

TERMÉSZETI ENERGIÁK HASZNÁLATA ÉS SZOLGÁLTATÁSA A TÁRSADALOMNAK



# TERMÉSZETI ENERGIÁK HASZNÁLATA ÉS SZOLGÁLTATÁSA A TÁRSADALOMNAK

Debrecen  
2007

TERMÉSZETI ENERGIÁK  
HASZNÁLATA ÉS SZOLGÁLTATÁSA A TÁRSADALOMNAK





DEBRECENI EGYETEM  
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM



*által rendezett tudományos ülés*

# Természeti energiák használata és szolgáltatása a társadalomnak

Debrecen  
2007. október 16.

**Természeti energiák  
használata és szolgáltatása a társadalomnak**  
*Debrecen, 2007. október 16.*

Szerkesztők:  
Prof. dr. Jávor András  
Dr. Fürjné Rádi Katalin  
Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum

Felelős kiadó:  
Prof. dr. Fésüs László, rektor

ISBN 978-963-9732-22-3

Készült a debreceni Center-Print nyomdában  
2007



**SZÁSZ GÁBOR** professzor 80. születésnapja tiszteletére



# Tartalomjegyzék

<i>Prof. Dr. Nagy János</i> Előszó .....	9
Curriculum vitae .....	13
<i>Major György</i> A környezeti előrejelzésekről .....	35
<i>Antal Emánuel</i> Szász Gábor, az agrometeorológus .....	45
<i>Buvár Géza</i> Mai követelmények a szántóföldi öntözéssel szemben .....	53
Az életút képekben .....	67





# ELŐSZÓ

A Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrumának nemes hagyományai közé tartozik, hogy iskolateremtő professzorainak tiszteletére tudományos ülést szervez, születésük kerek évfordulóján.

Ebből az alkalomból adjuk a tisztelt Olvasó kezébe ezt a válogatott tanulmánykötetet, melyet a pályatárs, a kolléga és tanítvány e különleges alkalomból készített. A kiadványsorozat e kötetével Szász Gábor professzor úr tudományszervező, iskolateremtő tevékenysége előtt tisztelgünk.

Dr. Szász Gábor professzor úr 80 éves.

Az évforduló hihetetlennek tűnik. Jól tudjuk és közhely is, hogy az évek elrepülnek, mégis meglepődünk. Professzor úr éppolyan érdeklődő és tevékeny ma is, mint volt korábban, évekkkel, sőt évtizedekkel ezelőtt. Nem tudunk rá úgy tekinteni, mint aki lezárt egy gazdag oktatói és kutatói pályát, sokkal inkább úgy, mint aki az évek tapasztalatait bölcsen mérlegelve és felhasználva képes ma is új feladatokat vállalni és azokat maradéktalanul teljesíteni.

Méltatása és eredményeinek puszta felsorolása is sokszorosan meghaladja e bevezető gondolatok terjedelmi lehetőségeit. Professzor úr személyében olyan kiváló tanárt köszönhetek e néhány sorral, akit kezdetben oktatóként, az elmúlt évtizedekben egyetemi vezetőként, majd az utóbbi években közvetlen munkatársamként tisztelhetek. Tapasztalhattam kiegyensúlyozott vezetői magatartását, az elismerését, biztatását, kollégája lehettem a bizalmat keltő, derűs, nyugodt embernek, akit mindig jóindulat vezérelt tetteiben.

Szász Gábor az agrometeorológiai tudomány országosan és nemzetközileg is elismert művelője. Tudományos érdeklődésének sokoldalúságát bizonyítják a talaj-növény-levegő rendszer energia és vízforgalma, a nö-

vényállományok energetikája, aerodinamikája és az agro-ökorendszerek parametrizálása, modellezése területén végzett kutatásai.

