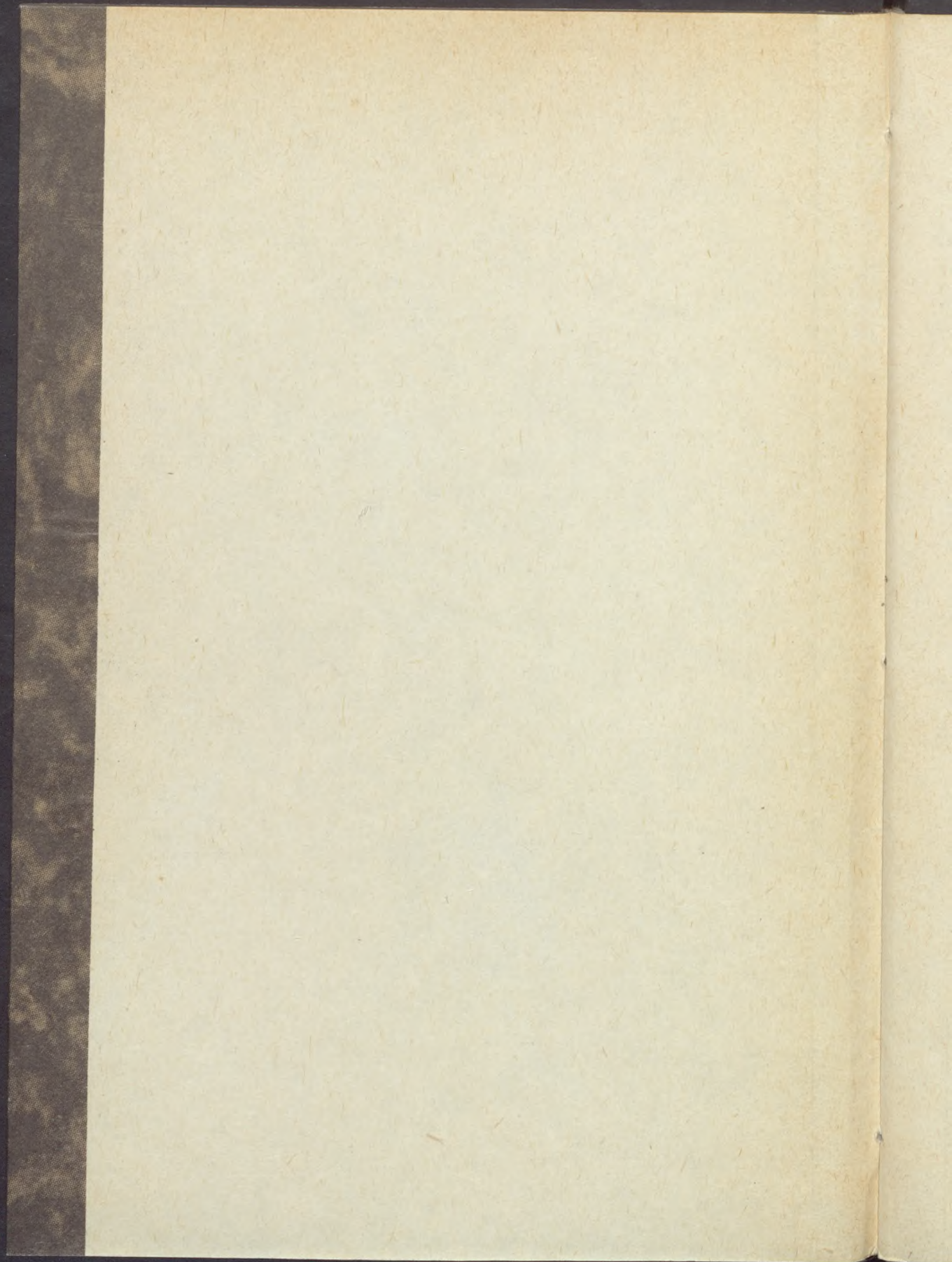
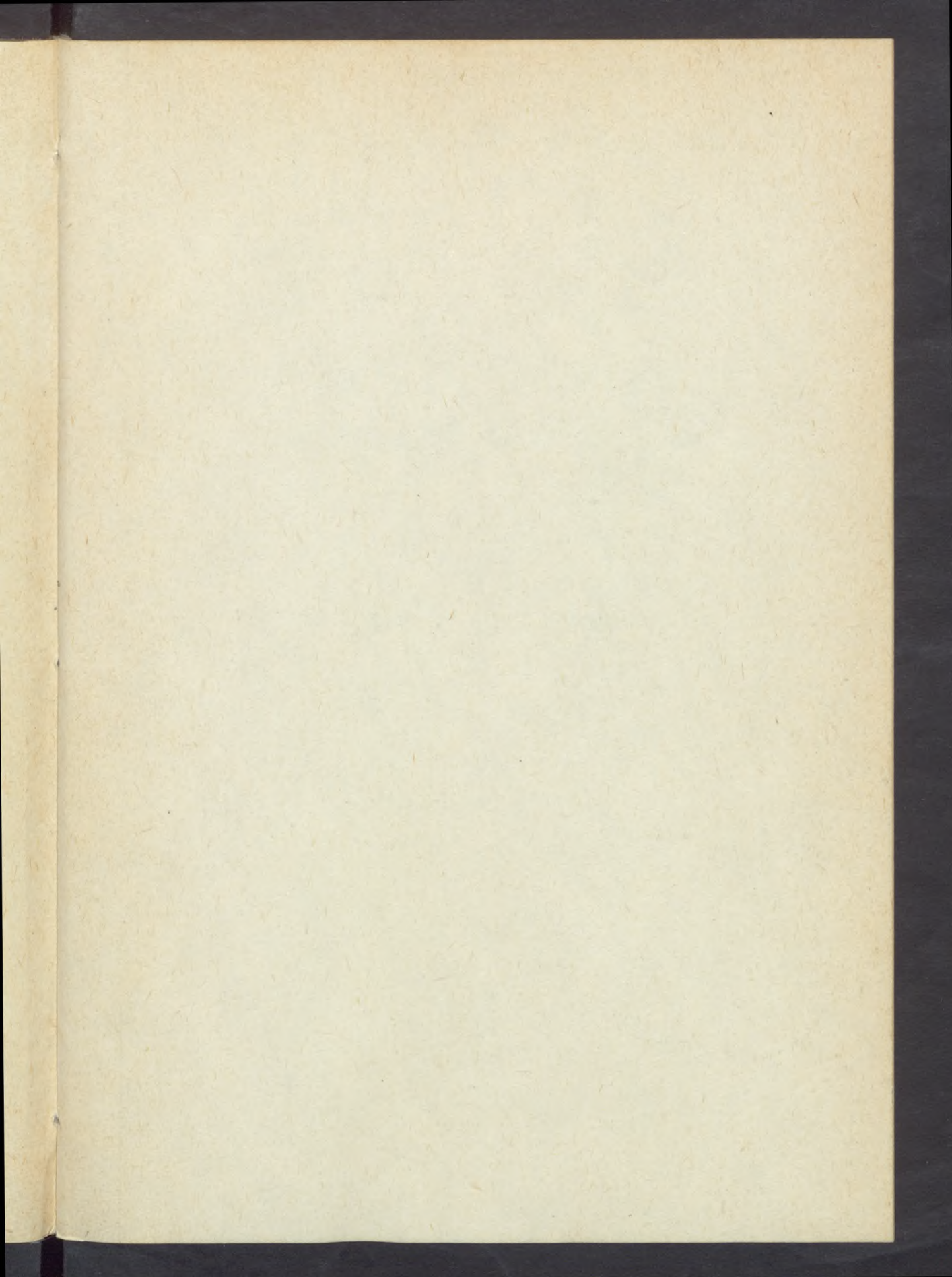
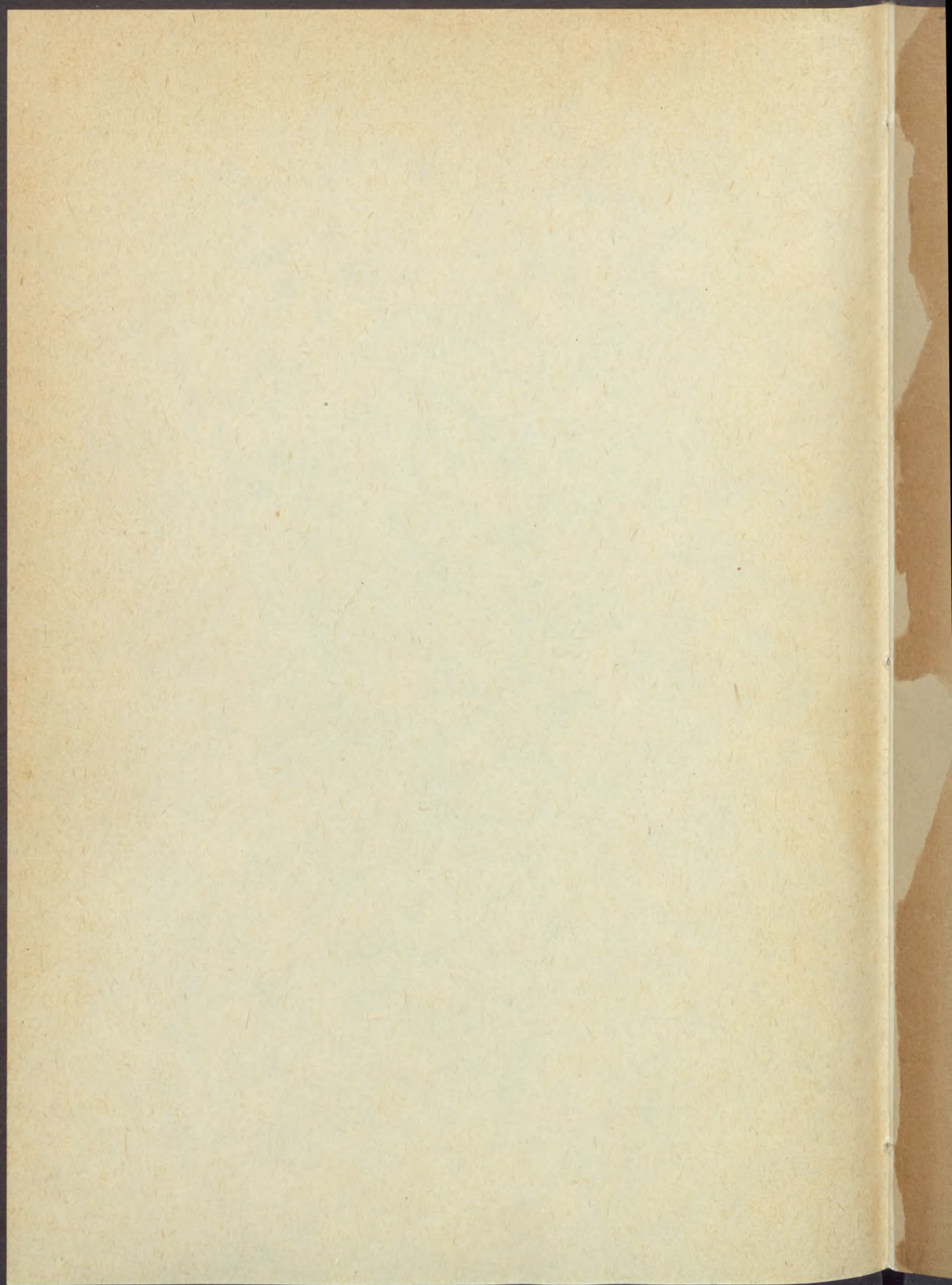


