággal.

A kiindulási hosszúságot igen ritkán érik el a szövetsíkok, sokkal hamarabb lépnek fel a hosszúságban szabálytalan változások, részben a plazma károsodása (DEYSSON 1952; SEEMANN 1953), részben a sejtközi járatok meg-

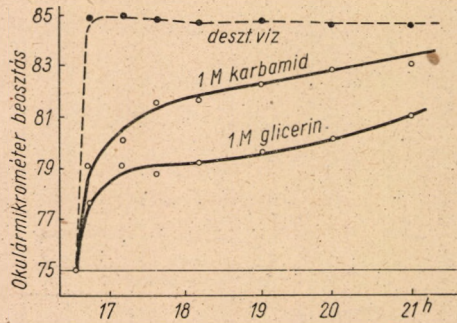
töltődése, részben pedig a vágással megváltoztatott belső feszültség zavaró hatásai miatt (BÜNNING 1948, 248).

Ha megvizsgáljuk a különböző telítettségű *Portulaca oleracea* levélszövet-csikjainak hosszúság változását ábrázoló 25–27. ábrákat, azt láthatjuk,



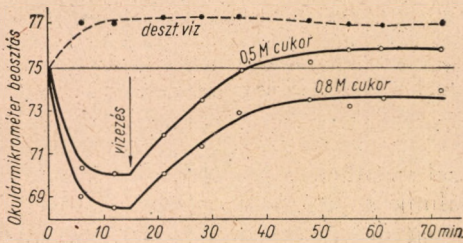
29. ábra. A *Chenopodium album* 30 percig szárított levelének karbamid és glicerín permeabilitása.

Рисунок 29. Карбамидо- и глицерино-проницаемость листа *Chenopodium album* после 30 минутного высыхания (см. рис. 25).
Fig. 29. The glycerol and urea permeability of *Chenopodium album* leaves, dehydrated for half an hour. (See Fig. 25.)



30. ábra. A *Chenopodium album* 60 percig szárított levelének glicerín és karbamid permeabilitása.

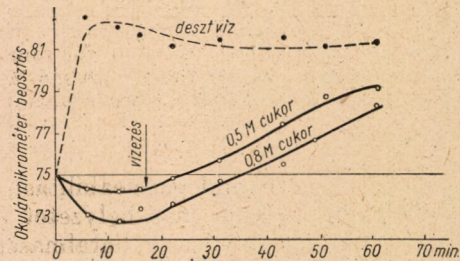
Рисунок 30. Карбамидо- и глицерино-проницаемость листа *Chenopodium album* после 60 минутного высыхания (см. рис. 25).
Fig. 30. The glycerol and urea permeability of the leaves of *Chenopodium album*, dehydrated for one hour. (See Fig. 25.)



31. ábra. A *Portulaca oleracea* frissen szedett levelének vízfelvevő képessége 0,5 M és 0,8 M nádcukoroldattal való kezelés után.

Рисунок 31. Водопоглотительная способность свежесрезанных листьев *Portulaca oleracea* после обработки раствором сахарозы в 0,5 M и 0,8 M. Намачивание обозначено небольшой стрелкой. Абсцисса: минуты; ордината: деление окулярного микрометра (см. рис. 25).

Fig. 31. The water-resorbing power of turgid tissues of leaves of *Portulaca oleracea* after dehydration with 0,5 M and 0,8 M sucrose solutions. The watering is indicated by an arrow. Abscissa: minutes; ordinate: eye-piece scale divisions. (cf. Fig. 25.)



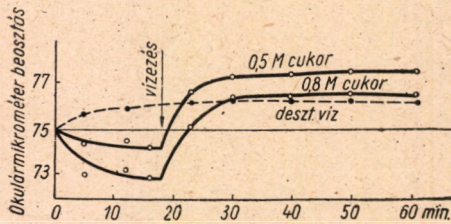
32. ábra. A *Portulaca oleracea* fonyadt levelének vízfelvevő képessége 0,5 M és 0,8 M nádcukoroldattal való kezelés után.

Рисунок 32. Водопоглотительная способность вялого листа *Portulaca oleracea* после обработки раствором сахарозы в 0,5 M и 0,8 M (см. рис. 31).

Fig. 32. The water-resorbing power of wilted leaves of *Portulaca oleracea* after dehydration with 0,5 M and 0,8 M sucrose solutions. (See Fig. 31.)

hogy a szövet szívóereje tetemesen növekszik a kiszáradással párhuzamosan (a 2 óra hosszat telített levélből szabott csík desztillált vízben csak 5 mikrométer beosztásnyit nyúlt, míg a 20% vízvesztés után szabott csíkok valamivel többet, mint 8 beosztást), de a glicerin és a karbamid behatolása nem változik lényegesen: a görbék meredek esése után mindkét esetben lassú, fokozatos emelkedés, hosszabbodás tapasztalható.

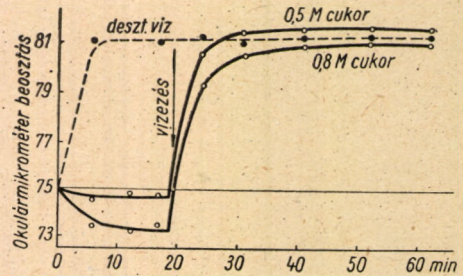
Egészen más a *Chenopodium album* esete (28–30. ábra). A vízzel telített levél szívóereje 0. Az 1 M glicerin oldattal infiltrált levélcsíkok majdnem 8 beosztásnyit zsugorodnak, de hosszabbodás még 4 óra múlva sem követ-



33. ábra. A *Convolvulus arvensis* 4 óra hosszat telített levelének vízfelvevő képessége 0,5 M és 0,8 M nádcukor oldattal történő kezelés után.

Рисунок 33. Водопоглотительная способность листа *Convolvulus arvensis* насыщенного водой в течение четырех часов после обработки раствором сахарозы в 0,5 M и 0,8 M (см. рис. 25).

Fig. 33. The water-resorbing power of leaves of *Convolvulus arvensis* saturated for four hours after dehydrating them with 0,5 M and 0,8 M sucrose solutions. (See Fig. 25.)



34. ábra. A *Convolvulus arvensis* 30 percig szárított levelének vízfelvevő képessége 0,5 M és 0,8 M nádcukor oldattal történő kezelés után.

Рисунок 34. Водопоглотительная способность листа *Convolvulus arvensis*, после 30 минутного высыхания и после обработки раствором сахарозы в 0,5 M и 0,8 M (см. рис. 25).

Fig. 34. The water-resorbing power of *Convolvulus arvensis* leaves desiccated for 30 minutes, after dehydrating them with 0,5 M and 0,8 M sucrose solutions. (See Fig. 25.)

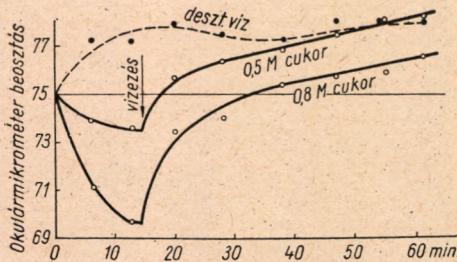
kezik be. A karbamid permeabilitást ezzel szemben a 28. ábrán jól tanulmányozhatjuk. Egészen más helyzetet találunk a 29. és 30. ábrán. A szárítás révén a szövet szívóereje hatalmasan megnőtt (a 60 percig szárított levél deszt. vízben 10 beosztásnyit hosszabbodott), viszont a glicerinnek is és a karbamidnak is a bejutása lassú, egyenletes szövethosszabbodást idéz elő. A vízzel telített levélszövettel szemben a többé-kevésbé szárított szövetek glicerinre is permeabilissá válnak.

Még érdekesebben bizonyosodik be a *Chenopodium album* plazmájának kettős természete a következő kísérletsorozatban. Itt a vízpermeabilitást próbáltuk megmérni az előzőhöz hasonló módszerrel. A szövetcsíkokat 0,5 és 0,8 M nádcukor oldattal VIF. A csíkok rövidülését rövid időközökben eszközölt mérésekkel rögzítettük, majd a csíkokat csapvízbe helyeztük. A görbék leszálló ága a víz eltávolásának mértékét és gyorsaságát árulja el, a felzálló ág a vízfelvétel tempójáról nyújt felvilágosítást.

A 31–36. ábrákon tanulmányozhatjuk ezeknek a kísérleteknek eredményeit. Láthatjuk, hogy a vízfelvétel gyorsasági sorrendje megfelel a kiszáradási gyorsaság sorrendjének: leglassúbb a *Portulaca*, leggyorsabb a

Convolvulus, a *Chenopodium* pedig köztük foglal helyet. Igen figyelemre méltó azonban az is, hogy a *Portulaca* és a *Convolvulus* víztelenített és újra telített görbéi többé-kevésbé párhuzamosan futnak és a víztelenedés hatására bekövetkező zsugorodás nagyságrendje körülbelül megfelel a plazmolitikum koncentrációja nagyságrendjének. A *Chenopodium album* görbéin azonban úgy látszik, mintha a 0,5 M cukoroldat víztelenítő hatását valami fékezné: ez nincs arányban a koncentrációval.

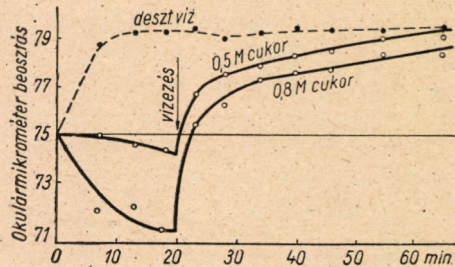
Megpróbáltuk a *Chenopodium album* levelét egytized mólonként növekvő rendben 0,1–1,0 M nádcukor oldatokkal vízteleníteni és a szövetesíkok zsu-



35. ábra. A *Chenopodium album* telített levelének vízfelvevő képessége 0,5 M és 0,8 M nádcukor oldattal történő víztelenítés után.

Рисунок 35. Водопоглотительная способность насыщенного водой листа *Chenopodium album* после обезвоживания раствором сахарозы в 0,5 M и 0,8 M (см. рис. 25).