A műhold meteorológiai kutatások hazánkban 1967-ben kezdődtek el. Agrometeorológiai célokra Szász Gábor indított először igen széles körű távérzékelési vizsgálatokat a Debreceni Agrártudományi Egyetem Agrometeorológiai Observatóriumában. Az observatórium létrehozása – amely nemzetközi mércével mérve is kiemelkedő – a nevéhez fűződik, melynek fáradhatatlan irányítója több évtizede. Tudományos eredményei a gyakorlat számára rendkívül hasznosak. Kutatásai új korszakot nyitottak. Kutatási eredményeit 2001-ben az MTA doktora cím odaítélésével ismerte el a Magyar Tudományos Akadémia. Szakmai életútja során elkötelezetten támogatta a növénytermesztéshez kapcsolódó kutatásokat. Jelenleg is több kutatási téma vezetője, illetve közreműködője.

Irányításával készült el a magyar felsőoktatás részére az Agrometeorológia tantárgy programja és tananyaga. Szerzője az „Agrometeorológia” című tankönyvnek.

A jogelőd Debreceni Agrártudományi Egyetem Matematika Fizika és Agrometeorológiai Tanszék vezetőjeként, dékánhelyetteseként, rektorhelyetteseként, majd rektoraként sikeresen és elkötelezetten vett részt az egyetem fejlesztésében, az egyetemi szintű oktatás és kutatás megteremtésében. Egyetemi vezetőként fontosnak tartotta az intézmény hazai és nemzetközi kapcsolatainak bővítését, ennek érdekében fáradhatatlanul munkálkodott. Emberi bölcsességével, tapasztalatával, tanítványai segítségével – akik ma már vezető beosztásúak különböző kutatóintézetekben, minisztériumokban, nagyvállalatok élén – a mai napig támogatja, segíti ezt a tevékenységet intézményünkben.

Jelentős feladatot vállalt a PhD képzés új formájának előkészítésében, kialakításában, melynek keretében napjainkban is több tantárgy felelős előadójaként segíti tapasztalataival, tanácsaival a fiatal kutatók felkészíté-

sét. Kezdeményezője és támogatója volt a Regionális Műszerközpont megszervezésének, kísérleti telepek létrehozásának, fejlesztésének, a különböző tanszékek, kutatóhelyek együttműködésének.

Oktatói, tudományos kutatói és tudományszervezői munkáját számos magas kitüntetéssel ismerték el. A jogelőd Debreceni Agrártudományi Egyetem – több évtizeden át végzett munkája elismeréseként – 1997-ben doctor honoris causa kitüntetést, majd 1998-ban professzor emeritus címet adományozott részére.

Tanítványai, munkatársai és barátai körében nagy tisztelettel és szeretettel köszöntjük Szász Gábor professzor urat 80. születésnapja alkalmából. Kívánjuk, hogy alkotóereje győzzön minden nehézségen, szerettei és munkatársai segítségével továbbra is derűsen élje az élet hétköznapjait, s még sokáig tanulhassunk gazdag élettapasztalatából.

Szeretettel kívánunk további szép sikereket, sok boldogságot és jó egészséget a születésnap alkalmából.

Debrecen, 2007. október 16.

Prof. dr. Nagy János  
*centrumelnök*



## CURRICULUM VITAE

A köszöntött Dr. Szász Gábor professor emeritus 1927-ben született Békésen, iskoláit ott végezte, a Szegedi Kis István Gimnáziumban érettségizett. Ezt követően a Debreceni Tudományegyetemen továbbtanult, s földrajz-biológia tanárszakos diplomát nyert 1950-ben. Végzést követően az egyetemnek azon a Meteorológiai Tanszékén kapott gyakornoki kinevezést, ahol már korábban 1948-tól externistaként, majd demonstrátorként tevékenykedett.

A gyakornoki, majd később egyetemi tanársegédi megbízásáról lemondva 1953 januárjától 1956-ig meteorológus aspiráns volt Dr. sen. Berényi Dénes professzor irányításával. Kandidátusi értekezését 1957-ben nyerte el. Doktori értekezése alapján 1958-ban a Debreceni Egyetem, majd 1959-ben pedig a Gödöllői Agrártudományi Egyetem is doktorrá avatta. 1960-ig a Kossuth Lajos Tudományegyetemen tudományos munkatársként dolgozott egykori aspiráns vezetője által vezetett Meteorológiai Tanszéken. Oktatói és kutatói tevékenységét már az egyetemi tanulmányok befejezése előtt megkezdte, aspiránsként pedig bekapcsolódott a kutatómunkába is. Meteorológus aspiránsként több hónapot töltött el az Országos Meteorológiai Szolgálatnál, egyrészt az Előrejelzési Osztályon, másrészt pedig az Aerológiai Obszervatóriumban, ahol lehetőség nyílt a meteorológiai szakismeretek gyakorlatban történő alkalmazására.