.....
122.656 OSZK







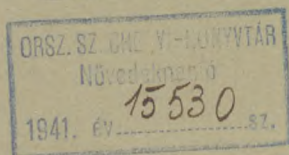
A NÖVÉNYEK HŐ- ÉS VÍZGAZDÁLKODÁSA

IRTA:

Dr. FEHÉR DÁNIEL

1 674

122056



A növények hő- és vízgazdálkodása.

Írta: **Dr. Fehér Dániel**, egyetemi nyilv. r. tanár.

A m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Növényteni Intézetéből, Sopron.

A szerves életet befolyásoló élettani és ökológiai tényezők közül, mind elméleti, mind gyakorlati szempontból elsőrendű helyet foglalnak el: a hőenergia és a víz. A víz nemcsak az élő testnek jelentékeny részét alkotja, hanem ezenfelül a különböző életműködéseknél is lényeges szerepet játszik. Elég itt arra a körülményre rámutatnom, hogy a gyökerek a növényi test felépítéséhez szükséges anyagokat csak akkor tudják a talajból felvenni és a növény egyéb szövetei csak akkor tudják ezeket a felhasználás helyére tovább szállítani, ha testük vezetőpályáiban elegendő víz áll a rendelkezésükre és ennek a víznek a mozgását részben a levelek párologtatása, részben a gyökerek vízszívása dinamikai értelemben lehetővé teszi.

Ugyanilyen, a növények életjelenségeinek intenzitását szabályozó erőt képvisel a hőenergia is. Ez a tényező a növények életjelenségeinek egyik legfontosabb energetikai forrása, mert hiszen a növények egész életműködése, táplálkozása, növekedése sem egyéb, mint ennek az energiaforrásnak szerves vegyületek alakjában való megőrzítése. E két tényezőt a földi életnek mai fejlődési stádiumában a természet a földrajzi adottsághoz mérten bocsátja kisebb-nagyobb mértékben rendelkezésünkre. Ezek képezik az egyéb biofizikai és biokémiai tényezők által megszabott keretek között a föld szerves életének alapvető elemeit. Mindig együtt hatnak és csak ritkán fordul elő, és csak az esőtlen sivatagokban, ahol a szerves növényi élet nem is fejlődhet ki, hogy csak az egyik, tehát a hőenergia áll a természet rendelkezésére.

E két tényező a szerves élet minden megnyilvánulásában érezteti hatását. Tehát nemcsak a magasabbrendű növények életműködéseit befolyásolja, hanem hatással van a talajélet lefolyására is. A kettő együttes hatását és jelentőségét megérteni csakis akkor fogjuk, ha hatásukat mind a talajélet, tehát a talajban élő mikroorganizmusok életműködése szempontjából, mind pedig a magasabbrendű nö-

vénnyzet táplálkozása, növekedése és az ezekkel kapcsolatos egyéb életjelenségei szempontjából együttesen bíráljuk el.

A fentiekből következik e két tényező nagy gazdasági hordereje. A későbbiekben is ismételten rá fogunk mutatni arra, hogy a hőenergiát, illetőleg a talaj és a növényzet hőgazdálkodását alig tudjuk befolyásolni, mert hiszen az a nap földünkre bocsátott hőenergiájának közvetlen függvénye és minthogy a nap energiakibocsátását nem befolyásolhatjuk és a hőt a természetben nagyobb mérvben sem elvenni, sem pótolni nem lehet, úgy természetesen azzal mindig, mint bizonyos, gyakran erősen ingadozó adottsággal kell számolnunk.

Egészen más a növényzet vízgazdálkodásának kérdése. Itt a mai fejlett talajművelési eljárásaink vízkonzerváló, vagy vízelvezető hatása már érezhető eredménnyel jár és e téren a növény optimális kifejlődéséhez szükséges és esetleg a klíma adottsága következtében hiányzó vízmennyiséget mesterséges úton öntözéssel részben, vagy egészen pótolni is tudjuk.