Fig. 35. The water-resorbing power of watersaturated leaves of *Chenopodium album* after dehydration with 0,5 M and 0,8 M sucrose solutions. (See Fig. 25.)



36. ábra. A *Chenopodium album* 30 perces szárított levelének vízfelvevő képessége 0,5 M és 0,8 M nádcukor oldattal történő víztelenítés után.

Рисунок 36. Водопоглотительная способность листа *Chenopodium album* после 30 минутного высыхания и после обезвоживания раствором сахарозы в 0,5 M и 0,8 M см. рис. 25).

Fig. 36. The water-resorbing capacity of *Chenopodium album* leaves desiccated for 30 minutes after dehydration with 0,5 M and 0,8 M sucrose solutions. (See Fig. 25.)

gorodását mérni. Nagyobb számú kísérleti megerősítés nélkül csak tájékozódásul közölhetjük azt, hogy egyrészt a 0,7 és 0,8 M koncentrációjú oldatok okozta zsugorodás-különbség nagyobb, mint a 0,1–0,7 M-ig tapasztalható, nagyjából egyenlő különbségek bármelyike, sem pedig azt, hogy a 0,8–1,0 M cukoroldatok zsugorító hatása már alig ad statisztikailag biztos méretkülönbségeket. Ezt a kérdést különböző hidratáltságú leveleken, kellő számú ismétléssel érdemes lenne megvizsgálni azért is, mert BOGEN és PRELL (1953) rámutatnak arra, hogy a különböző töménységű plazmolitikumok hatása nem arányos a töménységgel részben plazmatikus elváltozások, részben nem-ozmotikus eredetű vízforgalmi jelenségek miatt, ami a hasonló szellemű, de kvantitatíve pontosabban kiértékelt kísérletek elvégzését sürgeti.

Permeabilitás vizsgálatainkat az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. A hőmérséklet emelkedése, a kiszáradás és a kloroform hatása a sejtek plazmájának anyag-áteresztő képességét növeli.
2. A kiszáradási görbe meredeksége szerint felállítható sorrend megegyezik a levél-szövet plazmájának áteresztőképessége szerinti sorrenddel.
3. A *Chenopodium album* plazmája az áteresztőképesség szempontjából is kettős természetű, mert teljesen hidratált állapotban a glicerint nem veszi fel, míg bizonyos kiszáradás után képessé válik a glicerin felvételére. A glicerin-karbamid permeabilitás

váltás szorosan összefügg a plazmák lipoid-fehérje típusaival (HÖFLER 1934; MASUDA-1954). Ugyanakkor a 0,5 M nádcukor oldat víztelenítő hatását valami fékezni látszik, mintha a 0,8 M nádcukor nagyobb szívóereje a mennyiségi különbségen túl valamilyen minőségi változást is okozott volna. Ez különösen a *Portulaca* és *Convolvulus* hasonló görbéivel történő összehasonlítás után szembetűnő.

Az eredmények megvitatása

Végignézve kísérleti eredményeinken, két kérdésre kell választ adnunk. Az első — és pillanatnyilag számunkra fontosabb — az, hogy eddigi ismereteink és kísérleteink alapján állíthatunk-e fel valamilyen hipotézist a kiszáradási görbe sokféleségének élettani alapjaira vonatkozólag?

Munkánk első részében nagyrészt már ismert törvényszerűségeket vizsgáltunk felül, megállapítva, hogy a kiszáradási görbét befolyásoló tényezők hatásának mindegyike fajok szerint változik és nem lehet általános törvényszerűséget megállapítani sem a levelek kora, sem inszerciója, sem napszakos ingadozása mikéntjére, hanem ezeket a tulajdonságokat külön-külön kell megvizsgálnunk minden fajra nézve. Eredményeinket megpróbáltuk egyeztetni a növényfajok környezeti igényével és vízforgalmuk kialakulásával a fajok törzspejlődése folyamán.

Határozottan rá szeretnék mutatni arra, hogy munkánknak ebben a részében igen döntő volt az az elhatározásunk, hogy kísérleteinkhez sok, egymástól távol álló növényfajt használtunk fel.

Ha ezekhez az eredményeinkhez hozzávesszük még azokat az irodalomban található adatokat, amelyek a kiszáradás-menet és a pillanatnyi környezeti adottságok, sőt a növény felnevelése, fejlődése alatt uralkodó életfeltételek döntő befolyását hangsúlyozzák (KISSER 1927; KÓKETSU 1928; STĂNESCU 1929; DILLMAN 1931; MOTHES 1932; MÜLLER 1937; HÄRTEL 1940; HENCKEL 1951; ARLAND 1952; BIEBL 1952; HYGÉN és MIDGAARD 1954), akkor munkánk első része csupa negatívummal zárul, hiszen nyugodtan kijelenthetjük, hogy a letépett lomblevél kiszáradási görbéje túl sok külső tényező függvénye, úgyhogy összehasonlítást csak igen körültekintő és oly nagy számú vizsgálat alapján tehetünk, ami a módszer egyetlen kecsgetető tulajdonságát: egyszerűségét megsemmisíti.

Kísérleteink során akkor tértünk helyes útra, mikor az újabb és újabb adatszerezés statisztikai módszere helyett az életjelenségek oknyomozó kísérleti vizsgálatát kezdtük el. Munkánknak ez a része is terhelt volt az egész probléma legalapvetőbb hiányosságával, hogy ti. a növényről letépett, afiziológiás állapotba jutott szerv túlélő szöveteivel dolgoztunk. Az életjelenségek zavartalan lefolyása ilyen körülmények között igen rövid idő alatt megszűnik (VASSILJEV 1931; KISSELEW 1935), de számos olyan adatot ismerünk, mely szerint a letépett levél túlélő rendszereinek fiziológiai megismeréséből értékes következtetéseket vonhatunk le az intakt növény tulajdonságait illetőleg is (HENDERSON 1926; LAISNÉ 1939, 1939a; LAING 1940; LIVINGSTON és FRANCK 1940; PARKER 1952; GRÜNWARD 1952; CHARLES 1954; CHIBNALL és WILTSHIRE 1954.). CHIBNALL (1954) kísérletei arra figyelmeztetnek, hogy a letépett levél vízforgalma és anyagsere-viszonyai közt kölcsönhatás van: a kiszáradás lassítása a levélben lejátszódó dezorganizációs folyamatokat is lassítja.

A vízforgalmi kérdésekkel foglalkozó kutatók egész sora mutatott már rá arra, hogy a növények vízfelvétele és leadása nem egyszerű fizikai-kémiai

törvények szerint játszódik le (ALEKSZEJEV 1953), hanem abban az élő protoplazmának van aktív szerepe (PRÁT és MINASSIAN 1928; MAXIMOV 1929; SINGH és DAS GUPTA 1934; ILJIN 1935; FULCHIGNONI 1936, 1936a; MER 1940; HÄRTEL 1940, 1951; KRAMER és CURRIER 1950; BOGEN 1953).

A transpiráció (és általában a vízleadás) szabályozásában a különféle védőberendezések (szőrőzet, viaszréteg, vastag kutikula és más anatómiai sajátságok) szerepének túlbecsülésére is számos kutató figyelmeztet (PÉNZES 1929; SCHRATZ 1932 és mások), sőt STRUGGER (1949, 205 és az ott közölt irodalom) rámutatott egyes fedőszórtípusok éppen ellenkező: transpirációt fokozó szerepére is.

A vízleadás és a légzés közt mutat ki határozott összefüggést, a letépett levél esetében COLLORIO (1928); SZEMIHATOVA (1950); BOLLI (1951) és PARKER (1952). Rá kell mutatnunk arra, hogy SCHMUCKER (1928) a potométerből történő vízfelvételt bénította éter és kloroform kezeléssel, HÄRTEL (1940) pedig szintén kloroform mérgezéssel bizonyítja, hogy a vízleadásban a sejtfal és a kutikula kolloidjainak duzzadási tulajdonságain kívül az élő protoplazma is fontos szerepet játszik. SCSEBAKOV és SZEMIOTROCSEVA (1953) a búza csíranövények vízfelvételét bénították kloroformmal s eközben azt is tapasztalták, hogy míg a vízzel telített levél károsodása reverzibilis, addig a hervadt levélben a kloroform kezelés tartós hatású. ABOU RAYA (1950) az epidermisz döntő szerepére mutatott rá: a nyüzött levél hétszer gyorsabban szárad, GAGETTI (1947) a mezofillum sejtek plazmájának viszkozitálásában keresi a vízkötő erő legfőbb okát, HENCKEL (1954) is a plazma viszkozitásának és elasztikus mivoltának fontosságát hangsúlyozza a szárazsághoz edzett növények esetében.

Végül pár szóval ki kell térnünk a vízforgalom és a protoplazma permeabilitása közti összefüggéseket tárgyaló irodalmi adatokra. A protoplazma „permeabilitásán” nem egyszerű áteresztőképességet értünk, hanem azoknak a tulajdonságoknak összeségét, melyek részben akadályt képeznek a be- vagy kihatoló anyag számára, részben segítik annak helyváltozását. Igazat kell adnunk KRAMER és CURRIER (1950) véleményének, hogy a víz felvételében nem tekinthetjük elsődleges oknak a permeabilitás változásait, mint egyesek teszik (POHL 1948). Érdemes azonban felfigyelni azokra az eredményekre, melyek szerint a vízpermeabilitás a plazma hidratációs fokával nő (HAAN 1933, GRIEP 1940, HOMES 1943), mert ez megegyezik a *Chenopodium album* levelén tett megfigyeléseinkkel. A különböző korú levelek vízleadás különbsége és MAXIMOV és MOZHAJEVA (1944) megállapítása között is remélhető párhuzamosság, mert eredményeik szerint a merisztématikus, vagy öregedő sejtek vízpermeabilitása nagyobb, mint a közepes életkorú sejteké.

A vízleadás csökkentésében természetesen még fontosabb szerepet játszik az élő plazma vízpermeabilitása, hiszen a legfontosabb akadályt ez kell, hogy jelentse a külső környezet igen nagymértékű vízelvonó hatásával szemben.

