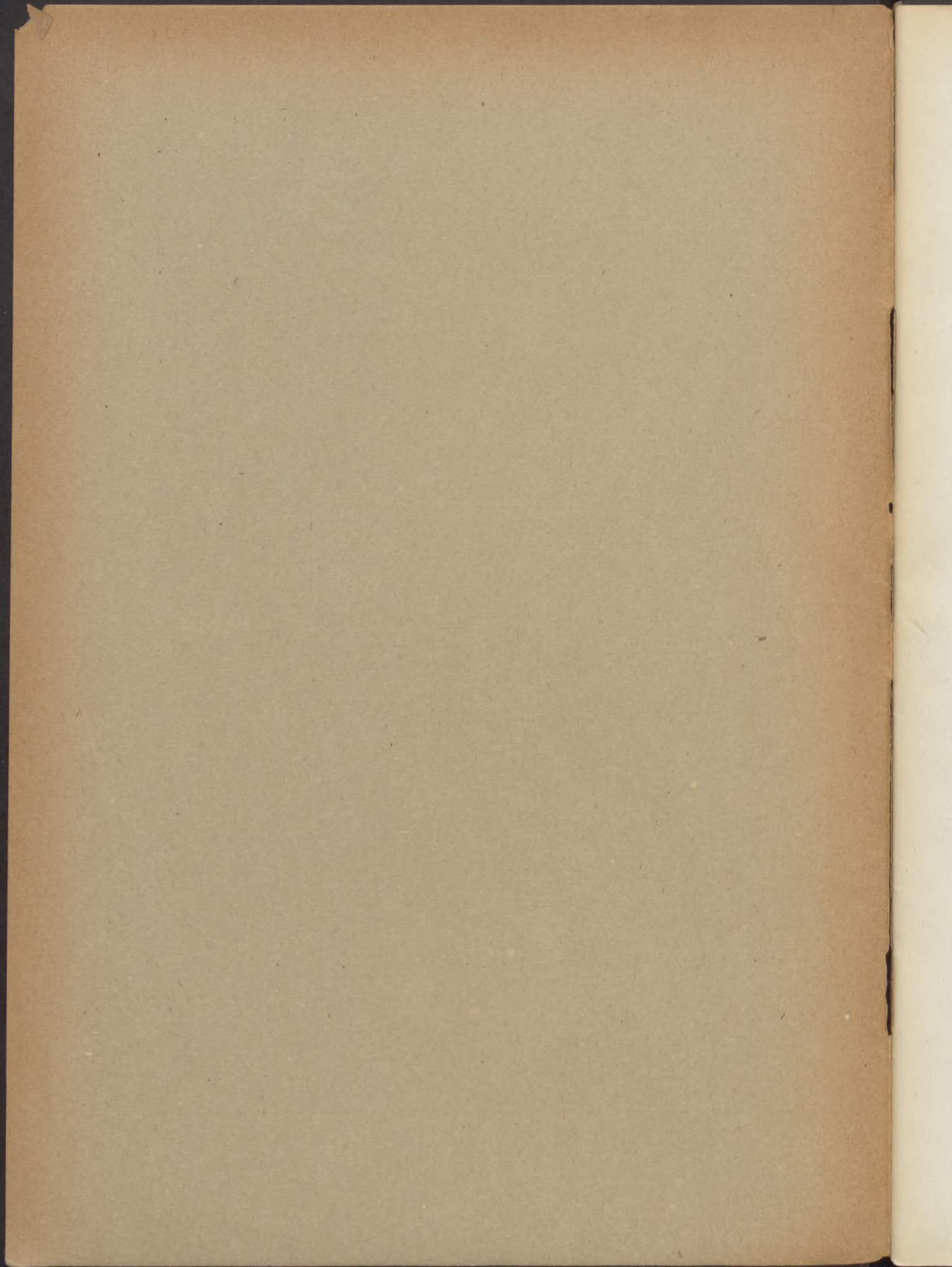


VIZSGÁLATOK A FÁK SZTATIKAI
VÍZIGÉNYÉNEK MEGÁLLAPÍTÁSÁRÓL

ÍRTA
DR. FEHÉR DÁNIEL

BUDAPEST, 1943

KIRÁLYI MAGYAR EGYETEMI NYOMDA



VIZSGÁLATOK A FÁK SZTATIKAI VÍZIGÉNYÉNEK MEGÁLLAPÍTÁSÁRÓL

ÍRTA
DR. FEHÉR DÁNIEL

*Különlenyomat
az „Öntözésügyi Közlemények”
1942. évi 2. számából*

BUDAPEST, 1943

KIRÁLYI MAGYAR EGYETEMI NYOMDA

143000

ORSZ. SZÉCHENYI-KÖNYVTÁR
Nővadásnapló
942 év 25064 sz.



VIZSGÁLATOK A FÁK SZTATIKAI VÍZIGÉNYÉNEK MEGÁLLAPÍTÁSÁRÓL.

Írta: DR. FEHÉR DÁNIEL.

Bevezetés.

A víz egyike a növényi élet legfontosabb fenntartó, alkotó és dinamikai tényezőinek. Növényeink és így a fás növényeink testét is jelentékeny mértékben víz alkotja, amelynek viszonylagos mennyisége a növények élő állapotában 50—60%-ot is kitehet. A növényeknek ezt a viszonylag nagy vízmennyiséget természetesen állandóan az élettani egyensúlyuknak megfelelő szinten kell tartani, mert hiszen a növényi test szerkezeti sajátosságai következtében a víz nemcsak a növényi test alkotó elemét képezi, hanem azáltal, hogy a zsenge élő növényi részek megfelelő berendezéseinek keresztül elpárolog, a növények testében egy állandó vízáramlást hoz létre, amely vízáramlás, minthogy növényeink a transzpiráció útján elvesztett vizet a gyökereikkel pótolják, alulról felfelé áramló vízmozgást hoz létre, amely vízmozgás a gyökerekből az ott felvett és a vízben oldott szerves tápsókat is felfelé, a felhasználás helyére szállítja.

A víz tehát a növényi élet egyik legfontosabb alaptényezője, amelynek hatása kiemelkedő mértékben uralkodik a többi felett. A víztényező befolyása azonban rendszerint nem nyilvánulhat meg önállóan, miután erre viszont a hőmérsékleti tényező változásai gyakorolnak igen érezhető befolyást. A víz és a hőmérséklet, a természetnek ez a két fontos tényezője tehát külön-külön és együtt is, mint egy folyton változó összetett tényező szabályozza a többi élettani tényező hatásfokát. A kettőnek ez az együttes hatása a növények és így az erdő életterének is egyik legfontosabb irányadó, szabályozó, ökológiai tényezőjét képezi.

A hőmérséklet és a víz hatása, amint ezt már mind e folyóirat hasábjain, mind másutt is részletesen kifejtettem, az úgynevezett *R-törvény* értelmében valósul meg. Amint tudjuk, lényegileg ez a törvényszerűség azt mondja, hogy a növényi élet majdnem minden megnyilvánulását a többi élettani tényező megszabta kereten belül a hőmérséklet és a talaj víztartalmának szorzatából képezett, úgynevezett komplex *R-értékek* szabályozzák. A növényeknek a növekedése és asszimilatórikus anyagtermelése e törvény értelmében az *R-értékektől* függően exponenciális értelemben jelentkezik. Amíg e két tényező a maga optimumhatárát túl nem haladta, a szorzatukból képezett *R-értékek* a fák és a növények életére általában serkentő hatást gyakorolnak. Mihelyt azonban akár az egyik, akár a másik, akár pedig mindkét tényező túllépi a maga optimális határát, az *R-tényező* hatása gátló értelemben fog megnyilvánulni. A két összetevő tényező közül a hőmérséklet emberi beavatkozások közbejöttével alig, vagy egyáltalában nem befolyásolható. Legfeljebb

egyres talajművelési eljárások, továbbá az erdő életterében különböző módon véghez vitt erdőművelési rendszabályok, így a gyérítés, tisztítás, tarvágás gyakorolhatnak ez értelemben az állományok levegőjének, illetőleg az erdő talajának hőmérsékletére befolyást. Általában a hőmérsékletnek az optimuma, ha a növények asszimilatórikus anyagtermelését vesszük szemügyre, kb. 25—28 C° körül van. Jellemző a természet bölcs berendezésére az a körülmény, hogy ugyanekkor a talajélet legkedvezőbb mérvének a határa szintén kb. 25—26 C° hőmérsékletnél jelentkezik. Ha most már figyelmünket az erdő, illetőleg a fák vízgazdálkodásának, illetőleg vízigényének a vizsgálatára fordítjuk, úgy e kérdés kutatásánál a probléma dinamikai részét élesen el kell választanunk ennek sztatikai elemeitől. A fák, illetőleg a növények dinamikai vízgazdálkodása elsősorban abban jut kifejezésre, hogy a zsenge növényi részek bizonyos mennyiségű vizet állandóan elpárologtatnak és ezt a gyökerek vízfelvétele útján pótolják. A víz tehát amint említettem — a növények vízpályáiban állandóan mozgásban van és ennek a mozgásnak lüktető, eleven életerejét a fent említett zsenge növényi szervek állandó párolgása tartja fenn. Ha most már e kérdés beható vizsgálatát meg akarjuk kísérelni, úgy természetesen itt a párologtató növényi részek által naponként vagy óránként, szóval bizonyos határozott időegységben elvesztett víz mennyiségét kell kutatnunk fás növényeinknél. *Höhn* és *Ebermayer* foglalkoztak ezzel a kérdéssel behatóbban. A vizsgálatok azonban azt mutatják, hogy a probléma e részének a kutatása nagyon körülményes, mert a növények által elpárologtatott víz mennyiségének a meghatározása igen nagy nehézségekbe ütközik.