A fenti célkitűzéseknek megfelelően a Közlemények ezen füzetében a kérdésnek mind elméleti, mind pedig gyakorlati vonatkozásaival részletesen foglalkozunk. A következőkben a magasabbrendű növények hő- és vízgazdálkodásáról fogunk szólni, míg az ezt követő fejezetben Frank Melanie a hőnek és a víznek a talaj életére gyakorolt befolyását fogja tárgyalni. Ennek folytatásaképpen azután Hank Olivér fog részletesen szólni a most következő két fejezetben kifejtett szabatos törvényszerűségek és összefüggések gyakorlati alkalmazásának lehetőségéről és jelentőségéről.

A növények hő- és vízgazdálkodása.

Mint tudjuk, gazdasági növényeink vízgazdálkodása a gyakorlati növénytermesztés szempontjából alapvető jelentőséggel bír. Ha tudásunkat és szellemi felkészültségünket, továbbá gyakorlati készségünket eredményesen akarjuk a többtermelés ügyének szolgálatába állítani, úgy gazdasági növényeink vízgazdálkodásának az ismerete adja meg azt az utat, amelyen megindulva értékes tapasztalatokat és ismereteket szerezhethünk és ezeket azután a többtermelés szolgálatába állíthatjuk.

Minden növény a talajban gyökeredzik és itt növekedéséhez egy bizonyos teret vesz igénybe. Földfeletti szára viszont a magasba emelkedik és itt a levegőből igényel bizonyos tenyészetit teret. A talaj és a levegő alkotta térbeli adottságot nevezzük termőhelynek, amely magában foglalja a talaj és az azt környező levegőréteg összes biokémiai és biofizikai tulajdonságait. A növények életjelen-

ségeinek intenzitását, a fejlődés menetét és ütemét, megadja a nap hőenergiája által rendelkezésünkre bocsátott hőmennyiség. Ezt a gyakorlati életben a levegő és a talaj hőmérsékletével fejezzük ki. A hőmérséklettel együtt kell járni a fénynek is, ez az a motorikus erő, amely képessé teszi növényeinket arra, hogy a levegőből felvett szén-savból és a gyökereik útján felvett vízből és az ebben oldott szervesetlen sókból a testüket alkotó bonyolult felépítésű szerves vegyületeket megalkothassák.

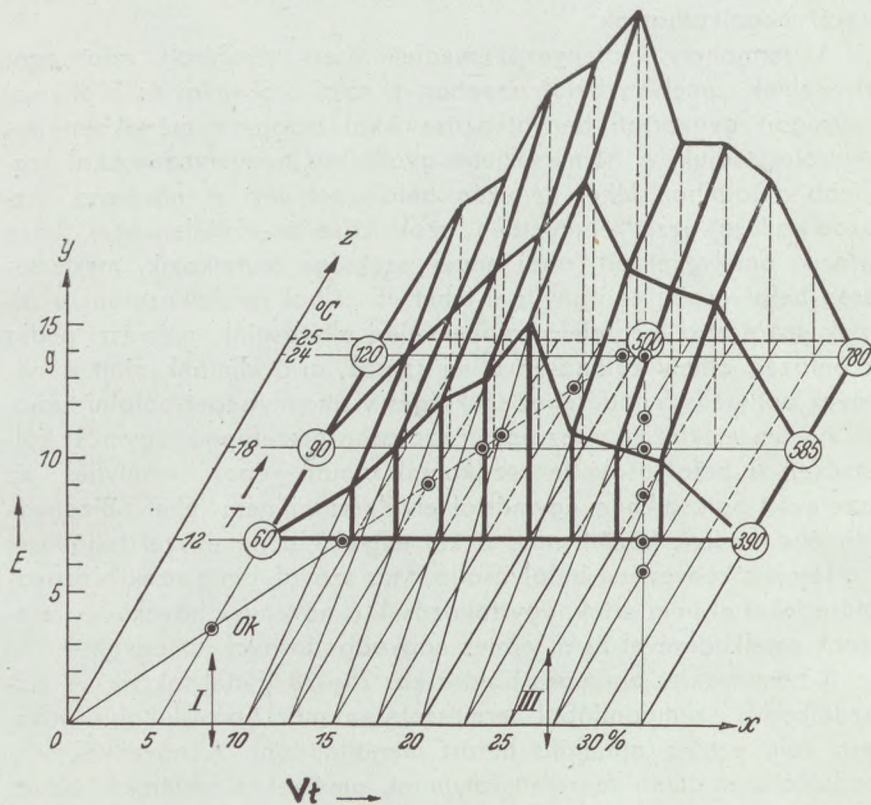
A termőhely biotényezői meglehetősen elhatárolt adottságot képviselnek, amelyen belül azonban a talaj biokémiai és biofizikai sajátosságait gyakorlati beavatkozásainkkal bizonyos mértékben befolyásolni tudjuk. A hőmérsékletet gyakorlati beavatkozásokkal legfeljebb a talajban lehet némiképp befolyásolnunk. A növények vízgazdálkodása ezzel ellentétben azok közé az életjelenségek közé tartozik, amelyeket ott, ahol ennek szüksége mutatkozik, mesterségesen befolyásolni és irányítani lehet. E célból rendelkezésünkre állnak egyrészt a megfelelő talajművelési eljárásaink, másrészt pedig az öntözés, amely különösen a mi száraz, arid klímánk alatt a növények optimális fejlődéséhez szükséges vízmennyiséget pótolni tudja.

A hőmérséklet és a víz együtt szorosan összefüggő, egymást kölcsönösen is befolyásoló tényezőkomplexumot képez, amelynek az összetevőit hatásaikban egymástól elválasztani nem lehet. Bizonyos optimális határok között mind a két tényező a növényzet fejlődését és a termést kedvezően befolyásolja. Más szóval, amíg ezek bizonyos határértéket el nem értek, úgy fokozásuk a növények növekedési eredményének emelkedésével és a termés nagyobbodásával jár együtt.

A hőmérséklet optimális határa kb. 25—28 C°-nál fekszik. A vízgazdálkodás szempontjából természetesen már bonyolultabb probléma volt, ezt az optimális határt megállapítani. A növények vízgazdálkodása olyan összetett folyamat, amelyet a növények vízpárologatása és vízfelvétele együttesen adnak meg. Mind a két folyamat a hőmérséklettel szorosan és elválaszthatatlanul összefügg.

A növények vízpárologatását, mint kifejezett dinamikai tényezőt, nagyon nehéz közvetlenül mérni és érzékelni. Sokkal könnyebben mérhető a növényeknek a talajjal szemben fennálló vízigénye. A talajoknak azt a sajátosságát, hogy a bennük lévő kohéziós és adhéziós erők segítségével a gravitációs erővel szemben bizonyos mennyiségű vizet vissza tudnak tartani, ezek vízbefogadó képességének, vagy másképpen vízkapacitásának nevezzük. Ilyenkor a talajnak finom szemecskéi között lévő pórusok teljesen vízzel vannak telítve és a víz a levegőt ezekből maradék nélkül kiszorítja. Ez az állapot a legtöbb növény életműködésére nézve nem kedvező. Nem ked-

vező azért, mert a növények gyökereinek levegőre is szükségük van és ezért optimális fejlődésüket néhány különleges, a talajnak teljes vízzel való telítettségéhez idomult növény kivételével csak akkor fogják elérni, ha a talaj nincs a vízbefogadó képességéig telítve és bizonyos mennyiségű talajlevegő is a rendelkezésükre áll. A növények gyökerei ugyanis erőteljes életműködést fejtenek ki, növekednek, lélegzenek és ezért energetikai szempontból oxigénre van szükségük.



1. sz. kép.

A borsó kísérlet térbeli ábrázolása. Az x tengelyen a talaj súlyszázalékban kifejezett víztartalmát, a z tengelyen a hőmérsékletet C° -ban, az y tengelyen pedig a termést tüntettem fel.