HENDERSON (1926) a fény, SINGH és DAS GUPTA (1934) az ibolyántúli sugarak vízpermeabilitást növelő tulajdonságával magyarázzák a megvilágított, vagy UV kezelt növények nagyobb vízleadását. GRACANIN (1942) Ca-hiány esetében figyelte meg a gyorsabb vízvesztést és azt a plazma vízpermeabilitásának növekedésével magyarázza. GÄUMANN (1942) az egyszerű rázásnak tulajdonít plazmapermeabilitást és ezzel párhuzamosan vízleadó képesség növelő hatást. YOUNG (1939) GÄUMANN és munkatársai (GÄUMANN

és JAAG 1947, 1950; GÄUMANN 1948; GÄUMANN, NAEF—ROTH, REUSSER és AMMAN 1952); YARWOOD (1947) és mások a parazitogén hervadás tanulmányozásánál tapasztaltak katasztrofális vízpermeabilitás emelkedést. A gubacsot okozó baktériumok anyagsere termékei is zavart okoznak a növények vízellátásában, de ez a sejtfal mikrokapillárisainak eltömődésével magyarázható (HODGSON, RIKER és PETERSON 1947; GÄUMANN és JAAG 1950). NATANSON (1952) nyomelemek permetezésével kapcsolatban figyelt meg permeabilitás csökkenést, ami a víztartó képesség emelkedésével járt együtt. VASZILJEVA (1953, 1953a) meg éppen a szárazság és hőtűréssel hozza kapcsolatba a növények plazmájának permeabilitás-változásait.

Vizsgálataink teljes egészükben ebbe, a plazma biológiai aktivitását szemelőtt tartó felfogásba illeszthetők bele. Mérgezési kísérleteinkkel kétség-telenül bebizonyítottuk, hogy a letépett levél vízmeztartó képessége a túlélő szövet életjelenségeivel függ össze. A nyúzott, illetve mechanikailag megsértett epidermiszú levelek vízmeztartó képessége nullára csökken. Nem segíti ebben pl. a *Portulaca oleracea* levelét a nagy mennyiségű nyálka-anyag sem. Mindezek alapján azt tételezzük fel, hogy a vízmeztartó képesség kialakításában az élő epidermisznek jut a döntő szerep. Tekintve, hogy a kloroform a plazma vízpermeabilitását növeli (HÖFLER és WEBER 1926; DERRY 1930; DEYSSON 1952; GAMIL 1952), figyelmünk is erre a tulajdonságra terelődött: a kiszáradási görbe változatos mivoltának egyik döntő okát az élő levél epidermisz sejtek plazmája vízpermeabilitás változásaiban jelöljük meg. Ugyancsak a mérgezési kísérletek hívták fel figyelmünket a *Chenopodium album* epidermisz sejtjei plazmájának különleges, kettős viselkedésére, mely szerint a vízzel telített levél szövetei a kloroform hatására nem károsodnak szembe-tűnően vízmegkötő képességüket illetőleg. Feltevésünk szerint ekkor a *Chenopodium* határhártyáiban a közismert plazmamodellekben feltételezett túlnyomórészt lipofil csoportokon, vagy ezek között erősen hidratált hidrofil kolloidok is résztvesznek a határhártya képzésében. Ehhez hasonló gondolatot vet fel HÖFLER (1951, 1953) és CHOLNOKY (1952, 1953) a sötét növények és moszatok határhártyái esetében. Ha, a száradás közben, ezeknek vízburka csökken, a lipoidokat nem tudják a kloroform károsító hatásától megóvni és a *Chenopodium* levél is a többi növényhez hasonló reakciót mutat. Ilyen alapon pl. a *Chenopodium album* kiszáradási görbéjének különleges napi ritmusát is megmagyarázhatjuk: a vízzel jól telített időszakban a határhártyák hidrofil csoportjai mintegy összeköttetést jelentenek a sejt víztartalékai és a külső környezet közt: a vízleadás gyorsabb. Ha az élő levél a vízelégtelenség állapotába jut, ezek a hidrofil csoportok vízburkuk elvékonyodása révén összezsugorodnak és a határhártya felépítésében a lipoidok jutnak túlsúlyra, melyek a vízleadást gátolják: a déli görbe elhúzódik. SCHMIDT (1939) hasonlóképpen a szárazsággal párhuzamos permeabilitás változást figyelt meg a *Lamium maculatum* esetében: a kiszáradással együtt nőtt a glicerin permeabilitás. Ő megfigyeléseit általánosítani igyekszik és nem gondol arra, hogy ennél a növénynél a *Chenopodium*-hoz hasonló különleges plazmastruktúráról lehet szó.

Az egyszerű, főképp lipoid határhártyájú, kloroformmal bármilyen víztartalom mellett mérgezhető levelű fajoknál ez a kettősség nem tanulmányozható, ezek a több vizet hosszabb, a kevesebbet rövidebb idő alatt bocsátják el. A két kloroform-érzékeny növény kiszáradási görbéjén tapasztalt különbségek a vízpermeabilitás kísérletekkel teljesen egyértelműek (31–34. ábra).

A *Chenopodium album* kettős természetű plazmahártyája feltételezése alapján végzett fenti fejtegetésünk a kiszáradási görbe napi ritmusát illetőleg ellentmondásban van a 138. oldalon részletezett vízpermeabilitás vizsgálatok eredményeivel, mert míg a napi ritmus során a víztelenített plazma vízpermeabilitása csökkentettebb (a déli görbe húzódik el), addig vízpermeabilitási kísérleteinkben az erősebben víztelenítő 0,8 M cukoroldat hatására mutatkozik nagyobb vízpermeabilitás: a 0,5 M cukoroldat víztelenítő hatása kisebb, mint ami a szívóerő alapján várható. Ezt az ellentmondást két megfontolással enyhíthetjük.

Egyrészt feltehető, hogy a 0,5 M nádcukor oldat vízszívó ereje (14 Atm.) nem elégséges a határhártyában feltételezett hidrofil kolloidok víztelenítéséhez, tehát csak a hidratációs víznél kisebb erőkkel kötött vízből tud elvonni kisebb mennyiséget, míg a 0,8 M nádcukor oldat szívóereje már a határhártyában levő hidrofil kolloidok vízburkát is érinti, tehát azokból is, de rajtuk keresztül a sejtek víztartalékából, főleg a vakuolumból is képes vizet elvonni. A levegő párologtató ereje, mely bármilyen cukoroldat szívóerejét sokszorosán felülmúlja, nem teszi észrevehetővé ezt a különbséget.

Lehet azonban az is, hogy a napi ritmus és a vízpermeabilitás vizsgálat esetei közt tapasztalt ellentmondás oka az, hogy a napi ritmus esetében a külső levegő víztelenítő hatása az élő szövetet éri, ami természetesen másképpen reagál, mint a szétszabdalt szövetcsík.

Válasz nélkül maradt még a másik kérdés: milyen gyakorlati feladatok oldhatók meg a letépett lomblevél kiszáradási görbéjének igen egyszerű módszerével?

Azt hiszem, hogy az eddig elmondottak alapján nem nehéz erre választ adnunk. A kiszáradási görbe önmagában jóformán semmit sem mond. Ahhoz, hogy akár fajtaösszehasonlítást, akár bizonyos élettani kezelések reakcióit rögzítsük segítségével, annyira körültekintően, óvatosan kell eljárunk és annyi más tulajdonságra kell tekintettel lennünk (meg kell ismernünk a növények reakció normáját), hogy, mint már rámutattunk, éppen egyszerű kivitelezése forog veszélyben. Más tulajdonságok ismeretében, azokkal kombinálva azonban, igen hasznos útmutató lehet bizonyos növényfajok vagy csoportok jellemzésekor. Nem szabad elfelednünk azt sem, hogy a letépett lomblevél kiszáradási görbéje olyan szoros összefüggésben van az általános anyagcsere jelenségeivel, hogy vízforgalmi kérdések tisztázására önmagában már csak ezért sem használható.

Ezzel a problémával függ össze szorosan a szárazságtűrés kialakításában, vagy legalább diagnosztizálásban játszott szerepe. Erről sem mondhatunk sokkal többet. Magából a kiszáradási görbe lefutásából nem következtethetünk egy növény szárazságtűrésére, hiszen az egyik végletet jelentő *Convolvulus arvensis* éppen olyan jól tűri a szárazságot — a maga módján —, mint a másik végletet képviselő *Sedum maximum*, sőt a közepes meredekségű görbével rendelkező *Chenopodium album* is nevezetes szárazságtűrő növény.

Tekintve azonban, hogy a hervadás és a hervadás-ellenállás fontos tulajdonságok a szárazság elviselésében — különösen a termés kiesést illetőleg — (TUMANOV 1927; EREMEJEV 1938; HÖFLER, MIGSCH és ROTTENBURG 1941; HÖFLER 1943; MOSZOLOV és PANOVA 1953, HENCKEL 1954; WAGER 1954, stb. stb.) nem mehetünk el szó nélkül azok mellett az eredmények mellett melyek a szárazságtűrés és a kiszáradás-ellenállás között találtak határozott, párhuzamot. Ha tisztázzuk az itt felmerülő alapvető kérdéseket, akkor

az első pillantásra reménytelen kép felderül. Mindenekelőtt minden részlet-problémával szemben elvileg kell eldönteni, hogy megoldható-e a letépett levélen végzett kísérlettel, vagy élő növény kell-e hozzá? Nem hagyhatjuk figyelmün kívül azt a nem egyszer filogenetikai utat, melyen a kérdéses növény, vagy növények haladnak vízforgalmuk kialakulása során (lassan transpiráló, takarékos vízgazdálkodású, sekélyen gyökerező típus, szemben a gyors transpirációjú, pazarló, mélyen gyökerező típusal jelentik a két végletet). El kell dönteni az egyedi fejlődés során előálló megváltozásokat, ahol, hiszen ezek az anyagcsere megváltozásával járnak együtt, sok, a letépett levél vizsgálatával is megközelíthető probléma van (STEFANOVSKIJ és GUŠČIN 1937; ZABLUDA 1939; NOVIKOV 1952; SKAZKINE 1954).