Ha most már ezzel ellentétben a növények, illetőleg a fák sztatikai vízigényét vizsgáljuk, úgy természetesen e kutatásainkkal elsősorban a talaj azon víztartalmát kell megállapítanunk, amely mellett a növények, illetőleg a fák legoptimálisabb fejlődésüket fejthetik ki. Tudjuk, hogy a növények és így a fák is általában az életfolyamataik keresztülviteléhez szükséges vizet gyökereik útján a talajból veszik fel. Tudjuk azonban azt is, hogy a gyökerek egészséges és gazdaságos működéséhez ezeknek, minthogy életműködésük közben erősen dolgoznak és lélekeznek, megfelelő mennyiségű levegőre is szükségük van. A talaj hézagterfogata a túlságosan kötött vagy szikes talajoktól eltekintve, rendszerint elegendő levegővel rendelkezik ahhoz, hogy a növényeknek, illetőleg a fákknak ezen igényét kielégíthesse. Tudjuk azonban azt is, hogy akkor, amikor a talaj vízzel telítődik, tulajdonképpen a benne lévő levegőüregek összessége, tehát a talaj hézagterfogata fogadja magába a vizet. Azt a sajátságát a talajnak, hogy üregeiben egy bizonyos mennyiségű vizet vissza tud tartani, a talaj vízbefogadóképességének nevezzük. Amikor tehát a talaj vízzel teljesen telítve van, úgy levegőtartalma minimális mennyiségű lesz és így a legtöbb növény gyökerei benne lélekezni és életműködésüket szabályosan kifejtteni nem tudnák. Ezért növényeink életműködése szempontjából sohasem előnyös a talaj vízbefogadóképességének, illetőleg a talaj hézagterfogatának vízzel való teljes telítettsége. A növények életműködése szempontjából e térfogat csak egy részét szabad vízzel telítenünk, míg a másik részének szabadon kell maradnia, hogy a növények gyökerei megfelelően levegőhöz jussanak. A növények, illetőleg a fák optimális növekedéséhez, tehát a talaj levegőtartalmának és víztartalmának mindig egy, növény, illetőleg fajok szerint változó, de ugyanazon fajnál rendszerint határozott keretek között mozgó optimális viszonyra van szükség. A kérdés megítélésénél rendszerint azt a körülményt vesszük figyelembe, hogy a talaj hézagterfogata

milyen mértékben van vízzel telítve akkor, amikor a szóbanforgó vagy megvizsgált növényfajok legkedvezőbb élettani működésüket és kifejlődésüket érik el. Ez a megállapítás azonban nemcsak a magasabbrendű növényekre érvényes, hanem a talajt benépesítő alacsonyabbrendű növények életműködése szempontjából is irányadó jelentőséggel bír.

Amint ezirányú kutatásaink mutatják, a természet mind a magasabbrendű, mind az alacsonyabbrendű növények sztatikai vízigényének a határait nagy vonásokban közel hasonlóan vonta meg, hogy ezáltal a talajban élő parány szervezetek működése és a magasabbrendű növények életfolyamatai között az egybevágó össz-működés előfeltételeit meg tudja teremteni.

Amint a magam, valamint munkatársaim által e téren végzett eddigi vizsgálataink eredményei mutatják, mezőgazdasági kultúrnövényeink sztatikai vízigénye nagy átlagban a talaj vízbefogadóképességének 60—80%-os telítettségi fokánál, illetőleg a talaj hézagterfogatának 20—40%-os levegővel való telítettsége körül mozog. Az egyes fajok között természetesen e téren bizonyos különbségeket fogunk találni, amely különbségek azután, különösen a mezőgazdasági növények öntözésénél jelentős kihatással vannak az adagolt vízmennyiségek élettani hatásfokára.

Az erdő életterének vízzel való gazdálkodásánál természetesen bizonyos fokig más elvek lesznek majd az irányadók, mint a mezőgazdasági növények sztatikai vízigényének a megítélésénél. A fáknál ugyanis tekintetbe kell mindig vennünk, hogy ezek hosszabb élettartamuk következtében mély gyökeret tudnak fejleszteni és ezzel a gyökérszettel azután adott körülmények között nemcsak a mélyebben fekvő, állandó nedvességű rétegeket, hanem magát a talajvizet, vagy a talajvízhez közelebb fekvő, viszonylag nedvesebb rétegeket is elérhetik.

Amíg tehát a mezőgazdasági növények sztatikai vízigényének a megítélésénél elsősorban a kb. 1 m-ig terjedő talajréteg vízzel való telítettsége, illetőleg e talajréteg hézagterfogataiban visszamaradó levegő viszonylagos mennyisége lesz irányadó, addig a fás növények, ahová nemcsak az erdei fáink, hanem a gazdaságilag oly fontos szerepet játszó gyümölcsfák is tartoznak, a mind mélyebben hatoló gyökereik útján a vizet később már a mélyebben fekvő szintekből veszik fel és így magukat azután a felsőbb talajrétegek vízgazdálkodásától többé-kevésbé függetleníteni tudják. Ennek dacára a felsőbb talajrétegek vízzel való telítettségének a hatása és befolyása szintén jelentékeny maradhat. Figyelemmel kell lennünk ugyanis arra a körülményre, hogy fás növényeink, különösen életüknek kezdeti éveiben, amíg kellőleg meg nem erősödnek, a talajnak tápanyagtartalmával és víztartalmával szemben különleges igényeket támasztanak. Ebben az első küzdelmes életkorban, amely a lassabban növő erdei fáinknál 8—10 évig, a gyorsabban növőknél és a kisebb életkorú gyümölcsfáknál 5—6 évig is eltarthat, ugyancsak érzékenyek lesznek a talaj vízgazdálkodásával szemben és ha ezek kezdeti növekedésüknek leg-élénkebb fázisát magába foglaló időszakban kellő vízmennyiséggel nem rendelkeznek, vagy ezzel ellentétben, a talajnak a víztartalma a nekik megfelelő optimális levegő és vízviszonyt jelentékenyen túlhaladja, úgy nemcsak növekedésük fog visszamaradni, hanem bizonyos esetekben, amint ezt minden gyakorlati szakember tudni fogja, ki is pusztulhatnak. A fák tehát életkoruk kezdeti éveiben éppen olyan érzékenyek lesznek a talaj vízgazdálkodásával szemben, mint a mezőgazdasági kultúrnövények. Gyümölcsfáink általában rövidebb életkorúak és kisebb ellenálló-

képességük következtében e téren még fokozottabb érzékenységet mutatnak. Közismert dolog, hogy különösen a mi éghajlatunk alatt a csemetekertek öntözése mindinkább tért hódít és a helyesen keresztülvitt öntözést gyümölcsfáink meghálálják.

Mindezen szempontok készítették bennünket arra, hogy a fásnövények sztatikai vízigényének a megállapításával behatóbban foglalkozzunk. E vizsgálati sorozat egyelőre erdei fákat foglal magába. A gyümölcsfák viselkedésének felderítése a most következő kutatásoknak lesz a feladata. E vizsgálatok eredményei azonban kétségkívül a gyümölcsfák magatartására is bizonyos következtetések levonását teheti majd lehetővé. Erdőgazdasági szempontból e probléma kutatásának és megoldásának nemcsak a fák általános élettani viselkedése szempontjából van jelentősége, hanem ezenfelül különös fontossággal bír a kopár, vagy más területek fásításánál. Különösen az Alföld-fásítás keresztülvitelénél kell fáink sztatikai vízigényével tisztában lennünk. Ha ezt ismerjük és tüzetesebb megfigyelések folyamán a beerdősítendő talajok vízgazdálkodásával, tehát víztartalmával és vízbefogadóképességével is tisztába jövünk, úgy természetesen már ismerve a fásításnál számba jövő fák vízigényét, értékes támpontokat nyerhetünk ezeknek az erdősítésnél való felhasználására vonatkozólag. De ettől eltekintve, a már megtelepített állományok vízgazdálkodása szempontjából is fontos és irányadó, ha az állományokat alkotó fajok sztatikai vízigényét megismerjük. Ennek az ismerete képessé tesz majd bennünket arra, hogy erdőtalajaink víztartalmát a megfelelő gazdasági beavatkozásokkal, így esetleg tarvágások bevezetésével, vagy a gyérítések és tisztítások megfelelő irányításával, sőt szükség esetén egyéb műszaki berendezésekkel, így lecsapolással és víztelenítéssel, fáink vízigényének megfelelően szabályoztassuk.