A talaj vízzel való telítettségének azt a százalékos értékét, amely mellett az egyes növényfajok optimális fejlődésüket érik el, nevezzük a legkedvezőbb, vagy optimális vízzel való telítettségi foknak. Ha pl. valamilyen talajunk súlyszázalékban kifejezett maximális vízkapacitása 30%, akkor az azt jelenti, hogy 1000 g vízzel telített talajban 300 g víz van (nedvessúlyra számítva). Ha most valamilyen növény pl. a vízzel való telítettség 70%-át kívánja, az annyit jelent, hogy a teljes telítettségnek (30%-nak) a 70%-át, vagyis a nedves talaj súly-

idéző víztartalom talajok szerint változni fog. Kisebb vízkapacitású talajnál kisebb, nagyobb vízkapacitásúnál ellenben nagyobb lesz.

Azonban a talajok vízkapacitásának, vagyis vízbefogadóképességének mindig ugyanazon telítettségi fokánál fogja egy és ugyanaz a növény optimális növekedését elérni. Tehát az optimális vízigény a vízkapacitás százalékában kifejezve egy-egy növényfélésegre állandó.

A növényeknek a talajok vízzel való telítettségi fokával szembeni igénye éppen úgy, mint a hőmérséklet iránti igénye, bizonyos optimális értékek körül mozog. Ezek az optimális értékek gazdasági növényeinknél az eddigi vizsgálatok szerint nagyjában a vízkapacitás 60—90%-a között váltakoznak.

A talaj vízgazdálkodásának egyik alapvető törvénye most már azt mondja, hogy,

ha valamely talaj vízzel való telítettsége túlhaladja azt az optimális határt, amely egy bizonyos növény igényének megfelel, úgy a víztartalom további emelkedése a növény fejlődésére károsan és gátlólag fog hatni.

A hőmérséklet és víztartalom együttes élettani magatartását fejezi ki szabatosan az általunk felderített úgynevezett

R törvény, amely azt mondja, hogy amíg a víztartalom és a hőmérséklet optimális határaikon belül mozognak, úgy kettőjük szorzatának: az úgynevezett R tényezőnek az emelkedése mindig a növény fejlődésének és a terméseredménynek a mennyiségbeli nagyobbodásával jár együtt.

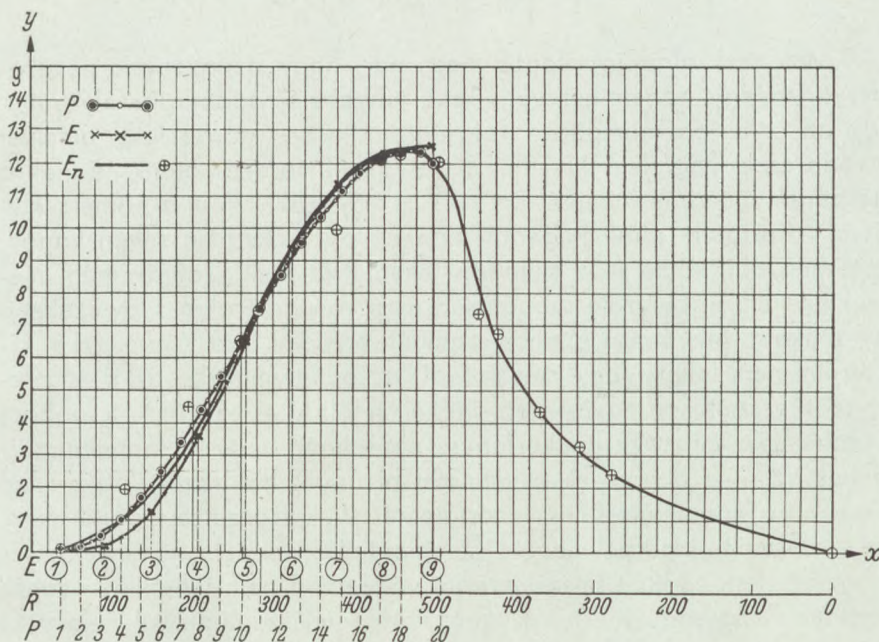
De ugyanezen törvény azt is kifejezetten megmondja, hogy

amikor akár a két tényező közül az egyik, akár mind a kettő az egyes növényfajokra jellemző optimális határát túlhaladta, az R tényező értékeinek további növelése a növények fejlődésének visszamaradását és az optimumhoz viszonyítva terméscsökkenést fog előidézni.

Az 1., 1/a. és 2. számú képen a hőmérséklet és a víz hatásának elméleti összefüggését mutatom be. Ezeket az összefüggéseket egy térbeli görbe ábrázol a legjobban. Ennek az ábrának a $z-x$ síkját az optimális hőmérséklet és az optimális vízigény helyzetét meghatározó összrendezők kereszteződésével négy mezőre bonthatjuk fel. E mezők közül az I. azokat az R-értékeket foglalja magában, amelyeket az optimumig terjedő víztartalom és hőmérsékleti értékek képeznek. A II. mezőben az optimális víztartalom alatt fekvő, de az optimális hőmérsékleten túl levő értékek szorzatából képezett R-értékek fe-

küsznek. A III. mezőben azután azokat az R -értékeket fogjuk megtalálni, amelyeket az optimumig terjedő hő és az optimumon túl fekvő víztartalomértékek szorzataiból nyerünk, a IV. mező R -értékeit viszont olyan víz- és hőmérsékleti értékek szorzatai szolgáltatják, amelyek mind az optimumon túl fekszenek.

A 2. számú ábrán a térben futó optimumgörbe x — y síkban vett vetületét is bemutatom. Miután kísérleteink folyamán optimumon túl fekvő hőmérsékletet nem tudtunk előállítani, úgy e görbének a



2. sz. kép.

Az 1. képen térbeli ábrázolással feltüntetett borsó kísérlet x — y síkban való vetülete. Az x tengelyen az R -értékeket (talajnedvesség \times hőmérséklet), az y tengelyen pedig a terméseredményt tüntettem fel. P = parabola egyenlettel, E = exponenciális egyenlettel számított görbe, En = a kísérleti adatok alapján berajzolt tapasztalati görbe. Az exponenciális egyenlet állandói: $a_1=3.8$, $a_2=10$, $m=1.9$, $x=R$.

lefutó ágát csak a harmadik mezőben tudtam ábrázolni. E körülmény egyébként nem is fontos, miután gyakorlati szempontból a görbének csak az emelkedő ága, amely az optimumig terjedő hőmérsékleti és víztartalomértékek szorzatából képezett R -értékek felett halad, bír jelentőséggel.

E rajzok világosan mutatják, hogy a térbeli optimumgörbe vetülete tulajdonképpen mintegy a hőmérséklet és a víz dinamikai részlétkomponenseinek eredőjeként fogható fel. Az x — y síkban kivetített optimumgörbének a lefolyását szabatos matematikai értelemben a

legjobban egy exponenciális egyenlettel fejezhetjük ki, lefolyását azonban parabolaegyenlettel is jellemezhetjük. Teljesség kedvéért mi mind a kettőt kiszámítottuk. E két egyenlet közül természetesen az exponenciális egyenlet bír matematikai szempontból nagyobb jelentőséggel, miután ez az egész jelenségkomplexum belső mennyiség-beli összefüggését határozottabban jellemzi.