Mindenekelőtt azonban tisztáznunk kell a vízmegtartó-képesség és a hervadás-ellenállás fiziológiai alapjait. Az ozmotikusan hatékony oldott anyagok, az illóolaj, gyanta stb. tartalom, a védőberendezések és más anatómiai tulajdonságok hatását, melyek felhalmozódása, vagy kialakulása nemegyszer éppen a száraz életkörülmények eredménye (GERTRUDE és BOULOUX 1953) el kell választanunk az élő plazma okozta hatásoktól. MER (1940) is hangsúlyozza, hogy a víz mozgása ellen az élő plazma fejt ki legszámottevőbb ellenállást.

Ha feltevésünk az élő epidermisz plazmájának vízpermeabilitását illetőleg helytállónak bizonyulna, igen sokat jelentene a gyakorlati munka számára is, mert ha megismerjük a jelenségek élettani alapjait, módunkban lesz azokat céljainknak megfelelően megváltoztatni, amint arról az irodalomból értesülhetünk.

KICIGIN (1953) különböző híg elektrolit oldatokban pácolt vetőmagból nevelt növények plazmájának viszkozitás-emelkedéséről számolt be. HENCKEL (1951) szárazságedzési módszerének szintén vannak protoplazmatikus alapjai. LEWITT és SCARTH (1936) a fagyedés során tapasztaltak permeabilitás-emelkedést. WILLIAMS (1935) és UKOLSKAJA (1934) foszfortrágyázás után, GRACANIN (1942) Ca adagolásakor, DORFMÜLLER (1941) bór, OKUNCOV és LEVCOVA (1952) kupriszulfát trágyázás kedvező hatásáról írnak, amennyiben ezek az anyagok a talajba juttatva a plazma permeabilitását és a transpirációt csökkentették. NATANSON (1952) levéltrágyázással juttatott a levél felületére kedvezően ható, többek között permeabilitást-csökkentő nyomelemeket. WALGER és VERECZKEY (1953) a bórsav levéltrágyázás kedvező hatásáról írtak. MITCHELL és MARTH (1950) a 4-klór-fenoxi-ecetsav permetezés vízmegtartó, KRAUSCHE és GILBERT (1937) réz tartalmú permetezőszer használatakor transpirációt emelő hatásról számolnak be.

A felelet tehát világos: ha az egyszerű, szemlélődő adatgyűjtő módszerről áttérünk az oknyomozó kísérleti munkára, azt láthatjuk, hogy a növények vízforgalmának azok a problémái, melyek „hervadás ellenállás” vagy „vízmegkötő képesség” gyűjtőnévvel illethetők, nemcsak elméleti, hanem gyakorlati eredményekkel is kecsegtetnek.

* * *

Végül nem mulaszthatom el, hogy meg ne köszönjem közvetlen munkatársaimnak: feleségemnek, TÓTH LÁSZLÓ és KANDELNÉ R. ÉVA tud. s. munkatársaknak és SABJÁN LAJOSNÉ laboránsnak a munka során kifejtett tevékenységüket. A tihanyi Biológiai Kutatóintézet minden munkatársát is illesse

köszönet állandó érdeklődésükért és segítő-készségükért egyes részletproblémák megvitatása során.

STRAUB F. BRUNÓ akadémikus, PÓLYA LÁSZLÓ és BÖSZÖRMÉNYI ZOLTÁN egyetemi tanársaiknak a kézirat átnézéséért és jöszemű kritikájukért fogadják köszönetemet.

VASS ELEMÉRNÉT az angol kivonat elkészítéséért illesse hálám.

Összefoglalás

A növényekről letépett lomblevelek kiszáradása standard körülmények között is különféle. A kiszáradás menete függ a növény fajától, korától, felnevelése körülményeitől, de függ a levél korától, a növényen való helyzetétől, sőt napi ritmusa is van. Feladatunkul tűztük ki, hogy egyrészt megpróbálunk magyarázatot találni a kiszáradási görbe (a letépés után szárított levél víztartalmának változása az idő függvényében) sokféleségére, másrészt álláspontot igyekszünk kialakítani gyakorlati felhasználhatóságát illetőleg.

Kísérleteink során az alábbiakat állapítottuk meg:

1. A növények letépett levelének kiszáradási görbéje valóban a fent felsorolt tényezők függvénye. Egyik tényezőre nézve sem lehet egységes és általános, minden fajra érvényes szabályt felállítani. Az inszerció, a napszakos, vagy kor szerinti változás más-másképpen játszódik le a fajok szerint.

2. A letépett levél vízmegtartó képességének kialakításában is szerepet játszik az élő protoplazma. A transpiráció (az intakt növény életjelenség számba menő vízleadása) és a kiszáradás (a letépett levél passzív vízvesztése) közti összefüggés nem egyszerű. A két folyamat kvantitatív különbsége a növényfajok környezettani igényeivel megérthető és filogenetikai jelentősége is van.

3. Mérgezési kísérleteinkkel (kloroform, éter, formaldehid, karbol) bebizonyítottuk, hogy a letépett levelek víztartó képessége életjelenségeikkel függ össze: a gőz alakjában ható mérgek megszüntetik, vagy minimálisra csökkentik azt. Nyálka-anyagok jelenléte, vagy a párolgás akadályozónak feltételezett szűrőzet sem módosítja ezt a tapasztalatunkat.

4. Az epidermisz döntő szerepét két ténnyel bizonyítottuk: Egyrészt a megnyúzott, vagy bevagdalt epidermiszű levelek víztartó képessége mondhatni megszűnt, másrészt a víz-visszatartó képességet döntően befolyásoló mérgezés után még nem szűnik meg a levél szövetének CO_2 leadása, tehát feltehető, hogy csupán epidermiszük károsodott.

5. Különleges kiszáradási görbét, napi ritmust és kiszáradás ellenállást találtunk a *Chenopodium album* esetében, melynek különleges vízforgalmi tulajdonságaira a transpiráció mérésekkel kapcsolatban is rámutattunk (FELFÖLDY 1955). Feltevésünk szerint ennek a növénynek plazmahártyái kettős természetűek. Kedvező vízellátás mellett a határhártya kialakításában — szemben a szokásos plazma-szkémákkal — a lipid természetű kolloidokon kívül hidrofil fehérjék is résztvesznek, melyek előrehaladottabb kiszáradáskor elvékonyodó vízburkuk révén mindinkább a lipid csoportoknak engedik át a vezető szerepét a határhártya kialakításában.

Így jutottunk arra a gondolatra, hogy a vízmegtartó képesség kialakításáért elsősorban az élő epidermisz plazmájának vízpermeabilitása (vízfelvevő és leadóképessége) felelős.

6. Permeabilitás kísérleteink során bebizonyítottuk, hogy egyrészt a szárítás és a hő, másrészt a kloroform-kezelés a levélszövet anyag és vízleadó képességét növeli.

Újabb bizonyítékokat szereztünk a *Chenopodium album* plazmájának kettős természetére is.

7. Dolgozatunk végén a problémát illető kísérleti munka gyakorlati perspektíváit tárgyaltuk.

IRODALOM

- ABOU—RAYA, M. A. 1950 : The rate of water-loss from stripped leaves. — *J. of exper. Bot.* **1**, 322—328.
- ALEKSZÉJEV, A. M. 1953 : A növények vízforgalmának kérdései. — *A Botanika Problémái, Akad. Kiad. Budapest*, 322—346.
- ALEXANDROV, W. G. 1928 : Über die Assimilations- und Transpirationsarbeit der Blätter der wichtigsten kachetinischen Weinrebsorten. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **46**, 126—135.
- ARLAND, A. 1952 : Die Transpirationsintensität der Pflanzen als Grundlage bei der Ermittlung optimaler Acker- und pflanzenbaulicher Kulturmassnahmen. — *Abh. Sächsisch. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-nat. Kl.* **44**, 2,1—80.
- ASHTON, T. 1948 : Technique of breeding for drought resistance in crops. — *Commonwealth Bureau of Plant Breeding and Genet. Cambridge, Techn. Comm.* No. 14,1—34
- AUDUS, L. J. and A. H. CHEETHAM, 1940 : Investigations on the significance of etheral oils in regulating leaf temperatures and transpiration rates. — *Ann. of Bot. N. s.* **4**, 465—483.
- AVERY, G. S. JR. 1934 : Structural responses to the practice of topping tobacco plants : A study of cell size, cell number, leaf size and veinage of leaves at different levels on the stalk. — *Bot. Gaz.* **96**, 314—329.
- BAILEY, L. F. 1940 : Some water relations of three western grasses. 2. Drought resistance. 3. Root developments. — *Amer. J. Bot.* **27**, 129—135.
- BAYLES, B. B., J. W. TAYLOR and A. T. BARTEL, 1937 : Rate of water loss in wheat varieties and resistance to artificial drouth. — *J. Amer. Soc. Agron.* **29**, 40—52.
- BEILER, A. 1945 : Insertionshöhe und Sättigungswassermangel der Blätter von *Pisum sativum*. — *Planta*, **34**, 125—137.
- BIEBL, R. 1952 : Die Wirkung verschiedener Stickstoffdünger auf die Transpiration einiger Kulturpflanzen. — *Z. Pflanzenernhrng Düng. u. Bodenk.* **59**, 60—75.
- BOGEN, H. J. 1953 : Beiträge zur Physiologie der nichtosmotischen Wasseraufnahme. — *Planta*, **42**, 140—155.
- BOGEN, H. J. und H. PRELL, 1953 : Messung nichtosmotischer Wasseraufnahme an plasmolysierten Protoplasten. — *Ibid.* **41**, 459—479.
- BOLLI, M. 1951 : The respiration in higher plants during fading. Experiences with tobacco. — *Tabacco*, **55**, 326—338. — *Biol. Abst.* **27**, 441/4658/1953.
- BÜNNING, E. 1948 : Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. — *Lehrb. d. Pflanzenphysiologie, II. und III. Bd. Springer, Berlin*, 1—464.
- CHARLES, A. 1953 : Apparatus for infiltration of liquids into leaves. — *Nature*, **171**, 1166—1167.
- CHARLES, A. 1954 : The respiratory fluctuations of starving detached leaves. — *New Phytol.* **53**, 81—91.
- CHIBNALL, A. C. 1954 : Protein metabolism in rooted runner-bean leaves. — *Ibid.* **53**, 31—37.
- CHIBNALL, A. C. and G. H. WILTSHIRE, 1954 : A study with isotopic nitrogen of protein metabolism in detached runner-bean leaves. — *Ibid.* **53**, 38—43.
- CHOLNOKY, B. J. 1952 : Beobachtungen über die Wirkung der Kalilauge auf das Protoplasma. — *Protoplasma*, **41**, 57—68.
- CHOLNOKY, B. J. 1952a : Beobachtungen über die Plasmolyse. I. Die protoplasmatische Wirkung von NaCl, NaOH und HCl-Gemische auf Delphinium-Blumenblattzellen. — *Sitzber. Österr. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl. Abt. I.* **161**, 539—557.
- CHOLNOKY, B. J. 1953 : Ein Beitrag zur Kenntnis des Plasmalemmas. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **65**, 369—373.