A sztatikai vízigény megállapítását az eddigi kísérletek folyamán tenyészedénykísérletekkel végeztük. Miután pedig ezt a vízigényt kifejező százalékos arányszám, ha ezt a talaj mindenkor vízbefogadóképességére, vagy jobban mondva hézagterfogatának vízzel való telítettségére vonatkoztatjuk, meglehetősen állandó érték marad, úgy ezt minden más ismert vízkapacitással, illetőleg hézagterfogattal bíró talajra alkalmazhatjuk. Természetesen sohasem szabad elfelejtenünk, hogy talajaink vízvezetőképessége azoknak belső fizikai és kémiai szerkezete szerint sokszor igen jelentékeny változásoknak lesz alávetve. Éppen ezért a tenyészedénykísérletek alapján kapott eredményeket csak e körülmény gondos figyelembevételével szabad a gyakorlatba átvinnünk és különösen figyelemmel kell lennünk arra a körülményre, hogy a tenyészedénykísérletek folyamán kapott viszonyszámokat csak nagyvonalú irányadó adatoknak tekinthetjük, amelyek segítségével azután, ha talajaink különleges fizikai szerkezetét ismét tekintetbe vesszük, a továbbiakra vonatkozólag értékes útmutatást kaphatunk. Gondosan ügyelnünk kell arra a körülményre, hogy nem változik-e meg a fák sztatikai vízigénye ezek fejlődése folyamán. E tekintetben természetesen csak a most megkezdett kutatások több éven át való folytatása adhatja meg a választ.

Hasonlóképpen tekintetbe kell vennünk azt a körülményt is, hogy fás növényeinknek éppen úgy, mint a többi kultúrnövényeinknek az asszimilatórikus anyagtermelését és növekedését a talaj víztartalmán kívül a levegő és a talaj hőmérséklete, az *R*-törvény már ismertetett határai között szabályozza. A tenyészedénykísérleteknél nyert eredményeknek a gyakorlatba való átvitelénél e körülményre is figyelem-

mel kell lennünk, mert hiszen ezeket üvegházakban optimális hőmérsékleti viszonyok mellett folytattuk le, amely viszonyokat a természetben alig, vagy egyáltalában nem tudjuk megtalálni. A most vázolt szempontokra tehát az eredmények kiértékelésénél mindig tekintettel kell lennünk és különösen hangsúlyoznunk kell azt, hogy a fás növények hosszabb élettartama következtében csak több éven keresztül lelkiismeretesen keresztülvitt tenyészedenykísérletek, majd ezeknek folytatásaképpen szintén több esztendőn keresztül a szabadföldön végrehajtott szabatos öntözési kísérletek adhatják meg a végső szabatos útbaigazításokat.

A mostani kutatások eredménye tehát, bár ezek már 2—3 éves kísérleti időszak alapulvétele mellett történtek, egyelőre csak nagyvonalú tájékozásul szolgálnak, hogy ezeknek a tekintetbevételével azután a további kísérletek folyamán a végső eredményeket levezethessük. Dacára az eredmények tájékoztató voltának, mégis indokoltnak véltem ezeket már most ismertetni, mert a fák sztatikai vízigényére vonatkozólag az irodalomban vizsgálati eredmények még egyáltalában nem állanak a rendelkezésünkre és ezért helyesnek és szükségesnek tartottam, ha tájékozásul és azért, hogy a további vizsgálatokat helyes mederbe tereltessek, az eddig kapott eredményeket a fentiek hangsúlyozásával már most ismertetem.

A vizsgálatoknál alkalmazott módszerek leírása.

Miután jelen kutatásaink folyamán a fásnövények sztatikai vízigényét első sorban kísérleti úton, a többi tenyésztési felvételek lehető egyszinten való tartása mellett igyekeztünk megvizsgálni, úgy egyelőre az intézet kísérleti növényházában végeztünk tenyészedenykísérleteket. Miután a fák hosszú élettartama ezt megkívánta, így természetesen e kísérleteinket is több éven át rendszeresen folytattuk, úgy, hogy a most közölt eredmények már hároméves vizsgálati időszak kutatásainak rendszeres keresztülvitele útján jöttek létre.

Amint az e téren a mezőgazdasági kultúrnövényekkel már több éven át végzett kísérleteink leírásánál hangsúlyoztam, e vizsgálatainknál is alul zárt tenyészedenyeket alkalmaztunk, miután ennek a berendezésnek a segítségével közelíthettük meg a legjobban a természetben uralkodó tényleges viszonyokat. Figyelemmel kellett ugyanis arra a körülményre lennünk, hogy a fák gyökerei növekedésük folyamán az erdő és gyümölcsösök talajába gyakran több méter mélységbe is behatolnak és itt sokszor vízátnemeresztő rétegekre találnak, amelyek azután természetesen a túlzott mennyiségben adagolt víznek a gátló hatását még jobban érvényesíteni fogják. De ettől eltekintve, egyes talajoknál a talaj vízbefogadóképessége rendszerint az alsóbb szintekben növekedni szokott és így a víznek lefelé való áramlása még akkor is, ha a víz kifejezett vízátnemeresztő rétegre nem jutna, fokozatosan lassabbodni fog. Az úgynevezett álló vagy sztagnáló víznek káros befolyását viszont csak akkor tudjuk meggyőzően és szabatosan kimutatni, ha tenyészedenyeinket, amelyeket természetesen fás növényeinknél meglehetősen nagyra kellett szabnunk, alul lezárjuk.

Mi a kísérletek folyamán részint zinkkel, részint pedig agyagból készült tenyészedenyeket használtunk, amelyek kb. 10—20 kg mennyiségű talajt fogadnak be. Az agyagedényeket kívülről olajfestéssel vontuk be, hogy a víz nagyobb mérvű elpárolgását megakadályozzuk. A fiatalabb és így kisebb nagyságú fenyők vizsgálatá-

nál nagyobb, szintén agyagból készült és kívül olajfestéssel bevont cserepeket használtunk. Különösen fontos mindezen vizsgálatoknál, hogy a talaj vízbefogadóképességet megbízható módon meghatározhassuk és azután ezt mindig a kísérletek szempontjából szükséges telítettségi fokokon tarthassuk. Mi egyelőre jobb híján és azért, hogy e kutatásaink eredményeit a régebbi vizsgálatainkkal is összehangba tudjuk hozni, az úgynevezett maximális vízkapacitást határoztuk meg *Mitscherlich* és *Schübler* eljárása szerint. Ez az eljárás az irodalomban részletesen le van írva és használata egyébként is annyira elterjedt, hogy részemről feleslegesnek tartom itt bővebben tárgyalni. E tekintetben az irodalmi összefoglalásban megadott közismert forrásmunkákra utalok.

A maximális vízkapacitás ismerete alapján számítottuk ki a kísérleteknél alkalmazott talajok azon tényleges nedves súlyára vonatkoztatott víztartalmat, amely víztartalmak azután az egyes százalékos telítettségi fokoknak felelnek meg. Hogy ezeket a víztartalom-fokokat állandóan az előírt szinten tarthassuk, a tenyészvényeket szabályos időközökben mérlegeltük és az előállott vízvesztéséget azután a megfelelő mennyiségű, illetőleg súlyú víz adagolásával pótoltuk.

Miután a melegebb nyári hónapokban 2—3 naponként, ősszel, tavasszal és télen 4—5 naponként pótoltuk a vizet, rendszerint közvetlenül a víz adagolásakor az alacsonyabb telítettségi fokoknál 5—6%-kal, az alacsonyabbaknál 6—8%-kal több vizet adtunk, hogy ilyen módon a 2—3 napos időszak alatt a víztartalmi-fokok átlagértékei közel egyenlőek legyenek. Ha most már a kísérletek folyamán kapott optimális növekedési adatokat a talaj vízkapacitásának megfelelő százalékos telítettség fokaira vonatkoztatjuk, úgy végeredményben általános érvényű adatokat kapunk, amelyeket minden ismert vízkapacitású talajnál alkalmazhatunk, ha ennek tényleges víztartalmát a kísérleti úton nyert és a maximális vízkapacitás értékeire vonatkoztatott viszonyszámokkal számítjuk.

Tekintettel azonban arra a körülményre, hogy a talajok vízvezetőképessége különösen szélsőséges esetekben meglehetősen nagy különbségeket mutat, hiszen elég e tekintetben egy homoktalajnak vagy egy sós talajnak (nátrium talajnak) a viselkedésére mutatnunk, úgy természetesen a fenti módon nyert adatoknak a gyakorlatban való alkalmazásánál bizonyos eltérésekkel kell számolnunk. Hogy e tekintetben tisztábban láthassunk, kutatásainkat különböző vízkapacitású talajokon folytattuk le. A tapasztalatok azt mutatják, hogy e körülmény lényegesebb különbségeket ezidőszert még nem idézett elő. Az eredmények összeállításánál mindig külön megadjuk a talaj tényleges vízkapacitását és a talaj nedves súlyára vonatkoztatott víztartalmát. A különbségek egyébként valószínűleg azért nem mutatkoznak, mert nagyság szerint beleesnek a méréseknél alkalmazott módszer hibahatárai közé. Általában a kísérleteinknél alkalmazott talajaink a következők voltak:

1. Homoktalaj Sopron környékéről.
2. Egy-egy homoktalaj Kecskemét, Királyhalom és Debrecen környékéről, azután
3. egy közép kötött vályogtalaj Sopron környékéről.