Általános egyenlete a következő:

$$\frac{100}{y} = \frac{1}{2} \left[m \cdot a_1^{1/x} + \frac{m}{2} (a_2^x + a_2^{-x}) \right]$$

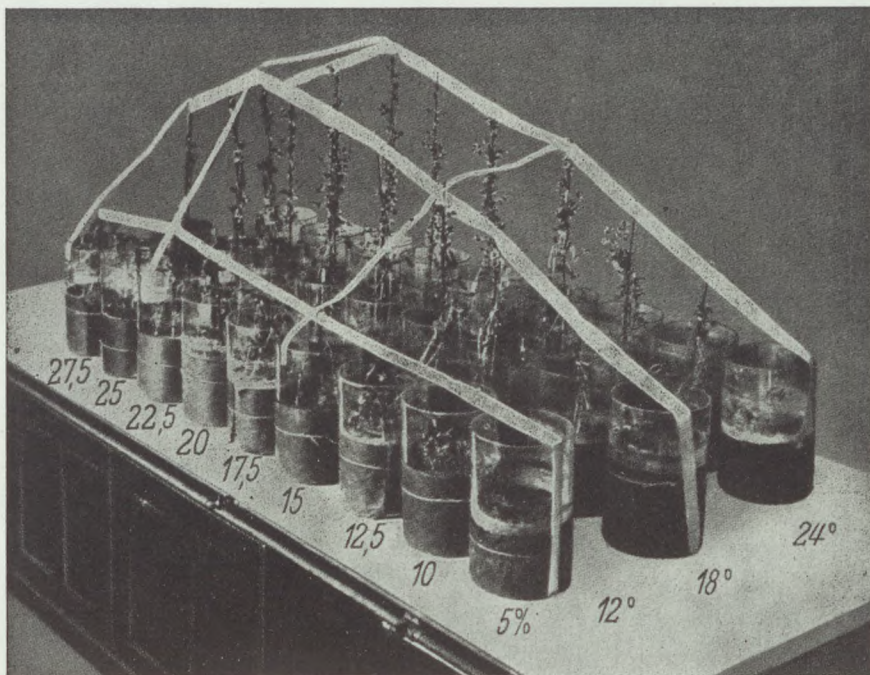
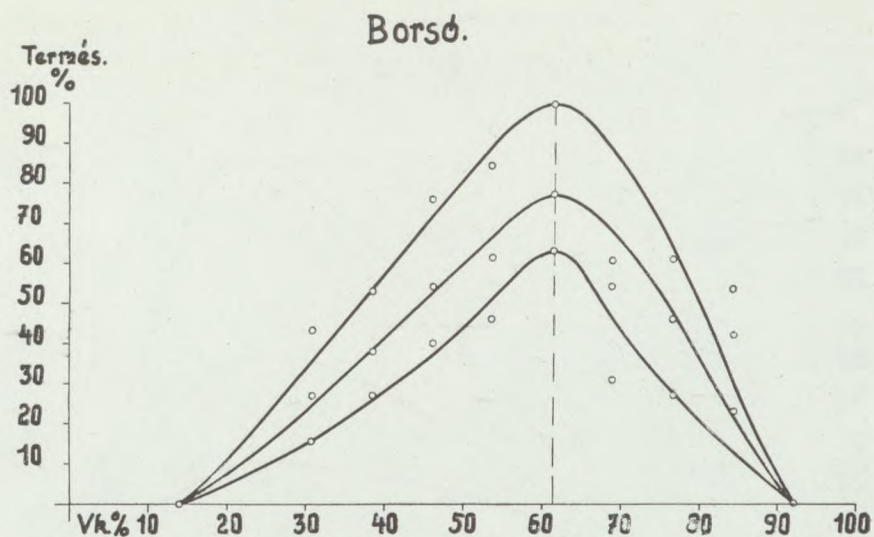
Mindezek alapján világos most már, hogy a növények növekedését nem egy, hanem két, vagy több tényező egyidőben befolyásolja. Így az ú. n. optimumgörbe valóságban térbeli görbe lesz, amelyet síkban csak megfelelő kivetítés segítségével ábrázolhatunk. Ennek a görbének a térbeli menetét az x és z tényezők, tehát a hőmérséklet és a víztartalom által megadott értékek összeszorozása révén kapott, a térbeli ábrázolás x — z síkjában fekvő R -értékek szabják meg, melyeknek térbeli helyzete szabatosan meg van határolva, s így ezeket a x — z síkban fekvő más azonos számbeli értékkel bíró R -értékekkel kicserélni nem lehet. Vagy más szóval: az optimumgörbe az x és z tényezők szabatosan egybevágó értékeit jelöli ki és ezeket kölcsönösen pótolni nem lehet. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az optimumgörbének az x — z síkban fekvő vetületét bizonyos határozott, egymással összevágó hőmérséklet- és víztartalomértékek szorzatai szabják meg.

Az optimumgörbe menete szempontjából tehát a hőmérséklet és a víztartalom értékeit tetszés szerint változtatni nem lehet. Az azonos számbeli nagyságú R -értékek tehát fiziológiai szempontból nem azonosak. Fiziológiai értéküket a z — x síkban elfoglalt viszonylagos helyzetük adja meg. A fentiekből világosan következik, hogy sem az alacsonyabb hőmérsékletet nagyobb vízádaggal, sem kisebb vízmennyiséget magasabb hőmérséklettel pótolni nem lehet.

Világosan kitűnik a fentiekből az a fontos összefüggés is, hogy a vízhatás optimumát, illetőleg

az öntözéssel elérhető terméstöbbletet a hőmérséklet adott-ságai szabják meg. Ezt a tényezőt tehát az öntözéses gazdálkodás eredményeinek az elbírálásánál mindig gondosan figyelembe kell vennünk.

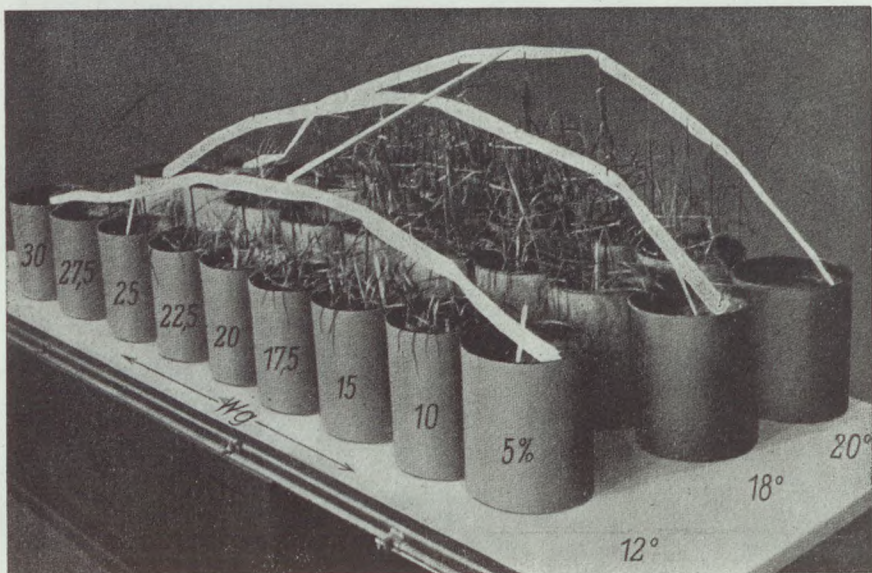
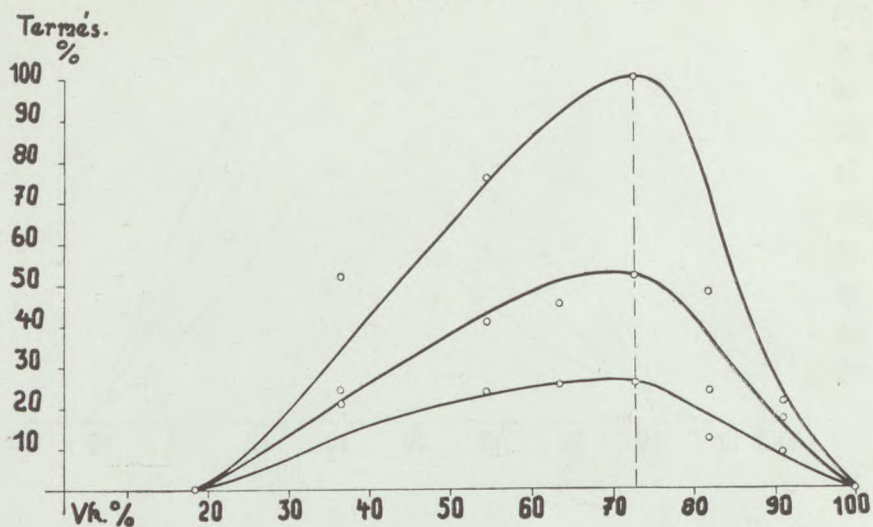
A most kifejezett törvényszerűség, amely elméleti szempontból végeredményében mindenkor alkalmazható akkor, ha két biotényező összjátékát ábrázoljuk, világosan mutatja a hőmérséklet és víz együttes hatásának uralkodó érvényességét. A gyakorlatban, amint már



3. sz. kép.