Az aspiránsi ösztöndíjas időszak leteltével kandidátusi értekezését 1956-ban benyújtotta, amely a növény szerkezet és az állományklíma közötti kapcsolat kérdésével foglalkozott. Az értekezés kifejezetten a Geiger-féle szemlélettel nyert összeállítást, így nyilvánvalóan dominált az értekezésben a leíró-jelleg, s a dinamikus okok elemzése csak szűkebb arányokban történt meg. E disszertáció alapján nyerte el Szász Gábor a mezőgazdasági (meteorológia) tudományok kandidátusa fokozatot. Az aspiránsi évek

lezárta után az egyetemi meteorológiai intézetben maradva tudományos munkatársként dolgozott. Mivel munkáját kezdettől fogva egyetemen végezte, szükségszerűvé vált mind az oktatásnak, mind pedig a kutatásnak elmélyültebb ellátása. Noha e két tevékenység egymástól nem különíthető el, mégis célszerűnek tűnik egy életpályának e két említett irányból történő jellemzése, munkájának összefoglalása.

## Oktatás

Aki a felsőfokú oktatási feladatokat magára vállalja, arra kell felkészülnie, hogy csak akkor érheti el feladatának tényleges célját, ha folyamatosan igyekszik nyomon követni az általa oktatott tudományterület elméleti alapjainak, a gyakorlati megoldásoknak nap, mint nap megújuló változását. Mindez csak azáltal érhető el, ha személy szerint maga is kutatómunkát végez, s megszerzi azt az alapot, amely a felsőfokú oktatásban való részvételre feljogosít. A folytonos felkészülés, valamint saját munkája útján szerzett tapasztalat együttese biztosíthatja az oktatás színvonalának folyamatos emelkedését. Ez a megállapítás nem új, azonban figyelembevétele sohasem hanyagolható el.

Az ünnepest oktatómunkáját hallgatói gyakorlatok vezetésével kezdte 1948-ban, mint externista, illetve demonstrátorként. Tanársegédi és aspiránsi éve alatt e tevékenysége sohasem szünetelt, majd a felkészültség magasabb szintjéig eljutva tanszékvezetője előadások tartására is feljogosította. A Kossuth Lajos Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékén előadásokat, illetve különböző kollégiumokat tartott, vezetett (Általános légkörtan, Általános éghajlat, Mikroklimatológia, A légkörfizika alapjai). Tapasztalata és tevékenysége során is felismerte, hogy a szilárd alapok megszerzésétől nem lehet eltekinteni, mivel az folyamatosan hasznosítható. Az oktatói munka igen jól szélesíti a szakmai látóteret, mivel annak kereté-

ben folyamatosan érvényesülnek a természet rendjében kialakuló szigorú összefüggések, amelyen kialakul az egyes tényezők közötti kölcsönhatások rendszere. Ennek a kényszernek a kedvező hatása a tudományos kutatói munka során következetesen kamatozik, s ennek birtokában válik képessé a kutató a szélesebb körű szintézis elvégzésére. A több mint 10 éves oktatói munka fáradsága és tapasztalata képezi azt a szellemi tőkét, amelyre az intenzívebb kutatási tevékenység felépülhet.