A talajok kémhatását és vízkapacitási adatait a tuloldali 1. sz. táblázatban foglaltam össze. Hogy a vizsgálatoknál időt nyerjünk és e mellett azokat a szabályellenességeket és eltéréseket, amelyek az általában egyenlőtlenebbül csírázó erdei fáknál előfordulnak, elkerülhessük, a vizsgálatoknál egy- vagy kétéves, gon-

dosan iskolázott csemetéket használtunk fel. Gondosan ügyeltünk arra, hogy az egyes tenyészedenyekbe lehetőleg egyforma hosszú és egyformán fejlődött csemetéket helyezünk. Rendszerint öt csemetét helyeztünk egy-egy tenyészedénybe és ezeknek a számát fokozatosan négyre, majd kettőre csökkentettük, hogy a beteg vagy feltűnően egyenlőtlen példányokat kiküszöbölhessük. Az eddigi vizsgálati eredményeinket a csatolt 1—17. sz. képekben és a 2—3. sz. összesítő táblázatokban mutatjuk be.

1. TÁBLÁZAT.

Sor-szám	Termőhely	Talajféleség	Vízkapacitás Wk %	pH
I.	Kecskemét	Homok	19.0	7.06
II.	Királyhalom	„	20.5	7.02
III.	Debrecen	„	20.0	7.14
IV.	Sopron	„	21.0	6.35
V.	Sopron	Kissé homokkal elegyes vályogtalaj	29.0	6.31

2. TÁBLÁZAT.

Talajszám	I.		II.		III.		IV.		V.	
A talaj vízkapacitása %-ban	19.0		20.5		20.0		21.0		29.0	
Növényfaj	A fák optimális növekedésének határértékei									
	Vt.	Vk.	Vt.	Vk.	Vt.	Vk.	Vt.	Vk.	Vt.	Vk.
<i>Fenyők:</i>										
Pinus nigra	—	—	14.35 15.38	70 75	—	—	—	—	—	—
Pinus silvestris	—	—	—	—	—	—	16.8	80	23.2	80
Picea excelsa	—	—	—	—	16.0	80	16.8	80	23.2	80
Abies alba	—	—	—	—	—	—	—	—	23.2	80
<i>Lomblevelű fák:</i>										
Alnus glutinosa ...	—	—	—	—	—	—	—	—	26.1	90
Elaeagnus angusti- folia	—	—	—	—	—	—	—	—	21.8	75
Fagus silvatica	—	—	—	—	—	—	—	—	20.3	70
Fraxinus americana	—	—	—	—	—	—	—	—	21.8	75
Fraxinus excelsior	—	—	—	—	—	—	—	—	23.2	80
Fraxinus ornus	—	—	—	—	—	—	16.8	80	23.2	80
Quercus robur	—	—	—	—	—	—	—	—	21.8	75
Quercus sessiliflora	—	—	—	—	—	—	—	—	23.2	80
Populus nigra	—	—	—	—	—	—	16.8	80	—	—
Robinia pseudacacia	15.2	80	—	—	—	—	—	—	23.2	80
Salix viminalis.....	—	—	—	—	—	—	15.8 16.8	75-80	—	—
Tamarix tetrandra .	—	—	—	—	—	—	—	—	23.2	80
Ulmus glabra.....	—	—	—	—	—	—	16.8	80	23.2	80
Ulmus montana ...	—	—	—	—	—	—	—	—	23.2	80

Vt. = a talaj víztartalma nedves súlyszázalékban.

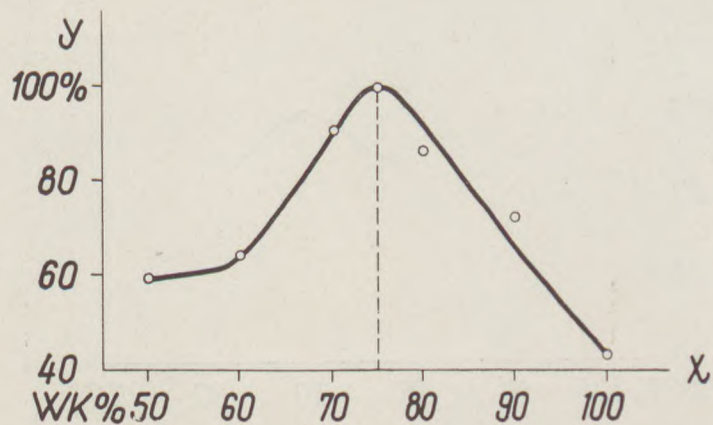
Vk. = a talaj vízkapacitása nedves súlyszázalékban.

I. = Kecskemét. II. = Királyhalom. III. = Debrecen. IV. = Sopron. V. = Sopron.

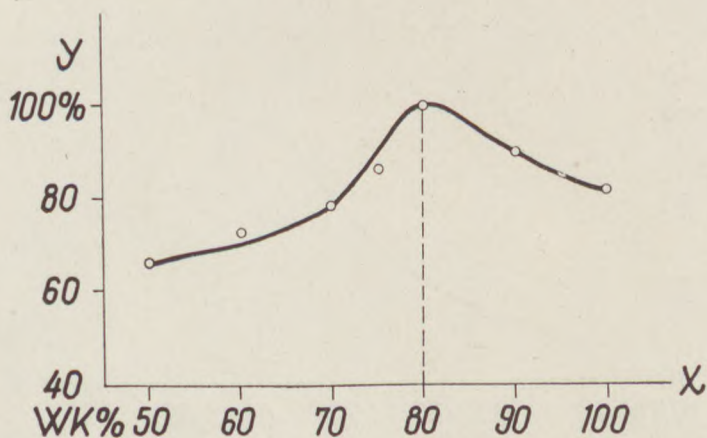
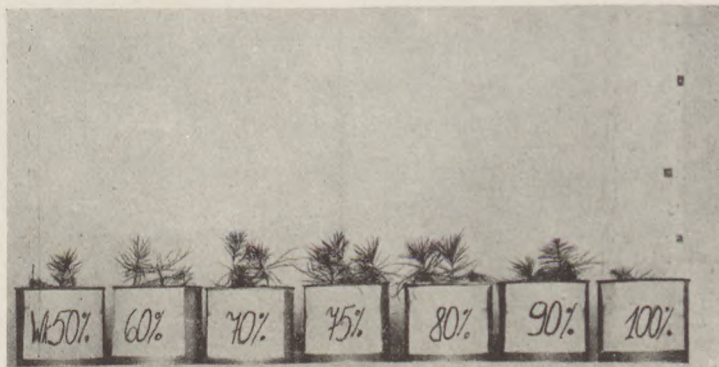
3. TÁBLÁZAT.

A vízkapacitás telítettségi fokai és a megvizsgált fák magassági növekedése közötti összefüggés.

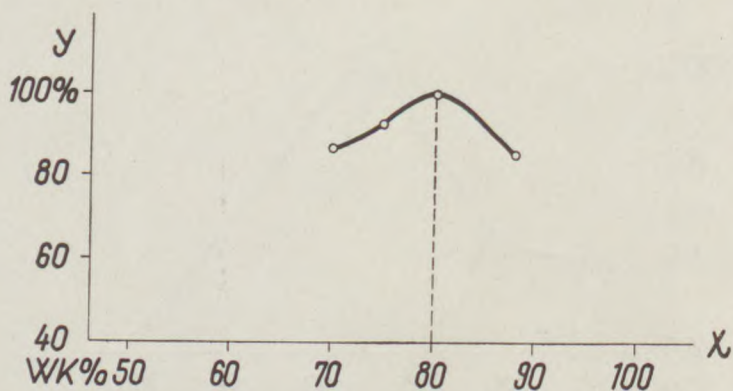
N ö v é n y f a j	T a l a	Vízirtalom a vízbefogadóképesség százalékában								A kísérlet időtartama	A hozzátartozó kép száma
		40	50	60	70	75	80	90	100		
		A magassági növekedés az optimum százalék (=100)-ban kifejezve									
Pinus nigra	Homok, Királyhalom	—	59	64	91	100	86	72	43	2 1/4	1. sz. kép
„ „	„ „	—	59	59	78	100	96	82	0	2	—
„ „	„ „ Sopron	83	84	84	100	99	67	60	56	2 1/4	—
Pinus silvestris	„ „	—	—	—	87	93	100	85	—	1 1/2	3. sz. kép
„ „	Kötött, „	—	66	72	78	86	100	90	82	2 1/2	2. „ „
Picea excelsa	Homok, Debrecen	—	—	76	86	—	100	79	—	2 1/2	5. „ „
„ „	„ „ Sopron	—	—	—	57	83	100	77	—	2 1/2	—
„ „	Kötött, „	48	—	66	74	92	100	83	79	2 1/2	4. sz. kép
Abies alba	„ „	44	—	46	72	92	100	81	57	2 1/2	6. „ „
Alnus glutinosa	„ „	58	—	62	78	82	84	100	86	2 1/4	7. „ „
Elaeagnus angustifolia	„ „	52	—	58	72	100	82	69	60	1 1/2	8. „ „
Fagus sylvatica	„ „	56	—	75	100	75	58	56	50	2 1/4	9. „ „
Fraxinus americana	„ „	70	—	75	88	100	84	78	—	1 1/2	—
„ „ excelstor	„ „	44	—	76	82	91	100	78	61	2 1/4	10. „ „
„ „ ornus	Homok, „	—	—	—	80	94	100	80	—	2 1/4	—
„ „	Kötött, „	67	—	70	81	86	100	63	50	2 1/4	—
Quercus robur	„ „	78	78	80	81	100	90	81	—	2	—
„ „ sessiliflora	„ „	66	—	78	91	93	100	88	76	2 1/4	11. „ „
Populus nigra	Homok, „	—	52	57	81	87	100	81	—	1 1/2	12. „ „
Robinia pseudacacia	„ „ Kecskenét	76-5	91	92	93	97	100	95	71	2	—
„ „	„ „	71-5	73	95	99	99	100	86	82	2 1/2	—
„ „	„ „	68	73	73	75	87	100	78-5	77-5	2 1/2	13. sz. kép
„ „	Kötött, Sopron	—	—	90	96	97	100	—	—	2 1/2	—
Salix viminalis	Homok, „	—	46	78	86	100	100	86	82	1 1/2	14. sz. kép
Tamarix tetrandra	Kötött, „	56	—	67	73	86	100	91	71	1 1/4	15. „ „
Ulmus glabra	„ „	72	—	74	79	84	100	86	80	2 1/4	—
„ „	Homok, „	—	—	—	71	80	100	48	—	2 1/4	16. sz. kép
„ „ montana	Kötött, „	60	—	83	86	92	100	90	84	2 1/4	17. „ „