CHOLNOKY, B. J. 1953a: Ein Beitrag zur Kenntnis der Plasmolyse der Oedogonium-Zelle. — *Österr. Bot. Zeitschr.* **100**, 226—234.

COLLORIO, H. M. 1928: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Wasserabgabe der Pflanzen und ihrer Atmungsgrösse. — *Planta*, **5**, 1—27.

DERRY, B. H. 1930: Plasmolyseform- und Plasmolysezeit-Studien. — *Protoplasma*, **8**, 1—49.

DEYSSON, G. 1952: Recherches sur la perméabilité des cellules végétales. *Rev. Cytol. et Biol. Végét.* **13**, 153—315. — *Biol. Abst.* **28**, 1666/17004/1954; *Ber. wiss. Biol.* **53**, 194/1953.

DILLMAN, A. C. 1931: The water requirement of certain crop plants and weeds in the Northern Great Plains. — *J. agric. Res.* **42**, 187—238.

DORFMÜLLER, W. 1941: Über den Einfluss des Bors auf den Wasserhaushalt der Leguminosen. — *Planta*, **32**, 51—65.

DOYLE, J. and P. CLINCH, 1926: The dehydration rates of conifer leaves in relation to pentosan content. — *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.* **18**, 265—275.

DUISBERG, P. C. 1952: Some relationships between xerophytism and the content of resin, nordihydroguaiaretic acid and protein of *Larrea divaricata* Cav. — *Plant Physiol.* **27**, 769—777.

EATON, F. M. 1930: Cell-sap concentration and transpiration as related to age and development of cotton leaves. — *J. Agric. Res.* **40**, 791—803.

ELGORT, S. G. és Z. N. LADARLJA, 1950: Citrus-növények szöveteinek fagy által megváltoztatott plazmaáteresztőképessége. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. s.* **70**, 913—916.

EREMEJEV, G. N. 1938: Drought resistance and dehydration resistance of plants. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. s.* **18**, 195—198. — *Ber. wiss. Biol.* **46**, 688 (1938).

FARKAS G. és RAJHÁTHY T. 1952: Szárazságellenálló fajták nemesítésének módszertani kutatásai. — *Növényterm.* **1**, 5—26.

FELFÖLDY L. 1951: Paradicsomfajták vízforgalmára vonatkozó élettani kísérletek. — *Agrokémia és Talajtan*, **1**, 85—98.

FELFÖLDY L. 1955: Összehasonlító élettani kísérletek a növények transzpirációja és vízmegtartó képessége közt. — *Bot. Közl.* (nyomdában).

FREY—WYSSLING, A. 1953: Submicroscopic morphology of protoplasm. — Elsevier Publ. Co. *Amsterdam*, 1—411.

FUKUDA, Y. 1935: Über die Hydratur der Pflanzen und eine empirische Formel der Verdunstung und Transpiration. (Pflanzenforsch. Hrsrg. R. Kolkwitz, H. 19. *Jena*, 1935, 1—79. — *Ber. wiss. Biol.* **37**, 141 (1936).

FUKUDA, Y. and S. KAKU, 1953: Hydrature studies of soybeans on the soil moisture slope. Drought resistance and constancy of osmotic ascension by wilting in soybeans. — *Bot. Mag. (Tokyo)*, **65**, 267—273; és **66**, 57—62. — *Ber. wiss. Biol.* **90**, 153 (1954).

FULCHIGNONI, E. 1936: Azione del veleno crotalico sulla transpirazione delle foglie di *Ficus macrophylla*. Nota prelim. — *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* **11**, 429—431.

FULCHIGNONI, E. 1936a: Effetti del veleno crotalico sulla transpirazione delle foglie di *Ficus macrophylla*. — *Arch. di Sci. Biol.* **22**, 558—568.

GAGETTI, A. 1947: Studi sull'anatomia protoplasmatica delle piante. Ricerche citofisiologiche sull'ecologia della transpirazione. — *Lavori di Bot.* Vol. pubbl. in occasione del 70° genetliaco di G. Gola, *Padova*, 1947, 413—443. — *Ber. wiss. Biol.* **66**, 35 (1949).

GAMIL, M. 1952: Effect of variable vapor concentrations of ethereal oils upon transpiration and water absorption. — *Bull. Torrey Bot. Club.* **79**, 459—470.

GANZINGER, K. 1939: Vergleichende Untersuchungen über die schädigende Wirkung von Hexamethylentetramin auf pflanzliche Zellen und über sein Permeirvermögen. — *Biol. Gen.* **14**, 587—619.

GÄUMANN, E. 1942: Über die pflanzliche Transpiration. 1. Die cuticulare Transpiration. — *Z. Bot.* **38**, 225—327.

GÄUMANN, E. 1948: Über Mechanismus des infektiösen Welkens. — *Biol. Zbl.* **67**, 22—26.

GÄUMANN, E. und O. JAAG, 1947: Die physiologischen Grundlagen des parasitogenen Welkens III. — *Ber. schweiz. bot. Ges.* **57**, 227—241.

GÄUMANN, E. und O. JAAG, 1950: Über das toxigene und das physikalisch induzierte Welken. — *Phytopath. Z.* **16**, 226—256.

GÄUMANN, E., ST. NAEF—ROTH, P. REUSSER und A. AMMAN, 1952: Über den Einfluss einiger Welketoxine und Antibiotica auf die osmotischen Eigenschaften pflanzlicher Zellen. — *Phytopath. Z.* **19**, 160—220.

- GENKEL, P. A. lásd : HENCKEL, P. A.
- GERTRUDE, M.—T. et M. BOULOUX, 1953 : Action du milieu aquatique sur la formation des constituants de la membrane chez une plante amphibie. — *Rev. gén. Bot.* **60**, 81—89.
- GRACANIN, M. 1942 : Über die Kennzeichen des Kalkmangels. — *Poljod. znanstvena Smotra (Zagreb)* **5**, 87—102. — *Ber. wiss. Biol.* **62**, 89 (1943).
- GREIS, H. 1940 : Vergleichende physiologische Untersuchungen an diploiden und tetraploiden Gersten. — *Züchter*, **12**, 63—73.
- GRIEP, W. 1940 : Über den Einfluss von Aussenfaktoren auf die Wirkung des Windes auf die Transpiration der Pflanzen. — *Z. Bot.* **36**, 1—54.
- GRÜNWARD, W. 1952 : Osmotische Zustandgrößen isoliert gezogener Tabakwurzeln. — *Protoplasma*, **41**, 258—260.
- HAAN, I. 1933 : Protoplasmaquellung und Wasserpermeabilität. — *Trav. Bot. Néerl.* **30**, 234—335.
- HÄRTEL, O. 1940 : Physiologische Studien an Hymenophyllaceen. 2. Wasserhaushalt und Resistenz. — *Protoplasma*, **34**, 489—514.
- HÄRTEL, O. 1950 : Wirkungen von Ionen auf die Wasserdurchlässigkeit des primären und sekundären Hautgewebes pflanzlicher Organe. — *Ibid.*, **39**, 364—385.
- HÄRTEL, O. 1951 : Ionenwirkung auf die Cuticulartranspiration von Blättern. — *Ibid.* **40**, 107—136.
- HENCKEL, (GENKEL), P. A. 1951 : A növények szárazságtűrése. — *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 1—315.
- HENCKEL 1954 : Sur la résistance des plantes à la sécheresse et les moyens de la diagnostiquer et de l'augmenter. — *Essais de Bot. Acad. Sci. URSS.* **2**, 436—453.
- HENDERSON, F. Y. 1926 : On the effect of light and other conditions upon the rate of water loss from the mesophyll. — *Ann. of Bot.* **40**, 507—533.
- HODGSON, R. A., A. J. RIKER and W. H. PETERSON, 1947 : A wilt inducing toxic substance from crown-gall bacteria. — *Phytopath.* **37**, 301—318.
- HOFMEISTER, L. 1938 : Verschiedene Permeabilitätsreihen bei einer und derselben Zellsorte von *Ranunculus repens*. — *Jb. wiss. Bot.* **86**, 401—419.
- HOLZ, W. 1935 : Über den Transpirationsverlauf abgeschnittener Blätter. — *Angew. Bot.* **17**, 349—373. — *Ber. wiss. Biol.* **37**, 400 (1936).
- HOMES, M. V. 1943 : *Bull. soc. roy. botan. Belg.* **75**, 70—79. — Cit. ap. KRAMER and CURRIER 1950.
- HÖFLER, K. 1918 : Permeabilitätsbestimmung nach der plasmometrischen Methode. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **36**, 414—422.
- HÖFLER, K. 1932 : Vergleichende Protoplasmatik. — *Ibid.* **50**, 53—67.
- HÖFLER, K. 1934 : Permeabilitätsstudien an Stengelzellen von *Majanthemum bifolium*. (Zur Kenntnis spezifischer Permeabilitätsreihen I.). — *Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl. I.* **143**, 213—264.
- HÖFLER, K. 1937 : Spezifische Permeabilitätsreihen verschiedener Zellsorten derselben Pflanze. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **55**, 133—148.
- HÖFLER, K. 1943 : Sejtélettan és a növények ellenállóképessége. — *Bot. Közl.* **40**, 297—319.
- HÖFLER, K. 1949 : Über Wasser- und Harnstoffpermeabilität des Protoplasmas. — *Phyton*, **1**, 105—121.
- HÖFLER, K. 1951 : Plasmolyse mit Natriumcarbonat. Zur Frage des Plasmalemmas bei Süßwasseralgen und bei Gewebszellen von Landblütenpflanzen. — *Protoplasma*, **40**, 426—460.
- HÖFLER, K. 1953 : Zur Kenntnis der Plasmahautschichten. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **65**, 391—399.
- HÖFLER, K. 1953a : Zur Frage des Plasmalemmas bei *Spirogyra*. — *Protoplasma*, **42**, 334—342.
- HÖFLER, K., H. MIGSCH und W. ROTTENBURG, 1941 : Über die Austrocknungsresistenz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. — *Forsch.-dienst.* **12**, 50—61.
- HÖFLER, K. und A. STIEGLER, 1921 : Ein auffälliger Permeabilitätsversuch in Harnstofflösung. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **39**, 157—164.
- HÖFLER, K. und F. WEBER 1926 : Die Wirkung der Äthernarkose auf die Harnstoffpermeabilität von Pflanzenzellen. — *Jb. wiss. Bot.* **65**, 643.
- HUBER, B. 1927 : Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **45**, 611—618.