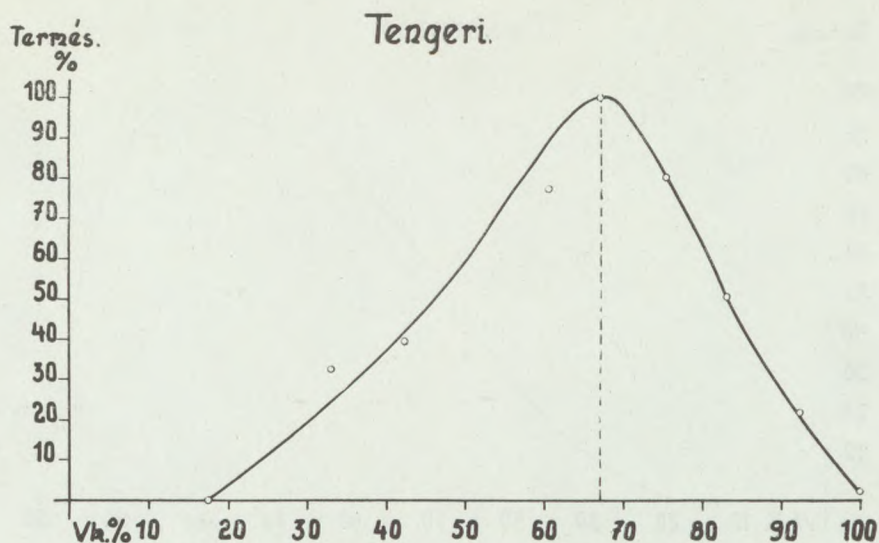
A borsó vizigénye. Az x tengelyen a talajnedvességet a telítettség százalékában, az y tengelyen a termést tüntettem fel százalékban az alsó képen feltüntetett tenyészedény kísérlet adatai alapján. A felső görbe 24 C°-on, a középső 18 C°-on az alsó 12 C°-on tartott kísérlet adatai alapján készült.

Tavaszi búza.



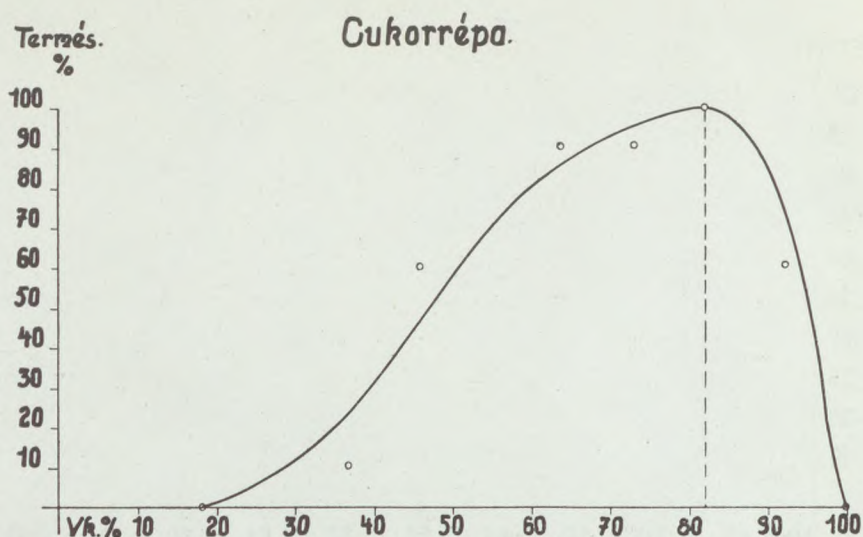
4. sz. kép.

A tavaszi búza vízigénye. A felső görbe 24 C°-on, a középső 18 C°-on, az alsó pedig 12 C°-on tartott kísérlet adatai alapján készült.



5. sz. kép.
A tengeri vízigénye.

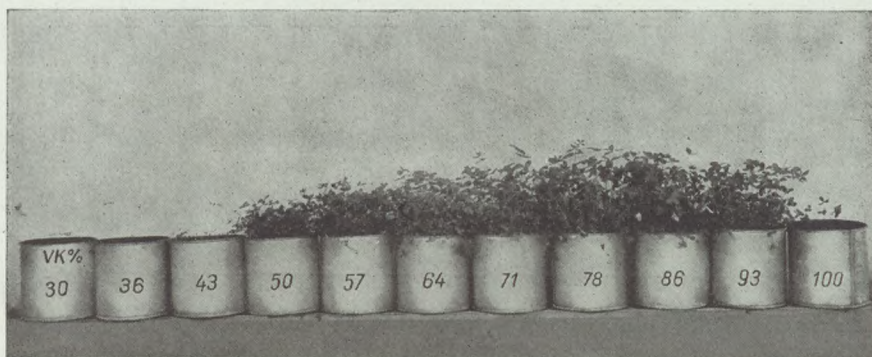
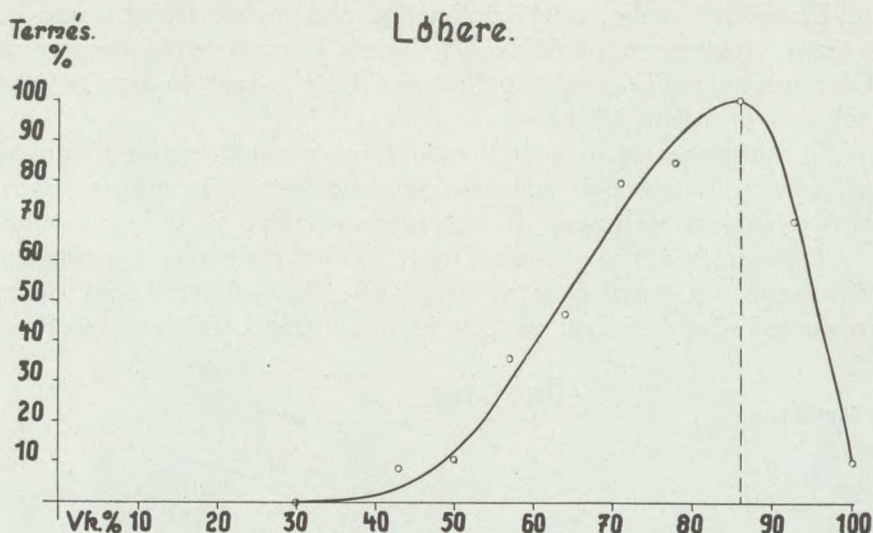
mondottam, a hőmérsékletet a rendelkezésünkre álló és a természet erőinek nagyságához viszonyított kezdetleges eljárásainkkal befolyásolni alig, vagy csak nagyon szűk határok között tudjuk. Itt legfeljebb arról lehet szó, hogy megfelelő talajművelési eljárással igyekezzünk a talaj hőmérsékletét bizonyos határok között szabályozni.



6. sz. kép.
A cukorrépa vízigénye.