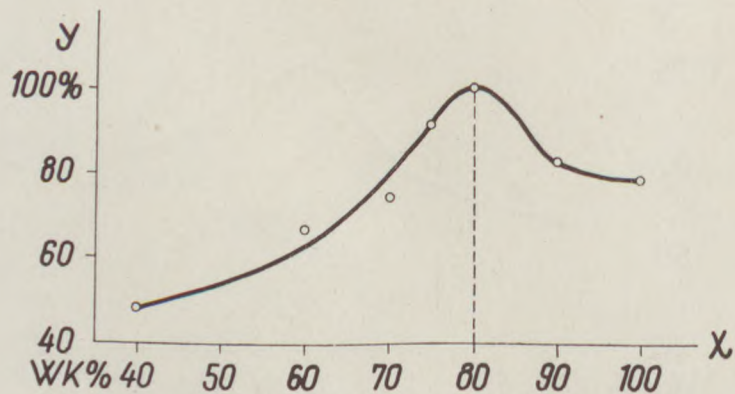
1. sz. kép. Fekete fenyő (*Pinus nigra*) sztatikai vízigénye. Felül az x -tengelyre a talaj vízbefogadóképességének %-os telítettségi fokai, az y -tengelyre pedig a növekedési magassággal kifejezett termés eredményeket mértük fel az optimum %-aiban.



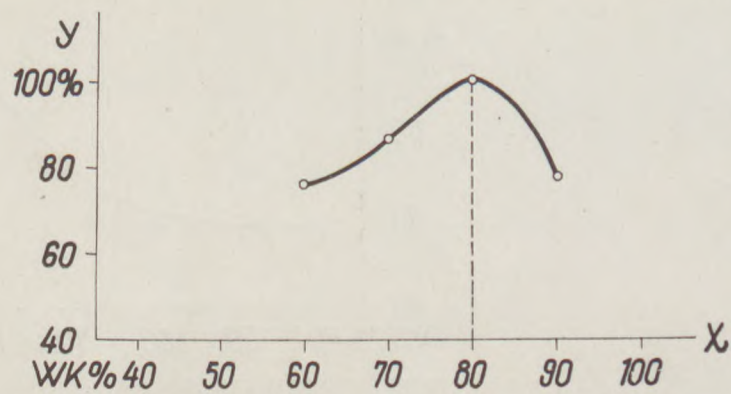
2. sz. kép. Erdeifenyő (*Pinus silvestris*) sztatikai vízigénye. Vályogtalaj. (Magyarázat az 1. sz. képnél.)



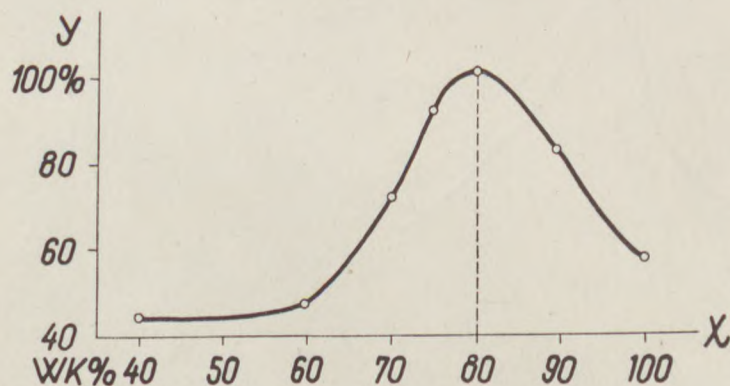
3. sz. kép. Az erdeifenyő (*Pinus silvestris*) sztatikai vízigénye. Homoktalaj. (Magyarázat az 1. sz. képnél.)



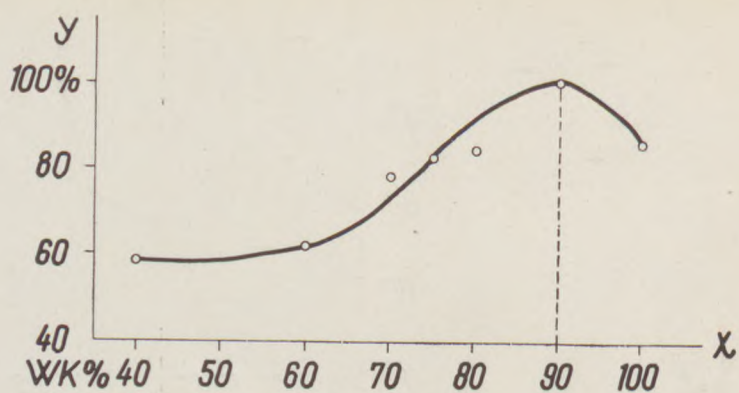
4. sz. kép. A lucfenyő (*Picea excelsa*) sztatikai vízigénye. Vályogtalaj. (Magyarázat az 1. sz. képnél.)



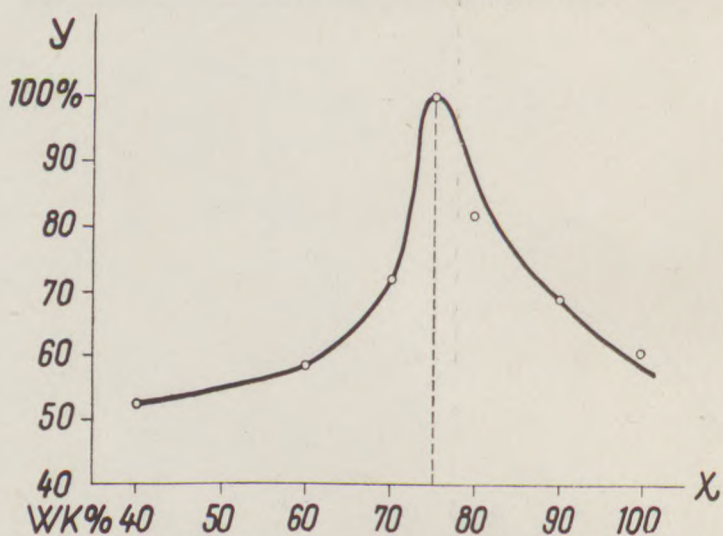
5. sz. kép. A lúcfenyő (*Picea excelsa*) sztattikai vízigénye. Homoktalaj. (Magyarázat az 1. sz. képnél.)



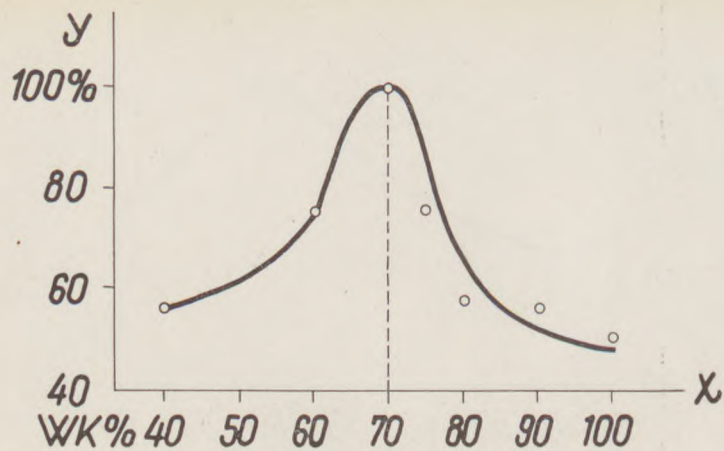
6. sz. kép. A jegenyefenyő (*Abies alba*) sztattikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.) Vályogtalaj.