- HUBER, B. 1928 : Zur Physik der Spaltöffnungstranspiration. II. Die Abhängigkeit der Verdunstungsgrösse von der Porendichte. (Vorl. Mitt.) — *Ibid.* **46**, 621—625.
- HUBER, B. 1938, 1939, 1949 : Wasserumsatz und Stoffbewegungen. — *Fortschr. Bot.* **7**, 197—207 ; **8**, 186—198 ; **12**, 185—215.
- HURCH, H. 1933 : Beiträge zur Kenntnis der Permeabilitätsverteilung in den verschiedenen Geweben des Blattes. — *Beih. Bot. Zbl.* **50**, I, 211—250. — *Ber. wiss. Biol.* **26**, 6 (1933).
- HYGEN, G. 1953 : On the transpiration decline in exised plant samples. — *Norsk Vidensk. Akad. Oslo, Math.-nat. Kl.* 1953: Nr. 1. 5—84. — *Ber. wiss. Biol.* **89**, 400 (1954).
- HYGEN, G. and E. MIDGAARD, 1954 : A reinvestigation of the influence of varying air humidity on cuticular transpiration in *Pinus silvestris* L. — *Physiol. Plantarum*, **7**, 128—140.
- IKIHATA, Y. 1952 : Studies on drought resistance of sugar cane. III. Difference of the root pressure-holding power as related to the drought resistance of some sugar cane varieties. — *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan*, **2**, 52—53. — *Biol. Abst.* **27**, 3126 (32865) 1953.
- ILJIN, W. S. 1935 : Lebensfähigkeit der Pflanzenzellen in trockenem Zustand. — *Planta*, **24**, 742—754.
- IVANOV, L. A. 1918 : A növények párologtatásának meghatározási módszere növekedésük természetes körülményei közt. — *Lesznoj Zsurnal* 1918. No. 48. — cit. ap. HENCKEL 1951, 296.
- IVANOV, L. A. 1928 : Zur Methodik des Transpirationsbestimmung am Standort — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **46**, 306—310.
- KICIGIN, A. A. 1953 : (Fiatal tavaszi vetések korai fagy ellen való edzésének problémájához.) — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. S.* **88**, 153—156. — oroszul.
- KISSELEW, N. N. 1935 : Dürresistenz und Saugkraft der Pflanzen. — *Planta*, **23**, 760—773.
- KISSER, J. 1927 : Untersuchungen über den Einfluss der Nährsalze auf die Wasserabgabe, Wasseraufnahme, relative Spross- und Wurzelmasse und die Blattstruktur. I. — *Planta*, **3**, 562—577.
- KÓKETSU, R. 1926 : Studies on the foliar transpiring power and its daily fluctuation as related to the development of leaves in *Coleus blumei*. — *Bot. Mag. (Tokyo)*, **40**, 122—130. — *Ber. wiss. Biol.* **2**, 146 (1927).
- KÓKETSU, R. 1928 : Variation of the water content of leaves in relation to the wilting of plants. — *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, **4**, 229—230. — *Ber. wiss. Biol.* **9**, 187 (1929).
- KÓKETSU, R. 1928a : Variation of the water content of leaves as related to the wilting of plants. — *J. dep. agric. Kyushu Imp. Univ.* **2**, 93—116. — *Ber. wiss. Biol.* **9**, 337—338 (1929).
- KOLOMIEC, I. 1934 : Zur Frage der Dürresistenz und ihren objektiven Merkmalen bei den Sommerweizensorten. — *C. R. Acad. Sci. URSS.* **2**, 109—115. — *Ber. wiss. Biol.* **30**, 233 (1934).
- KRAMER, P. J. and H. B. CURRIER, 1950 : Water relations of plant cells and tissues. — *Ann. Rev. Plant. Physiol.* **1**, 265—284.
- KRAUSCHE, K. K. and B. E. GILBERT, 1937 : Increase of transpiration rates of tomato leaves due to copper sprays. — *Plant. Physiol.* **12**, 853—860.
- LAING, H. E. 1940 : Respiration of the leaves of *Nuphar advenum* and *Typha latifolia*. — *Amer. J. Bot.* **27**, 583—586.
- LAISNÉ, G. 1939 : Les variations de la pression osmotique du suc de tissus de *Fraxinus exelsior* L. et de quelques autres plantes au cours de la fanaison artificielle. — *C. R. Acad. Sci. Paris*, **208**, 299—301.
- LAISNÉ, G. 1939a : Les variations de la pression osmotique du suc de tissus de diverses plantes au cours de la fanaison artificielle. — *Rev. gén. Bot.* **51**, 385—405.
- LEBEDINCEV, E. 1927 : Physiologische und anatomische Besonderheiten der in trockener und in feuchter Luft gezogenen Pflanzen. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **45**, 83—96.
- LEBEDINCEV, E. 1930 : Untersuchungen über die wasserbindende Kraft der Pflanzen im Zusammenhang mit ihrer Dürre- und Kälteresistenz. — *Protoplasma*, **10**, 53—81.
- LEICK, E. 1939 : Bestimmung der Transpiration und Evaporation mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Ökologie. — *Abderhalden's Handb. Biol. Arbeitsmeth.* XI. 4., 1573—1766.
- LEONARD, E. R. 1941 : Studies in tropical fruits. 10. Preliminary observations on transpiration during ripening. — *Ann. of Bot. N. s.* **5**, 89—119. — *Ber. wiss. Biol.* **62**, 421 (1943).

- LEVITT, J. and G. W. SCARTH, 1936: Frost-hardening studies with living cells. I. Osmotic and bound water changes in relation to frost resistance and the seasonal cycle. — *Canad. J. Res.* **14**, C. 267—284.
- LINSKENS, H. F. 1952: Über den Trocknungsprozesse an progressiven Keimstadien. — *Angew. Bot.* **26**, 255—264.
- LIVINGSTON, R. and J. FRANCK, 1940: Assimilation and respiration of excised leaves at high concentrations of carbon dioxide. — *Amer. J. Bot.* **27**, 449—458. — *Ber. wiss. Biol.* **62**, 572 (1943).
- LÜDIN, H. 1929: Untersuchungen über die Transpiration von Sonnen- und Schattenpflanzen. — *Verh. Naturf. Ges. Basel*, **39**, 176—215.
- MARQUARDT, H. 1953: Über eine Methode zur züchterischen Bearbeitung von Standortseigenschaften bei der Pappel. — *Züchter*, **23**, 365—370.
- MASUDA, Y. 1954: Über den Einfluss von Auxin auf die Stoffpermeabilität des Protoplasmas. I. Mitt. — *Bot. Mag. (Tokyo)*, **66**, 256—261. — *Ber. wiss. Biol.* **91**, 330 (1954).
- MAXIMOV, N. A. 1929: Internal factors of frost and drought resistance in plants. — *Protoplasma*, **7**, 259—291.
- MAXIMOV, N. A. 1951: A növényélettan rövid tankönyve. A 8. átdolgozott kiadás fordítása. — Tankönyvkiadó, Budapest, 1—398.
- MAXIMOV, N. A. and T. A. KRASNOSELSKY—MAXIMOV, 1924: Wilting of plants in its connection with drought resistance. — *J. Ecol.* **12**, 95—110.
- MAXIMOV, N. A. and L. V. MOZHAJEVA, 1944: *C. R. Acad. Sci. USSR*, **42**, 299—332; cit. ap. KRAMER and CURRIER, 1950.
- MER, C. L. 1940: The factors determining the resistance to the movement of water in the leaf. — *Ann. of Bot. N. S.* **4**, 397—401. — *Ber. wiss. Biol.* **59**, 646 (1942).
- MEYER, B. S. 1938: The water relations of plant cells. — *Bot. Rev.* **4**, 531—447.
- MIGAHID, A. M. and F. A. AMER, 1951: Three types of transpiration curves. — *Proc. Egyptian Acad. Sci.* **7**, 92—113. — *Biol. Abst.* **27**, 1918 (20611) 1953.
- MILTHORPE, F. L. 1950: Changes in the drought resistance of wheat seedlings during germination. — *Ann. of Bot.* **14**, 79—89. — *Ber. wiss. Biol.* **70**, 366 (1951).
- MITCHELL, J. W. and P. C. MARTH, 1950: Effect of growth regulating substances on the water retaining capacity of bean plants. — *Bot. Gaz.* **112**, 70—76.
- MOSOLOV, I. V. und A. V. PANOVA, 1953: Der Einfluss der Stengelblätter des Weizens auf Ertrag und Eiweißgehalt des Kornes in Abhängigkeit von der Sorte. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. S.* **88**, 161—163. — *Ber. wiss. Biol.* **84**, 292 (1953).
- MOTHES, K. 1932: Ernährung, Struktur und Transpiration. Ein Beitrag zur kausalen Analyse der Xeromorphosen. — *Biol. Zbl.* **52**, 193—223.
- MÜLLER, H. 1937: Untersuchungen über den Transpirationsanstieg von Coleus. — *Angew. Bot.* **19**, 368—427.
- NATANSON, N. E. 1952: Der Einfluss einiger Mikroelemente auf die Viscosität des Pflanzlichen Plasmas. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. S.* **87**, 1067—1070. — *Ber. wiss. Biol.* **84**, 292 (1953).
- NOVIKOV, V. P. 1952: Die Wirkung von Wassermangel im Boden in verschiedenen Entwicklungsstadien des Hafers. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. S.* **82**, 641—643. — *Ber. wiss. Biol.* **80**, 92 (1953).
- OKUNCOV, M. M. und O. P. LEVCOVA, 1952: Der Einfluss von Kupfer auf den Wasserhaushalt und die Dürrebeständigkeit der Pflanzen. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. S.* **82**, 649—651. — *Ber. wiss. Biol.* **80**, 92 (1953).
- PAECH, K. und W. SIMONIS, 1952: Übungen zur Stoffwechselfysiologie der Pflanzen. — Pflanzenphysiol. Praktika, Bd. I. Berlin, 1—252.
- PARKER, J. 1951: Moisture retention in leaves of conifers of the Northern Rocky Mountains. — *Bot. Gaz.* **113**, 210—216.
- PARKER, J. 1952: Desiccation in conifer leaves: Anatomical changes and determination of the lethal level. — *Ibid.* **114**, 189—198.
- PÉNZES A. 1929: A Crypsisek mamillosus sejtjeiről. — *Bot. Közl.* **26**, 73—80.
- PÉNZES A. 1942: Hálózatos áthasonító-szövetű növényeinkről. *Ibid.* **39**, 23—32.
- PFIAFF, F. 1870: *Sitzgsber. bayer. Akad. Wiss.* **1**, 27, cit. ap. HUBER 1939.
- PFLIEDERER, H. 1933: Kritische Untersuchungen zur Methodik der Transpirationsbestimmung an abgeschnittenen Sprossen. — *Z. Bot.* **26**, 305—327. — *Ber. wiss. Biol.* **27**, 714 (1933).
- PISEK, A. und E. BERGER, 1938: Kutikuläre Transpiration und Trockenresistenz isolierter Blätter und Sprosse. — *Planta*, **28**, 124—155.