Szász Gábor oktatói tevékenységet nemcsak a Tudományegyetemen, de 1958-tól a Debreceni Agrártudományi Főiskolán, Berényi professzor megbízásából, illetve a főiskola akkori igazgatójának felkérése alapján is folytatott. Később 1960-tól főiskola, illetve a Debreceni Agrártudományi Egyetem főállású tudományos munkatársaként folytatta oktatói munkáját. Az általa előadott tantárgy a graduális képzésben az **Agrometeorológia** volt, amelyet később több évtizeden át rendszeresen megújítva tartott nyugdíjba vonulásáig (1997). A közel négy évtized alatt a hajdan egyszerű ismeretanyag rendkívül kiszélesedett, szakmai jelentősége fokozódott. E tantárgy oktatásának szüksége jelenleg is hangsúlyozandó, mivel az elméleti alapokra épülő gyakorlati tevékenység során nélkülözhetetlen. Ma már általánosan elfogadott az az állítás, hogy csak az tekinthető igazi tudományos eredménynek, amely bizonyítható. Napjainkban ennek az állításnak a súlya rendkívül nagy, ugyanis az ingatag tapasztalatok fenntartása veszélyes következmények forrása lehet, ezért nélkülözhetetlen valamennyi oktató és kutató számára a kellő természettudományos ismeret megszerzése. A természettudományos megalapozás nemcsak az alap kutatások számára tekinthető nélkülözhetetlen szerszámnak, de ott ahol a vizsgálatok tárgya igen szerteágazó, az eredmény csak kellő ellenőrző analízis alapján határozható meg. Ez teszi az oktatói tevékenységet nehezzé, ez magyarázza az oktatás melletti kutatás nélkülözhetlenségét.



Az Agrártudományi Egyetemen oktatott tárgyak az Agrometeorológia mellett a Mezőgazdasági hidrológia, Éghajlat és a Tájökológia volt. Hazánkban a szántóföldi növénytermesztés eredményeinek területi és időbeli változékonyságát jelentős arányban a természetes környezet szabályozza, ezért elengedhetetlenül szükséges annak folyamatait vagy annak lényegbeli sajátosságának ismerete. Ezek mellett hangsúlyozni kell a növény termését szabályozó antropogén beavatkozások rendszerének jelentőségét, amely az évszázadok során sajátos komplex tudománnyá vált. A talajművelés, a növény vízigényének szerepe, a különböző agrotechnikai eljárások együttesen mind talajra és növényre jellemző módon szabályozza a növekedés és fejlődés feltételét, majd végül a termések nagyságát. Az oktatás során nem csupán az állapotbeli megváltozást, hanem annak fizikai okainak folyamatát is részletesen ismerni kell ahhoz, hogy azzal racionálisan gazdálkodni lehessen. Ennek a bizonyítása elsősorban a meteorológus feladata. Számptalan egyéb más hasonló példát is lehetne említeni, így a tápanyaggal való racionális gazdálkodás a vízellátás és egyéb klimatikus feltétel ismerete nélkül aligha oldható meg. A tájékozatlanság különböző mértékű hiányának ökonómiai következményei vannak. Ezért nem különíthető el élesen az ökológiai és az ökonómiai tényezők hatása, hiszen ezek a természeti, technológiai, társadalmi feltételek arányában érvényesülnek.

A **doktorképzésben** (Ph.D) az oktató példát betöltő hatása óriási lehet. A képzésnek ebben a formájában egyre erőteljesebben jut kifejezésre az oktatás és a kutatás egysége, amely végül is a szintézisben mérhető le. A témavezető oktató- és kutatómunkája és a jelölt tevékenysége együttesen jelenik meg a disszertációs műfajban. Ennek a komplex munkának az oktatóra háruló hányada döntő szerephez juthat a kiemelkedő teljesítmény, vagy az „éppen csak” eredmény megkülönböztetése kapcsán.

A jó oktató tanít és nevel, de az előbbi lehetőségét írásban is biztosítani szükséges. Egy oktatói életpálya minősítésének egyik paramétere a jól

megfogalmazott írásos tananyagnak összefoglalása és a nyilvánosságra való hozása. A jó jegyzet vagy tankönyv mindig tartalmazza azokat a szükséges alapokat, amelyekre a legújabb ismeretek is ráépíthetők. A tanulást segítő írott munka akkor töltheti be valódi szerepét, ha nem csupán a rövid tény-alapokat mutatja be, de bizonyítja az alapok használatának szükségességét is a különböző gyakorlati példákon keresztül. Szász Gábor 3 könyve és 7 jegyzete ezt a célt szolgálta. Az ismeret tehát egy olyan szellemi eszköz, amelyet a tanulónak későbbi élete során folyamatosan szükséges hasznosítani. Amennyiben azt nem teszi, munkája egyre felszínesebb és silányabb lesz.