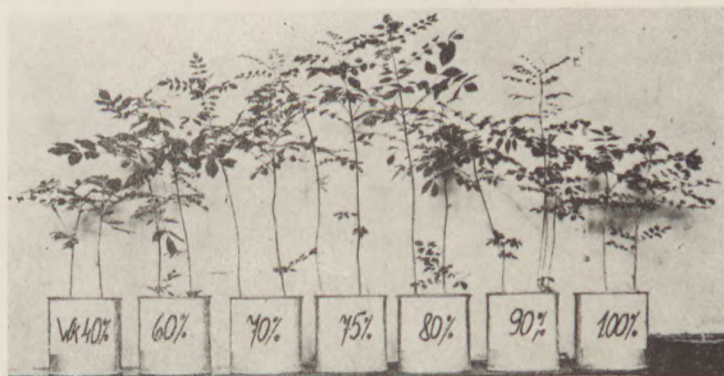
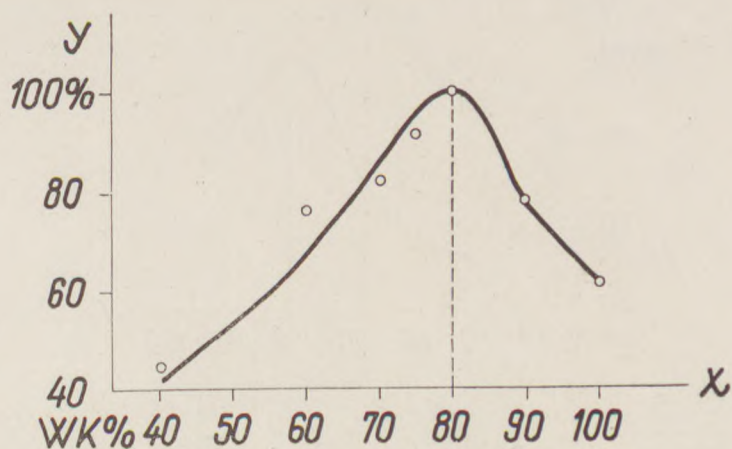
7. sz. kép. A mézgás éger (*Alnus glutinosa*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.) Vályogtalaj.



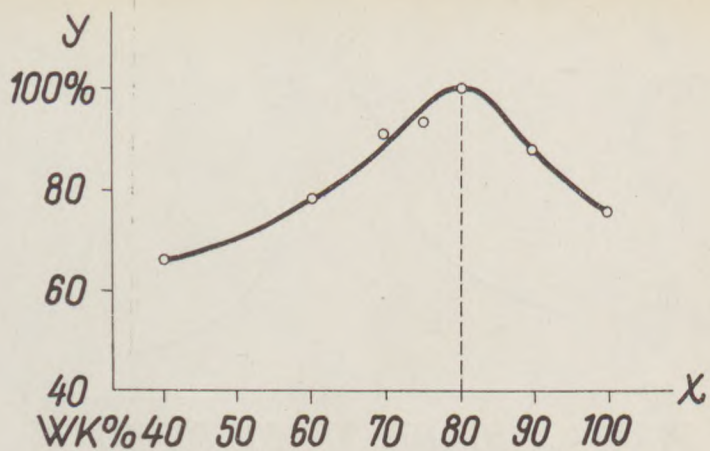
8. sz. kép. Az ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.) Vályogtalaj.



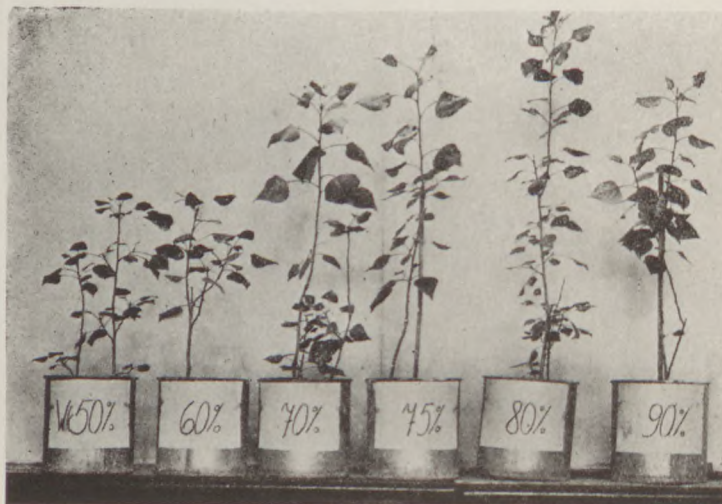
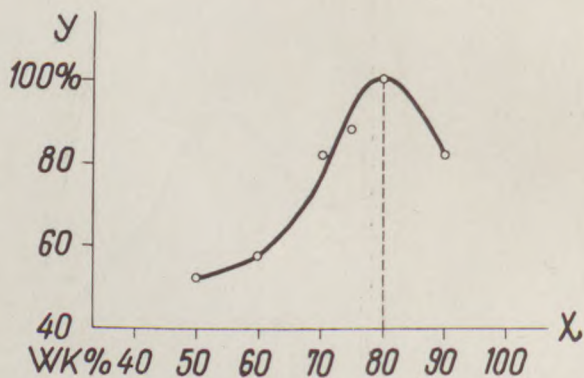
9. sz. kép. A bükk (*Fagus silvatica*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.) Vályogtalaj.



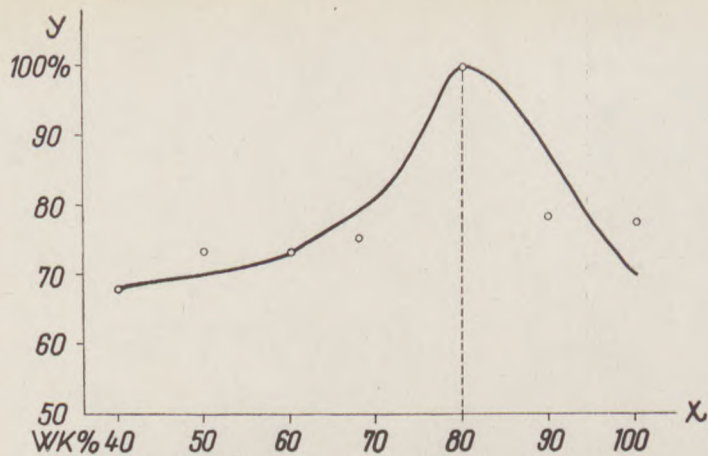
10. sz. kép. A magas kőris (*Fraxinus excelsior*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.) Vályogtalaj.



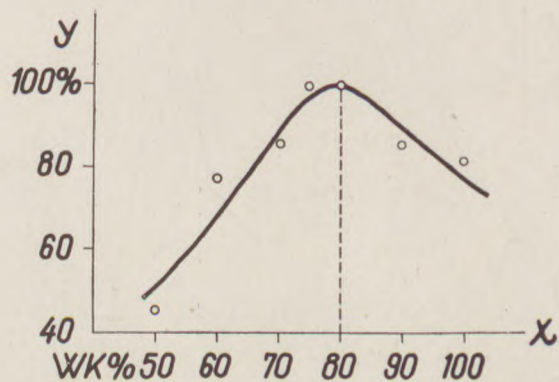
11. sz. kép. A kocsánytalan tölgy (*Quercus sessiliflora*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.)
Vályogtalaj.



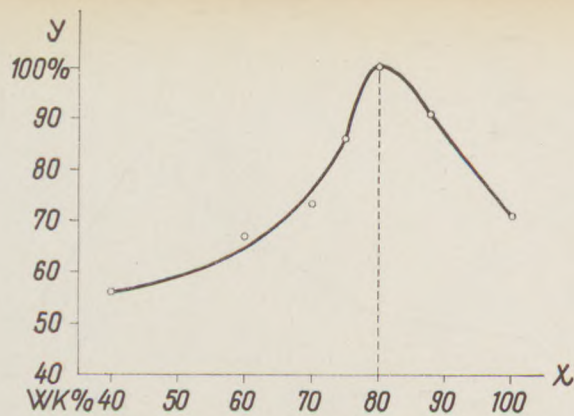
12. sz. kép. A jegenyenyár (*Populus nigra*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.)
Homoktalaj.



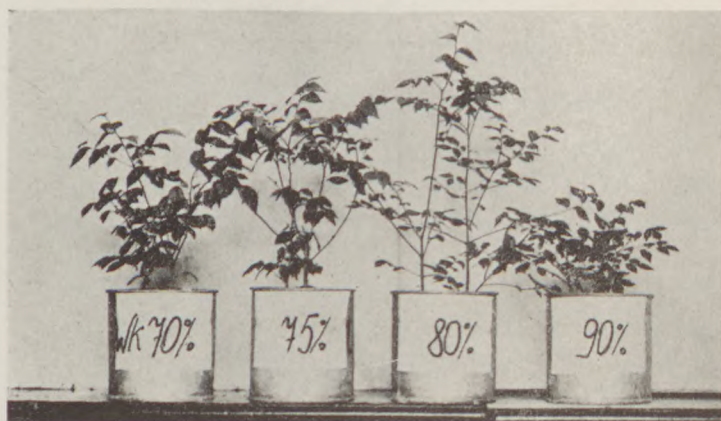
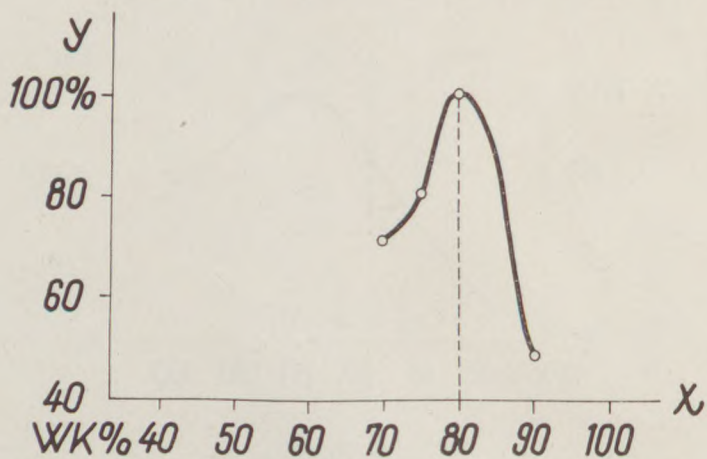
13. sz. kép. Az ákác (*Robinia pseudacacia*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.) Homoktalaj.