- POHL, R. 1948 : Ein Beitrag zur Analyse des Streckungswachstums der Pflanzen — *Ibid*, **36**, 230—261.
- POHL, R. 1954 : Die fluoreszenz-mikroskopische Analyse des Wasserweges in der Avena Koleoptile. — *Z. Bot.* **42**, 63—72.
- PRÁT, S. und B. MINASSIAN, 1928 : Über die Stoffaufnahme und Wasserabgabe bei Moosen. — *Protoplasma*, **5**, 161—167.
- RACHID, M. 1949 : Transpiration and the subterranean system of the summer vegetation of the Campos Cerrados of the State of Sao Paulo. — *Univ. Sao Paulo-Fac. Filos. Ciénc. e Letras, Bol. Bot.* **80**, 7—135. — *Biol. Abst.* **27**, 30 (254) 1953.
- RAHEJA, P. C. 1951 : Recent physiological investigations on drought resistance in crop plants. — *Indian J. Agric. Sci.* **21**, 335—346. — *Biol. Abst.* **28**, 191 (1856) 1954.
- RAJTÁTHY T. 1951 : Szárazságellenálló fajták nemesítésének módszertani kutatásai I. — *Martonvásári Növ. Term. Kut. Int. Évk.* **1951**, 67—93.
- REISS, G. 1931 : Die Weiterentwicklung der »Anwelkmethode« und ihre Verwendung zur Beantwortung von Sorten- und Düngungsfragen. — *Arch. Pflanzenbau*, **5**, 247—303.
- SATOO, T. and NARAKATU HUKUHARA, 1953 : Water relations of cuttings shortly after planting. — *Bull. Tokyo Univ. Forest.* **45**, 89—101. — *Biol. Abst.* **28**, 2165 (21996) 1954.
- ŠČERBAKOV, B. I. und N. L. SEMIOTROČEVA, 1953 : Die Wassersorption lebender Pflanzenzellen als aktiver physiologischer Prozess. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. S.* **93**, 721—724. — *Ber. wiss. Biol.* **90**, 188 (1954).
- SCHMIDT, H. 1939 : Plasmazustand und Wasserhaushalt bei *Lamium maculatum*. — *Protoplasma* **33**, 25—43. — *Ber. wiss. Biol.* **53**, 513 (1940).
- SCHMUCKER, T. 1928 : Über den Einfluss narkotischer Stoffe auf Transpiration und Wasserleitung. — *Jb. wiss. Bot.* **63**, 771—800.
- SCHRATZ, E. 1932 : Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Transpiration und Blattstruktur. — *Planta*, **16**, 17—69.
- SCHRÖDER, D. 1909 : Über den Verlauf des Welkens und die Lebensfähigkeit der Laubblätter. — *Diss. Göttingen*, cit. ap. PARKER 1951.
- SEEMAN, F. 1953 : Der Einfluss von Neutralsalzen und Nichtleitern auf die Wasserpermeabilität des Protoplasmas. — *Protoplasma*, **42**, 109—132.
- SEYBOLD, A. 1929 : Die pflanzliche Transpiration. Tl. 1. — *Erg. Biol.* **5**, 29—165.
- SEYBOLD, A. 1930 : Die Pflanzliche Transpiration. Tl. 2. — *Ibid.* **6**, 559—731.
- SEYBOLD, A. 1933 : Zur Klärung des Begriffes Transpirationswiderstand. — *Planta*, **21**, 353—367.
- SINGH, B. N. and S. C. DAS GUPTA, 1934 : Permeability of protoplasm. A probable factor in transpiration. (Being a study of transpiration response under ultra-violet radiation.) — *Curr. Sci.* **3**, 50—52.
- SKAZKINE, F. D. 1954 : La résistance des céréales au manque d'eau dans le sol durant différentes périodes de leur développement. (Sur la physiologie des céréales en rapport avec leur résistance à la sécheresse.) — *Essais de Bot. Acad. Sci. URSS.* **2**, 751—762.
- STĂNESCU, P. P. 1929 : Über das Welken und Austrocknen der Pflanzen. I. Vorl. Mitt. — *Bull. Sect. Sci. Acad. Roum.* **12**, 43—47. — *Ber. wiss. Biol.* **11**, 555 (1929).
- STEFANOVSKIJ, I. A. and I. V. GUŠČIN, 1937 : Specific action of drought on wheat crops at various stages of development. — *C. R. Acad. Sci. URSS. N. s.* **16**, 465—468. — *Ber. wiss. Biol.* **46**, 267 (1938).
- STILES, W. 1950 : An introduction to the principles of plant physiology. — *London*, 1—701.
- STRUGGER, S. 1949 : Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanze. — *Pflanzenphysiol. Praktika Bd. 2., Berlin*, 1—225.
- SZEMIHATOVA, O. A. 1950 : (A növények levelei lélegzésének és vízmegtartó képességének kölcsönkapcsolata.) — *Bot. Zsurnal*, **35**, 461—468. — oroszul.
- TADROS, T. M. and I. SAAD SHOKRY, 1951 : Studies on the physiology of the cotton plant. II. The water content of the cotton leaves. — *Proc. Egyptian Acad. Sci.* **7**, 34—44. — *Biol. Abst.* **27**, 1918 (20612) 1953.
- THELKE, CH. 1948 : Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und zur Physiologie panaschiertes Blätter. — *Planta*, **36**, 2—33.
- TICHONOV, P. 1930 : Verhalten der Pflanzen zur Entwässerung und zur mangelhaften Wasserversorgung. — *Naučno agron. Ž.* **7**, 99—122. — *Ber. wiss. Biol.* **15**, 448 (1930).
- TUMANOV, J. J. 1927 : Ungenügende Wasserversorgung und das Welken der Pflanzen als Mittel zur Erhöhung ihrer Dürresistenz. — *Planta*, **3**, 391—479.