Lényegesen másképpen áll azonban a helyzet a vízzel, különösen nálunk Magyarországon, ahol az uralkodó klímaviszonyok mellett éppen a főtenyésztési időszakban nagyon gyakoriak a száraz, esőtlen periódusok. Itt különös fontossággal bír az a tény, hogy talajaink vízgazdálkodását részben, amint ezt Manninger talajművelési kísérletei mutatják, megfelelő talajművelési eljárásokkal szabályozzuk, részben pedig, ahol erre mód és lehetőség nyílik, mesterségesen öntözéssel pótoljuk a növények optimális növekedéséhez szükséges és hiányzó vízmennyiséget.

A történelem mutatja, hogy az öntözés problémája egyike az ember legrégibb gazdasági kérdéseinek. Miután az emberi kultúra bölcsője sivatagi, vagy félsivatagi országokban ringott, sőt a legre-



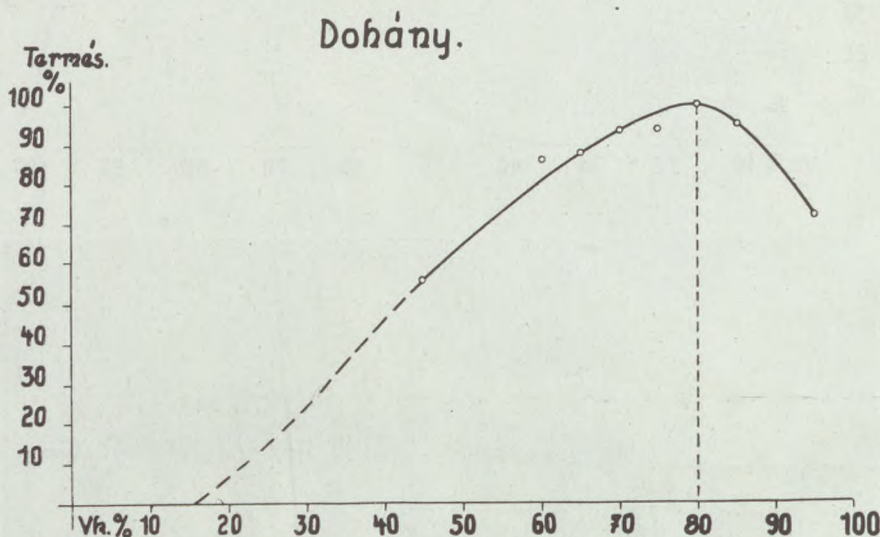
7. sz. kép.
A lóhere vízigénye.

gibb kultúráink egyike a Nílus nagy oázisában: Egyiptomban jött létre, úgy az öntözés kérdése több ezer éves multra tekinthet vissza. Dacára a hosszú multnak, egészen az utolsó időkig alig tudtunk számot adni magunknak arról, hogy az egyes növényfajták a talajnak milyen telítettségi fokát kívánják meg az optimális fejlődésükhöz. A trópusi és szubtrópusi sivatagi klíma alatt a növények öntözésének kérdése, a magas hőmérséklet következtében, de főleg a levegő nagy szárazsága folytán, ahol a talaj a növénygel együtt rövid idő alatt nagymennyiségű vizet párologtat el, nem is volt különösebb probléma. E sivatagi övekben olyan nehéz az elegendő víznek az előteremtése és adagolása, hogy az optimális határnak a túllépésére alig kerül sor.

Dél-Európában pedig, ahol szintén nagyobb multra tekint vissza az öntözés, vízáteresztő altalajokon fejlődtek ki az öntözési rendszerek (Olaszország), ahol a talaj optimumon felüli vízzel való telítettsége csak nagyon ritkán állt be.

Sokkal nehezebb a helyzet nálunk, ahol kötött, nehéz talajokon kell öntözni, amelyek a vizet nehezen átocsátó, vagy erősen visszatartó rétegeken fekszenek. A túlóntözés veszélye itt a legnagyobb.

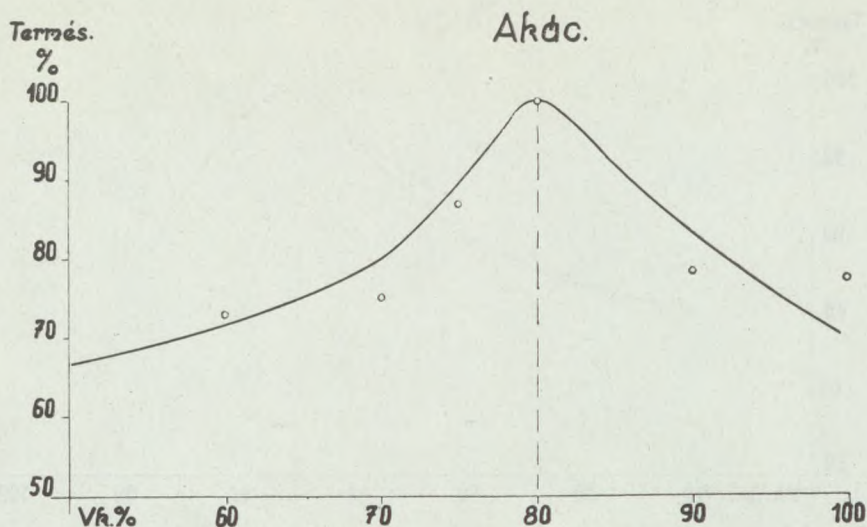
Épen ezért vált szükségessé, hogy az öntözésre kerülő gazdasági növényeink vízigényével tisztába jöjjünk. A 3—8. sz. képek egyes gazdasági növényeinkkel végzett tenyészedény kísérleteink eredmé-



8. sz. kép.
A dohány vízigénye.

nyeit mutatják, mégpedig a tenyészedény kísérlet fényképét és a termésgörbét (száraz anyagra vonatkoztatva), ahol a legnagyobb termést 100%-nak vettük és a többi ennek százalékában fejeztük ki.

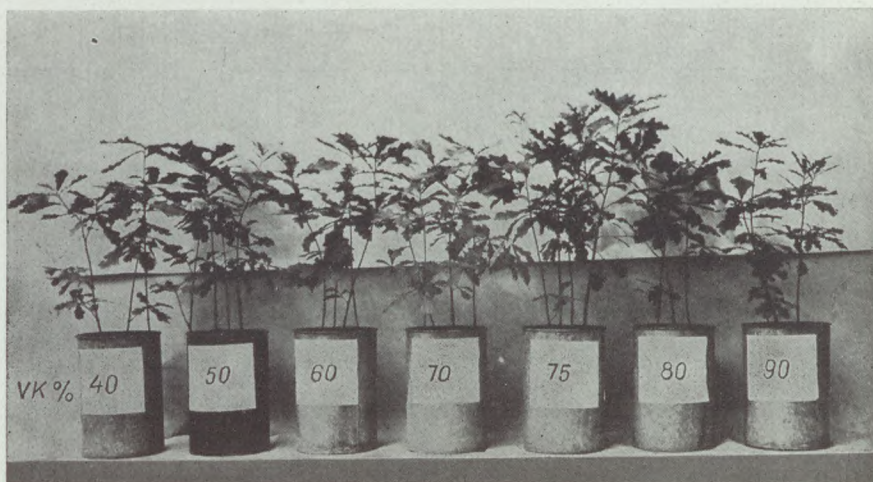
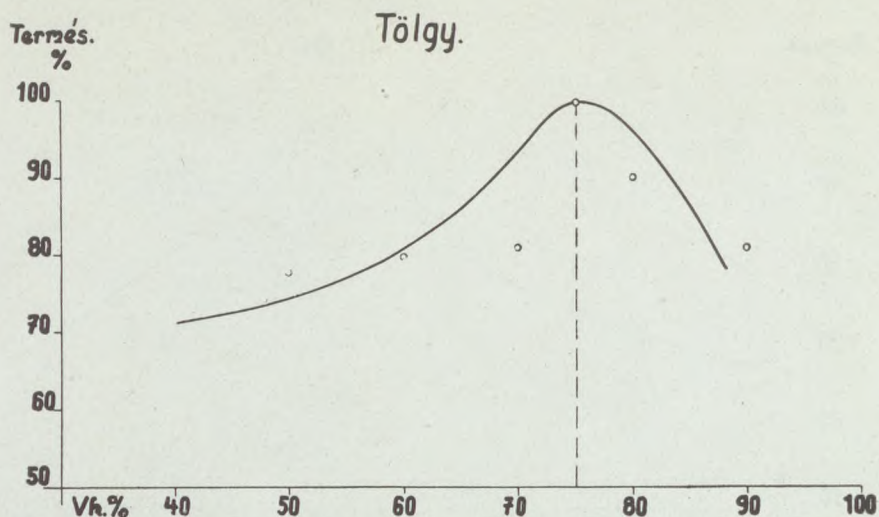
A 3. sz. kép a borsó-, a 4. sz. kép pedig búzakísérleteinket mutatja. Mindkét kísérletnél változtattuk a hőmérsékletet is, vagyis egy időben 12, 18 és 24° átlagos hőmérséklet mellett végeztük el kísérleteinket. Az eredmények azt mutatják, hogy bár a hőmérséklet a termés kialakulásában nagy szerepet játszik, azonban a növény víz-optimumára hatástalan. Vagyis mind a három hőmérsékletnél az optimális növekedés a víztelítettség ugyanazon fokánál állt be. De mutatja ez a kép azt is, hogy az optimumon belül minél magasabb a hőmérséklet, annál nagyobb a víz hatásfoka. Az 1. sz. kép a 3. sz. képen bemutatott háromféle hőmérsékleten végzett borsókísérlet