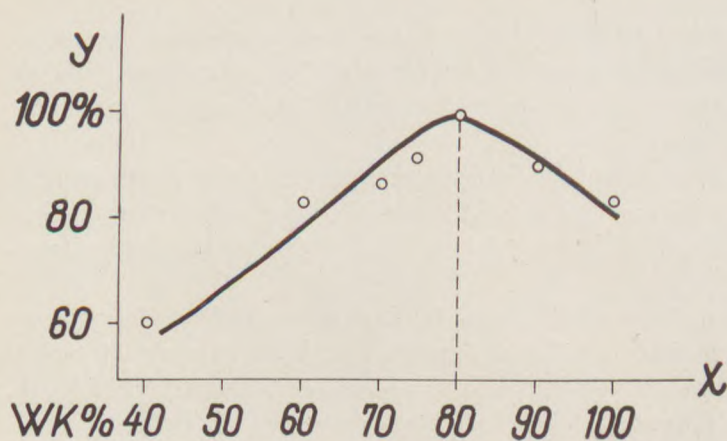
14. sz. kép. A kötőfűz (*Salix viminalis*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.) Homoktalaj.



15. sz. kép. A tamariska (*Tamarix tetrandia*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.)
Vályogtalaj.



16. sz. kép. A mezei szil (*Ulmus glabra*) sztatikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.)
Homoktalaj.



17. sz. kép. A hegyi szőlő (*Ulmus montana*) sztatisztikai vízigénye. (Magyarázat az 1. sz. képnél.) Vályogtalaj.

A vizsgálati eredmények összehasonlító tárgyalása.

Az eddig elért eredmények alapján nagy vonásokban megállapíthatjuk, hogy a mostanáig megvizsgált fásnövények optimális sztatisztikai vízigénye a talaj vízbefogadóképességének 70–90%-os telítettségi fokai között jelentkezik. Más szóval ezt úgy is kifejezhetjük, hogy a fásnövények életműködésüknek legkedvezőbb mérvben való lefolytatásához fajuk szerint változóan megkívánják, hogy a talaj hézagterfogata legalább 10–30%-os arányban levegőt tartalmazzon. Amint már ismételtan hangsúlyoztam, a vízkapacitás, vagy a hézagterfogat vízzel való telítettségére vonatkozó határértékek abszolút értelemben vett számok, amelyek a különböző vízbefogadóképességgel rendelkező talajok esetenként adott víztartalmával csak közvetve vannak függő viszonyban.

Természetesen fásnövényeink egyes fajai e magatartásuk tekintetében bizonyos különbségeket fognak mutatni. Erdőgazdaságilag felette fontos két fajunk, az erdei fenyő (*Pinus silvestris*) és a lúcfenyő (*Picea excelsa*) optimális sztatisztikai vízigénye a talaj vízkapacitásának kb. 80%-os telítettségénél található. A fekete fenyő (*Pinus nigra*) növekedésének optimális határa valamivel alacsonyabb értéknél jelentkezik. Az eddig végzett kísérletek, legalább e faj fiatal kezdeti éveire vonatkozólag, azt mutatják, hogy legkedvezőbb fejlődését a talaj vízkapacitásának kb.

70—75%-os telítettségi fokánál éri el. Egyébként hangsúlyozni szeretném még azt is, hogy amint a csatolt képek, rajzok és táblázatok mutatják, az optimumon túlfekvő telítettségi fokok káros és fiziológiai gátló hatását e kísérletek folyamán is mindenütt világosan ki lehetett mutatni.

Miután itt is több évre terjedő vizsgálatok eredményei állnak a rendelkezésünkre, úgy kétségtelenül e három fontos fafajra vonatkozólag a kapott értékek a további növényházi és szabadföldi kutatások céljaira igen értékes tájékozással szolgálhatnak.

Igen érdekes és jellemző a lombfák egyes fajainak a viselkedése. A legalacsonyabb optimális telítettségi fokot a büknél kapjuk. Ennek a legkedvezőbb tenyésztési határa a talaj vízbefogadóképességének kb. 65—70%-os telítettségénél fekszik. Viselkedése e tekintetben hasonlít a feketefenyőéhez. Az eddigi kísérleteknek eredményei egyébként jól egyeznek e fafajok viselkedésére vonatkozólag mostanáig gyűjtött tapasztalati adatokkal. Mind a két faj szereti a meszes, száraz talajokat, amelyek természetesen különösen a fő tenyésztési időszakban gyakran erősen kiszáradnak.

Nem szabad azonban most már ebből további általánosabb következtetéseket vonnunk, mert hiszen amikor e fafajok megtelepítéséről, vagy az általuk képzett állományok életkörülményeinek a megítéléséről van szó, mindig tekintetbe kell vennünk mindezeknél, mind a többi fafajnál a kérdés dinamikai oldalát is. A bükk elég sok vizet párologtat. Tudjuk *Burgerstein* vizsgálatai után, hogy a bükk középkorú állománya hektáronként és évenként 210 mm, az erdei fenyő, amely e tekintetben a feketefenyőhöz áll a legközelebb, csak mindössze 47 mm vizet párologtat. A most közölt vizsgálati eredmények lényegileg csak azt mutatják, hogy e két faj a talaj vízzel való telítettségével szemben hogyan viselkedik. További magatartásukra vonatkozólag azonban természetesen tekintetbe kell venni vízpárologtatóképességüket is, mert csak így tudjuk megmagyarázni magunknak, hogy miként lehet pl. a feketefenyőt az alföldi száraz futóhomokon tenyészteni, ahol a vele hasonló sztatikai vízigényű bükk már nem jól fejlődik. A bükknek tehát dinamikai értelemben — azonos sztatikai vízigénye mellett — több vízre van tenyésztési időszaka alatt szüksége és így üdebb talajt és nagyobb évi csapadékmennyiséget kíván, mint az erdei- vagy feketefenyő.

Amint egyébként várható volt, a legmagasabb optimális telítettségi fokot a mézgás égernél (*Alnus glutinosa*) tapasztaltuk. Ennek dacára meg kell állapítanunk, hogy a talaj vízbefogadóképességének 100%-os telítettsége már erősen gátló hatást gyakorol e fafajunk növekedésére is. Ez sem meglepő, hiszen tudjuk, hogy az éger gyökerein a levegő szabad nitrogénjét asszimiláló és e célból vele együttélésben működő baktériumokat tartalmazó gumók vannak, amelyeknek élettani munkája a nitrogénkötés eredményes lefolytatása céljából bizonyos levegőmennyiséget megkövetel. Ha ezt a kevés, a hézagterfogat alig 10%-át kitevő levegőmennyiséget is elvonjuk, úgy természetesen e fafajnál is növekedési és táplálkozási zavarok fognak beállani.

A megvizsgált nyár- és kőrisfajok szintén nagyjában a talaj vízkapacitásának 80%-os telítettségi fokánál mutatják legkedvezőbb kifejlődésüket. Ez érvényes a megvizsgált fűzre (*Salix viminalis*) is. A szilek (*Ulmus glabra* és *U. montana*) szintén ezen határérték mellett növekednek a legkedvezőbben. Különösen érdekes és jellemző az ákácnak (*Robinia pseudacacia*) a viselkedése. E faj úgy látszik, amint

a vizsgálatok mutatják, legalább fejlődésének első éveiben felette igényes a talaj vízzel való telítettségével szemben. Optimális sztatikai vízigénye a talaj vízbefogadóképességének 80%-os telítettségénél fekszik. Igen érdekes, hogy éppen úgy, mint az ákác, a tamariska (*Tamarix*) és az ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*) is, amelyek különben a szikes talajok száraz termőhelyeit is elviselik, sztatikai vízigényüket tekintetbe véve legalább is akkor, ha optimális fejlődést várunk tőlük, meglehetősen igényesek. Hangsúlyozni szeretném azonban, hogy ezek a mostani eredmények még egyelőre csak a megvizsgált fajok első nehéz, küzdelmes éveire jellemzők. Később, amikor gyökereik a talajba mélyebben behatolnak, sőt karógyökereik az altalaj vizét is elérik, és így vízszükségletüket a mélyebben fekvő talajszintekből fedezhetik, fejlődésük számára a magasabban fekvő talajszintek kisebbmértékű vízzel való telítettségével is meg lesznek elégedve.