- TUMANOV, J. J. 1930 : Welken und Dürre-resistenz. — *Wiss. Arch. Landw. A.* **3**, 389—419. — *Ber. wiss. Biol.* **15**, 194 (1930).
- TURREL, F. M. 1940 : The relation between chlorophyll concentration and the internal surface of mesomorphic and xeromorphic leaves grown under artificial light. — *Proc. Iowa Acad. Sci.* **46**, 107—117.
- TURREL, F. M. 1944 : Correlation between internal surface and transpiration rate in mesomorphic and xeromorphic leaves grown under artificial light. — *Bot. Gaz.* **105**, 413—425.
- UDOLSKAJA, N. 1934 : Beitrag zur Kenntnis der Elemente der Pflanzenernährung als die Dürre-resistenz abändernde Faktoren. — *C. R. Acad. Sci. URSS.* **2**, 45—48. — *Ber. wiss. Biol.* **30**, 233 (1934).
- UJVÁROSI M. 1951 : Szántóföldi gyomnövényeink. — *Mezg. Kiadó, Budapest.* 1—353.
- URSPRUNG, A. 1939 : Die Messung des osmotischen Zustandgrößen pflanzlicher Zellen und Gewebe. — *Abderhalden's Handb. Biol. Arbeitsmeth.* XI. 4. II, 1109—1572.
- VASILEVA, N. G. 1953 : Der Einfluss hoher Temperaturen auf die kolloidchemischen Eigenschaften des Protoplasmas der Pflanzen. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. S.* **88**, 341—344. — *Ber. wiss. Biol.* **87**, 24 (1954).
- VASILEVA, N. G. 1953a : Die Veränderung der Durchlässigkeit des Zellprotoplasmas der Blätter des Sommerweizens bei Beregnung. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSR. N. S.* **88**, 565—566. — *Ber. wiss. Biol.* **86**, 155 (1954).
- VASSILJEW, I. M. 1931 : Über den Wasserhaushalt von Pflanzen der Sandwüste im südöstlichen Karakum. — *Planta*, **14**, 225—309.
- WAGER, H. G. 1954 : The effect of artificial wilting on the sugar content and respiration of maturing green peas. — *New. Phytol.* **53**, 354—363.
- WALGER J. és VERECZKEY P. 1953 : Bórsav permetezés hatása a salátalevél víz-háztartására. — *Agrokémia és Talajtan*, **2**, 293—300.
- WALTER, H. und E. WALTER, 1929 : Ökologische Untersuchungen des osmotischen Wertes bei Pflanzen aus der Umgebung des Balatons (Plattensees) in Ungarn während der Dürrezeit 1928. — *Planta*, **8**, 571—624.
- WENT, F. W. 1944 : Plant growth under controlled condotions. III. Correlation between various physiological processes and growth in the tomato plant. — *Amer. J. Bot.* **31**, 597—618.
- WILLIAMS, R. F. 1935 : An analysis of the effect of phosphorus supply on transpiration ratio in plants. — *Austral. J. Expt. Biol. Med. Sci.* **13**, 49—66.
- YAPP, R. H. and U. C. MASON, 1932 : The distribution of water in the shoots of certain herbaceous plants. — *Ann. of Bot.* **46**, 159—181. — *Ber. wiss. Biol.* **22**, 57 (1932).
- YARWOOD, C. E. 1947 : Water loss from fungus cultures. — *Amer. J. Bot.* **34**, 514—520.
- YOUNG, P. A. 1939 : Tomato wilt resistance and its decrease by *Heterodera marioni*. — *Phytopath.* **29**, 871—879. — *Ber. wiss. Biol.* **58**, 298 (1942).
- ZABLUDA, G. V. 1939 : Drought resistance of spring wheat in various periods of formation of vegetative and reproductive organs. — *C. R. Acad. Sci. URSS. N. s.* **23**, 370—372. — *Ber. wiss. Biol.* **53**, 108 (1940).
- ZALENSZKIJ, V. R. 1904 : Ugyanazon növény különböző leveleinek mennyiségi anatómiájára vonatkozó adatok. — *Izw. Kijev. Polytechn. Inst.* **1**, 1—204. Cit. ap. HENCKEL 1951.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСЫХАНИЯ ОТЛОМАННОГО (НАСТОЯЩЕГО) ЛИСТА

Л. Фельфельди

Резюме

Скорость высыхания отломанного настоящего листа меняется даже при стандартных условиях. Скорость потери воды зависит от вида, возраста растения, от условий среды, а также от возраста самого листа, и от листорасположения на растении. То обстоятельство, в какой час дня листья отламывают и начинается их высыхание, вызывает часто большие отклонения в ходе кривой высыхания, чем видовая разница ; водоудерживающая способность растений имеет суточный ритм.

Автор ставил себе целью обратить внимание на самую важную причину, от которой зависит скорость высыхания.

Важнейшие результаты исследования следующие :

1. Ход высыхания отломанного листа растения является фактически функцией вышеприведенных факторов. В отношении этих факторов нельзя установить единое и общее, действительное для всех видов, правило. Влияние листорасположения, времени дня или же возраста проявляется у каждого вида по другим правилам.

2. Автор доказал на основании своих опытов по отравлению (хлороформ, эфир, формальдегид, фенол), что в оформлении водоудерживающей способности отломанного листа важную роль играет живая протоплазма : различные наркотики и ядовитые пары прекращают водоудерживающую силу, или же сокращают её до минимума.

3. Центральным местом водоудерживающей силы является эпидермис, так как водоудерживающая способность лишённых от кожицы листьев практически прекращается ; с другой стороны, токсическая доза, прекращающая водоудерживающую силу, не прекращает дыхания ткани листьев, итак, можно предполагать, что повредилась только кожица.

4. Своеобразный ход высыхания, суточный ритм и сопротивление высыханию были обнаружены в случае *Chenopodium album*. По мнению автора оболочка плазмы этого растения имеет двойной характер. В образовании пограничной оболочки в наполненном водой состоянии участвуют — в противоположность обычным схемам плазмы —, наряду с липоидными коллоидами, также и гидрофильные белки, водная оболочка которых однако утончается во время отдачи воды, причем в пограничной оболочке господство переходит к липоидным группам.

5. Итак, за образование водоудерживающей способности автор считает ответственным, в первую очередь, водопроницаемость (способность к приему и отдаче воды) плазмы живых клеток кожицы.

6. В течение своих исследований проницаемости автор доказал, что высыхание и обработка хлороформом повышают способность в тканях листьев к отдаче веществ и воды.

Далее автору удалось выявить новые доказательства двойного характера плазмы *Chenopodium album*.

7. Обсуждаются практические отношения вышеописанных методов.

Объяснения к таблицам

Таблица I. Сопоставление транспирационной интенсивности целых и разрезанных на куски листьев. Колонки таблицы : 1. название растения ; 2. вода г/час/1 г живого веса целого листа ; 3. те же данные в случае кусков листа ; 4. вода г/час/10 см² поверхности листа : целый лист ; 5. те же данные для кусков листа.

Таблица II. Сопоставление транспирации живых листьев с высыханием отломанных листьев. 1. Название растения ; 2. скорость высыхания в часах ; 3. вода г/час/100 г живого веса в течение потери воды ; 4. вода г/час/1 г живого веса во время транспирации.

Таблица III. Процентные разницы содержания воды между необработанными и обработанными хлороформом кружками листьев после их высыхания на температуре 30° С в течение двух часов.

Таблица IV. Процентные разницы содержания воды между необработанными и обработанными хлороформом кружками листьев после их высыхания на температуре 30° С в течение двух часов в случае листьев *Chenopodium album* различного листорасположения. Резистенция *Chenopodium* по отношению к хлороформу очевидна.

Таблица V. Чувствительность к хлороформу растений с волосатыми листьями по сравнению с двумя подопытными растениями : 1. название вида ; 2. двухчасовая потеря воды в процентах в контрольном листе ; 3. двухчасовая потеря воды обработанных хлороформом листьев ; 4. процентная разница содержания воды между контрольными и обработанными листьями.

PHYSIOLOGICAL EXPERIMENTS ON THE DESICCATION RATE OF DETACHED LEAVES

L. J. M. FELFÖLDY

Summary

Even under standardized conditions there are variations in the desiccation rate of leaves plucked from plants. The velocity of water loss depends on the species of plant, its age, the conditions under which it was grown, but it also depends on the age of the

leaf itself and its insertion rate on the plant. The circumstance of plucking the leaves and beginning to dry them at different times of day sometimes produces greater differences in the desiccation curve than difference in species does: there is a daily rhythm in plants' water-retaining capacity.

We set ourselves the task of demonstrating the most significant causes for the differences in velocity of desiccation rate. The following are the more important of our experimental results:

1. The velocity of water loss of leaves plucked from plants is in reality a function of the above mentioned factors. From any one of these factors it is impossible to establish a uniform and general rule valid for all species. The influence of insertion, the time of day, or age shows itself in every species according to different rules. (The reaction of every species is different to the effects of insertion, time of day and age.)

2. In our poisoning experiments (with chloroform, ether, formaldehyde and phenol) we proved that the living protoplasm plays an important role in the development of the water retaining power of plucked leaf: the vapours of different narcotics and poisons suspend the powers of water-retention or reduce them to a minimum.

3. The seat of water-retaining capacity is the epidermis, for there is practically no water-retaining capacity in stripped leaves; on the other hand a toxic dose which arrests the water-retaining powers does not suspend the respiration of the plant tissues, hence it may be supposed that only the epidermis is injured.

4. We found a peculiar velocity of water loss, daily rhythm and resistance to desiccation in *Chenopodium album*. Our hypothesis is that the plasma membrane of this plant has dual characteristics. When saturated with water — in contradiction to the usual plasma schema — besides colloids of a lipid nature, hydrophile proteins take part in the development of the boundary membrane, the hydration layer of which, however, becomes thin as the water is given off, upon which the lipid groups take over the dominance of it.

5. For this reason we attribute the water permeability (capacity for water absorption and water loss) of the plasma of the living epidermal cell primarily to its faculty of retaining water.

6. During our permeability experiments we proved that drying and chloroforming increase the leaf-tissue's faculties of losing water and solutes.

New proofs were furthermore obtained of the dual characteristics of the plasma of *Chenopodium album*.

The practical side of these questions is also discussed.

Explanation of the tables

Table 1. Comparisons of transpiring power of intact and cut up leaves. **1.** Name of plants; **2.** Water gs/hour/l g fresh weight: intact leaf; **3.** The same for cut leaf; **4.** Water gs/hour/1 dm² leaf area: intact leaf; **5.** The same for cut leaf.

Table 2. Comparison of the transpiration of living leaves with the water loss from detached leaves. **(1.** Name of plants; **2.** The desiccation rate in hours; **3.** Water gs/hour/100 g fresh weight during the water loss; **4.** Water gs/hour/1 g fresh weight in the course of transpiration.)

Table 3. The difference in percentage of water content between ated untread chloroformed leaf discs after 2 hours' desiccation with 30° C air.

Table 4. The difference in percentage of water content between chloroformed and control leaf discs after 2 hours' desiccation with 30° C air in *Chenopodium* leaves at different levels on the stalk. The resistance of *Chenopodium* to chloroform is evident.

Table 5. The chloroform-susceptibility of hairy-leaved plants compared with our two test plants. **(1.** Name of species; **2.** Water loss of control leaf in % per two hours; **3.** Water loss of chloroformed leaf per two hours; **4.** Difference in percentage of water content between control and treated leaves.)