9. sz. kép.
Az ákác vízigénye.

eredményeit tartalmazza térbeli ábrázolással, ahol mint említettem, az x tengelyen a víztartalom, a z tengelyen a hőmérséklet, az y tengelyen a terméseredmény adatait találjuk és a z és x tengely metszési pontjain a hőmérséklet és a víztartalom szorzatából kapott R-értékeket hordtuk fel. Az 1. sz. képhez az adatokat a 3. sz. képen lévő tenyészedény kísérlet eredményei adták.

Az 5. sz. kép a tengeri, a 6. sz. kép a cukorrépa, a 7. sz. kép a lóhere, a 8. sz. kép pedig a dohány, mégpedig a debreceni fajta



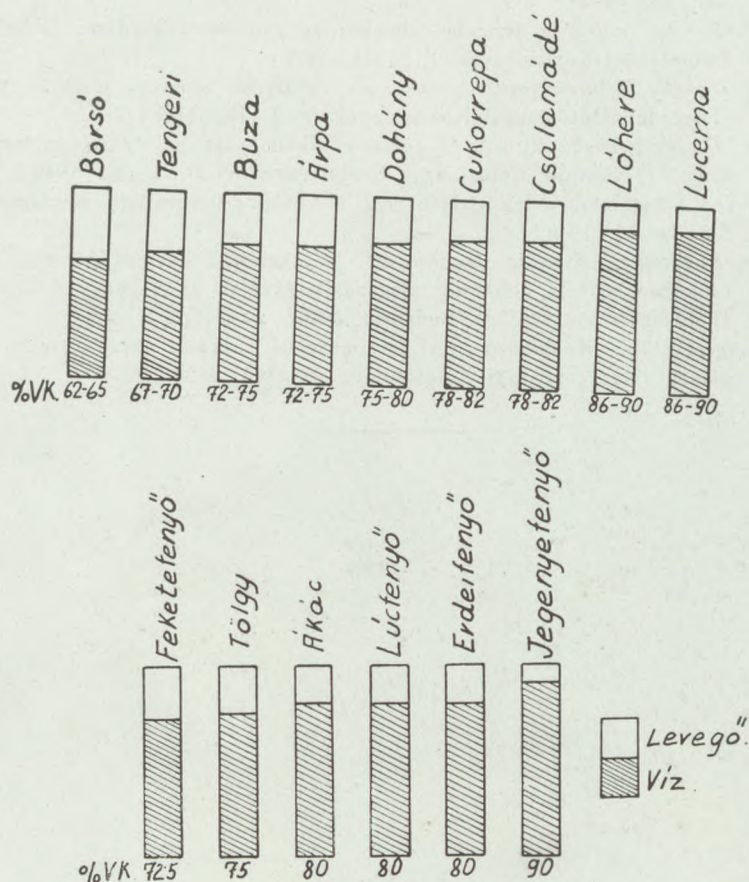
10. sz. kép.
A tölgy vízigénye.

dohány vízigényét mutatja. Ha ezeket a képeket megfigyeljük, azt látjuk, hogy az egyes növények vízigénye meglehetősen változik. Annál a telítettségi foknál, amelynél pl. a lóhere optimális növekedése mutat (a vízkapacitás 86%-ánál), a borsó termésgörbéje már nagyon eseti.

A 9—10. sz. képen az 1—2 éves akác- és tölgycsemetékkal végzett kísérleteink eredményeit ismertetjük. Ebből a kísérletből leszűrhető megállapítások a csemetekertek öntözésénél használhatók fel eredményesen.

A 11. sz. képen az egyes gazdasági növényeinkre, valamint különböző facsemetékre a fent ismertetett kísérletek során megállapított optimális vízigényt összefoglalóan közlöm.

Ezeket az összefüggéseket a gyakorlatban végzett szabadföldi kísérletek is beigazolták. A fentiekben levezetett törvényszerűség tehát



11. sz. kép

Egyes gazdasági növények és facsemeték vízigénye.

akkor, amikor a növények vízgazdálkodását az öntözéssel mesterségesen szabályozzuk, alapvető fontossággal bír és ennek ismerete képesít bennünket arra, hogy az öntözővizet helyesen adagoljuk. Meg kell tehát jegyeznünk azt, hogy az öntözéssel, az adagolás helyes keresztülvitele mellett terméseredményünket erősen fokozhatjuk, azonban mindenkor vigyáznunk kell arra, hogy növényeink optimális vízigényét túl ne lépjük, mert ez esetben nem hasznót, hanem kárt okozunk.

Irodalom.

1. *Fehér, D.—Frank M.*: Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur und des Wassergehaltes auf die Tätigkeit der Mikroorganismen des Bodens. II. (Archiv für Mikrobiologie, 9, 193—221. 1938.)
2. *Fehér, D.—Palitschek, H.*: Untersuchungen über den Wasserhaushalt des Kulturbodens und der Kulturpflanze. (Landwirtschaftliche Jahrbücher, 87, 721—773. 1939.)
3. *Hank O.*: Az öntözéses termelés elméleti és gyakorlati kérdései. (Tiszántúli Öntözésügyi Közlemények, 1, 5—22. 1938.)
4. *Fehér D.*: Az R-törvény alkalmazása az öntözéses termelés terén. I. és II. (Tiszántúli Öntözésügyi Közlemények, 2, 2—20. 1939.)
5. *Fehér, D.—Palitschek, H.*: Az R-törvény alkalmazása az öntözéses termelés terén. (Tiszántúli Öntözésügyi Közlemények, 5/8, 23—38. 1940.)
6. *Fehér D.*: Vizsgálatok a fák vízigényéről. (Tiszántúli Öntözésügyi Közlemények, 5/8, 39—54. 1940.)
7. *Fehér—Kogutovicz—Kreybig—Manninger*: A szántóföld okszerű művelése kapcsolatban a talaj életével, vízgazdálkodásával és a magyar klímával. (Falu-Szövetség kiadása, Budapest, 1938.)
8. *Manninger G. ifj.*: Különböző nyári talajművelési eljárások összehasonlító vizsgálata. (Mezőgazdasági Kutatások, 2, 91—100. 1938.)