Ennek dacára hangsúlyozni szeretném azt, hogy a talaj optimális vízzel való telítettségének még ebben az esetben is fontos szerepe lesz az erdő életében. Meg kell ugyanis gondolnunk azt, hogy a talajban élő parányszervezetek legkedvezőbb életműködésüket szintén a talaj vízbefogadóképességének 70–80%-os telítettségi fokánál fejtik ki. Minthogy pedig a talaj életmegnyilvánulásainak nemcsak a talajra jutó szerves anyag bontásánál, hanem még a talajban lévő nehezen oldódó szervesetlen sók feldolgozásánál is fontos szerep jut, úgy könnyen megérthetjük, hogy a talaj jó vízgazdálkodásának, főleg pedig a talaj vízbefogadóképességének legkedvezőbb telítettségi fokának e téren is nagy jelentősége lesz.

Említettem már, hogy az eddigi vizsgálati eredmények elsősorban a fás növények első évei szempontjából irányadók. Minthogy éppen ezek az évek mind a mesterséges, mind pedig a természetes újulat életében különös fontossággal bírnak, úgy világos, hogy ahol ez lehetséges lesz, a talaj jó vízgazdálkodásának, főleg pedig a talaj vízbefogadóképességének legkedvezőbb telítettségi fokára mindig különös figyelmet kell fordítanunk. Különös jelentőségük lesz azonban e megállapításoknak azokban az esetekben, így pl. ahol, a faiskolákban, a talaj vízbefogadóképességének telítettségét mesterséges öntözéssel akarjuk szabályozni.

E kutatások egyébként — amint már említettem — csak a fák sztatikai vízigényének optimális határaitra vonatkozólag adnak felvilágosítást. Nem alkalmasak azonban ezek arra, hogy belőlük közvetlenül a fás növényeknek a termőhely szárazságával szemben támasztott ellenállóképességéről is ítéletet alkossunk magunknak. Ez különálló probléma, amelynek közelebbi körülményeit még megfelelő kísérletekkel kell majd felderítenünk. Nem szabad ugyanis elfelejtenünk, hogy egészen más körülmények szabják meg a fák sztatikai vízigényének optimumát és egészen más tényezők és körülmények lesznek azok, amelyek a fáknak a talaj és a termőhely szárazságával szemben való ellenállóképességét szabályozzák. Jellemző pl. hogy, amint már erre rámutattam, a különben meglehetősen szárazságtűrő ákácnak a sztatikai vízigénye meglehetősen magasán fekszik. Ugyanezt találjuk a száraz termőhelyekre szintén alkalmas tamariskánál és olajfánál is. Különbséget kell tehát tennünk fásnövényeink optimális növekedésének sztatikai vízigényhatárai és ama sajátásaik között, hogy milyen mértékben tűrik el a talaj kiszáradását, vagy a levegő szárazságát és hogyan reagálnak erre. Különben érdekes, ha e tekintetben magukat a vízigényt kifejező görbéket tanulmányozzuk. Ezeknél azt fogjuk találni, hogy pl. a büknél, az ákácnál, a feketefenyőnél, vagy a kőrisnél az optimumon túl fekvő vízadagok káros és gátló hatása sokkal gyorsabban következik be és a görbé-

nek ez a szára sokkal erősebb esést mutat, mint az a része, amely a talaj vízbefogadó-képességének csökkenő telítettségi fokaira beálló növekedési változásokat tünteti fel. A legtöbb eddig megállapított és a fák sztatikai vízigényének a talajvízzel való telítettségi fokaival szemben való viselkedését feltüntető görbe azt mutatja, hogy a legalacsonyabb telítettségi fokoktól kezdve ezeknek a szárai lassan és fokozatosan emelkednek, de mihelyt a talaj vízzel való telítettsége a maga optimumhatárát meghaladta, a görbék esése hirtelen következik be. Az optimumon túl fekvő adagoknak a gátló hatása tehát sokkal hatékonyabb és kifejezettebb, mint az optimumon alul lévő, fokozatosan kisebbedő telítettségi fokoknak a befolyása. E körülményt, illetőleg a fák optimális vízigényét és azoknak a termőhely szárazságával szemben tanúsított ellenállóképességét minden egyes alkalommal gondosan szemügyre kell vennünk, mert e megállapítások azok, amelyeknek a segítségével a fák ellenállóképességére és optimális sztatikai vízigényére a későbbi vizsgálatok folyamán majd összehasonlító módon következtetéseket fogunk levonni tudni.

Összefoglalás.

A most közölt kutatásoknak a célja az volt, hogy azon vizsgálatoknak folytatásaképpen, amelyeknek a segítségével a talaj és a levegő hőmérsékletének és a talaj víztartalmának, mint komplex faktornak az állományok és az erdő életterére gyakorolt befolyását vizsgáltuk, most a fontosabb állományalkotó fajoknak sztatikai vízigényét derítsük fel. Az idevonatkozó kutatások alkalmazkodva a fák hosszabb életkoraihoz, több évre terjedtek ki. Az eddigi, egyelőre a dolog természeténél fogva csak tájékoztató jelleggel bíró eredmények azt mutatják, hogy a legtöbb fásnövényünk növekedésének optimális fokát a talaj vízzel való telítettsége 70—90%-os foka között fejt ki. Az egyes fajok szerint természetesen különbségek mutatkoznak, az eddigi eredmények azonban nagy vonásokban a megvizsgált fajoknak a termőhellyel, de különösen a termőhely vízgazdálkodásával szemben tanúsított magatartását kielégítően megmagyarázzák.

Irodalom.

1. *Boysen-Jensen*: Die Stoffproduktion der Pflanzen (Fischer, Jena, 1932.)
2. *Becker-Dillingen*: Die Ernährung des Waldes. (Verlagsgesellschaft für Ackerbau, Berlin, 1939.)
3. *Burgerstein*: Die Transpiration der Pflanzen. (G. Fischer, Jena, 1900.)
4. *Büsgen*: Bau und Leben unserer Waldbäume. (Fischer, Jena, 1910.)
5. *Dengler*: Waldbau. (J. Springer, Berlin, 1936.)
6. *Ebermayer*: (Forstlich-Naturwissenschaftliche Zeitschrift. 1893. Bd. II.)
7. *Fehér*: Untersuchungen über den Einfluss des Wassergehaltes des Bodens auf den Wirkungsmechanismus der Düngersalze. Öntözésügyi Közl. 2. 1941.)
8. *Fehér és Frank*: Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur und des Wassergehaltes auf die Tätigkeit der Mikroorganismen des Bodens. I. u. II. (Arch. f. Mikrobiologie. 8. 240. és 9. 193. 1938.)
9. *Fehér és Frank*: Das R-Gesetz. (Tiszántúli Önt. Közl. IX—X. Sopron, 1941.)
10. *Fehér és Frank*: Vergleichende Untersuchungen über den biologischen Aktivitätsgrad der Böden. (Arch. f. Mikrobiologie. 8. 27. 1937.)

11. *Fehér, Frank és Szelényi*: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der Mikroorganismen-tätigkeit auf das dynamische Verhalten der leichtlöslichen Phosphor-Kali- und Stickstoffverbindungen des Bodens. (Tiszántúli Önt. Közl. IX—X. 1941.)
12. *Fehér és Palitschek*: Untersuchungen über den Wasserhaushalt des Kulturbodens und der Kulturpflanzen. (Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd. 87. H. 6. 1939.)
13. *Groom*: Remarks on the oecology of Coniferae. (Ann. of Botany XXIV. 1910.)
14. *Hartig*: Untersuchungen aus dem Forstbotanischen Institut zu München. II. (J. Springer, Berlin, 1882.)
15. *Höhnelt*: Über die Transpirationgrößen der forstlichen Holzgewächse. (Mitteil. a. d. Forstl. Versuchswesen Österreichs. Bd. II. H. 1. 1879 és Bd. II. H. 3. 1880.)
16. *Huber*: Gesichertes und Problematisches in der Wanderung der Assimilate. (Berichte d. d. Bot. Gesellschaft. Bd. 69. H. 6. 1941.)
17. *Janisch*: Das Exponential-Gesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie. (Berlin, J. Springer, 1927.)
18. *Lemmermann, O.*: Methoden für die Untersuchung des Bodens. (Verlag Chemie, Berlin, 1932—1934.)
19. *Meinecke*: Die Kohlenstoffernährung des Waldes. (J. Springer, Berlin, 1934.)
20. *Mitscherlich*: Der Einfluss klimatischer Faktoren auf die Höhe des Pflanzenertrages. (Schriften der Königsberger gelehrten Gesellschaft. H. 6. 1933.)
21. *Mitscherlich*: Der Boden als Vegetationsfaktor. (Handbuch der Bodenlehre. J. Springer, Berlin, 1931. Bd. IX.)
22. *Münch*: Die Stoffbewegungen in der Pflanze. (G. Fischer, Jena, 1930.)
23. *Rippel*: Wachstumsgesetze bei höheren und niederen Pflanzen. (Datterer. München, 1925.)
24. *Walter*: Der Wasserhaushalt der Pflanze in quantitativer Betrachtung. (Datterer, München, 1925.)
25. *Wollny*: Untersuchungen über den Wasserverbrauchsmengen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. (Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physiology. 20. 306. 1897.)



Kiadásért felelős: Dr. Fehér Dániel.

43.530. — Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, Budapest. (F.: Thiering Richárd.)