## Kutatás

Az intenzívebb kutatási tevékenység az aspiránsi évek alatt indult meg. A témavezető Dr. Berényi professzor gondoskodott arról, hogy aspiránsa ismerhesse az akkori mezőgazdasági kutatások alapproblémáinak megoldásával foglalkozó szakembereket. Így került személyes ismeretségbe olyan főbb hazai kutatókkal, mint Dr. id. Manninger G. Adolf professzor (növénytermesztés), Dr. Surányi János professzor (növénytermesztés), Dr. Westsik Vilmos (növénytermesztés, tápanyag-gazdálkodás), Dr. Hank Olivér, Dr. Kállai Kornél, Dr. Frank Melanie (öntözéses növénytermesztés), Dr. Kreibig Lajos (agrokémia, talajtan). A személyes ismeretség révén vált lehetővé a főbb hazai szántóföldi kísérletek részletesebb megtekintése, melynek alapján tájékozódhatott a megoldandó feladatok állásáról. Úgy ítélhető meg, hogy e személyes ismeretségek nem csupán az informáltságot biztosították, egyben olyan intuitív benyomásokat biztosítottak, amelyek elősegítették a sokirányú helyzetfelismerés megértését.

A disszertációs témakört továbbfolytatva Szász Gábor kutatói tevékenysége kezdetén elsősorban a **szántóföldi növényállományok mikroklimatikus vizsgálatát végezte**. Tesztnövények: búza, kukorica, cukorrépa és lucerna.

A vizsgálatok kiterjedtek a faji különbözőség mikroklimatikus hatásának elemzésére, az agrotechnikai különbözőség által kiváltott mikroklimatikus vonások megállapítására, a talajkülönbségnek a mikroklímát módosító szerepére. A Geiger-i szemlélet független változója a növényállomány volt, valamint az időjárási jelleg sugárzás szerinti elkülönítése (sugárzásban szegény, gazdag). Egyrészt az aspiránsi években, de különösen az azt követő időszakban egyre világosabban derült ki, hogy e koncepció továbbfejlesztése már alig válik lehetővé, helyette sokkal ígéretesebbnek tűnt a Taylor-i diffúziós törvényekre vonatkozó mikrometeorológiai okfejtés útján történő fizikai elemzés. Megállapítást nyert, hogy a korábbi évek hagyományos mérési módszerei alapján a részletesebb mikroklimatikus értékelésre már nincs továbbfejlesztési lehetőség. A dinamikus turbulencia hatásainak kiemelkedő szerepe alapján lényegesen információgazdagabb helyzetek tárhatók fel, s így lényegében már nem mikroklímáról, hanem helyette a mikrometeorológiai folyamatok mikro-skálán lejátszódó dinamikájának feltárájáról kellett beszélni. E megfontolásból kezdődtek meg azok a szabadtéri mérések, amelyek elsősorban az energiamérleg megállapítására fektették a fő hangsúlyt. Új eredményként vált ismertté a különböző időjárási helyzetre jellemző sugárzási egyenleg alakulásának, illetve a latens és a szenzibilis hő arányának megismerése. A kísérleti tapasztalatok szerint a latens és szenzibilis hő aránya a növényi-tömeg nagyságától és annak vízellátásától függ. Fontos szerepet tölt be az állomány szerkezete, elsősorban annak magasság szerinti növényi tömegeloszlása. Ez a rendező elv ígéretesnek bizonyult, mivel általánosítható törvényszerűségek megállapítása vált elérhetővé. Több évi kísérleti munka alapján meghatározást nyert a különböző fejlettségű növényállományok energiamérlege, különös tekintettel a szenzibilis és latens hő arányára.

A Köszöntött 1959 végével a Kossuth Lajos Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékétől megvált, s munkáját az Agrártudományi Főiskolán, illet-

ve a **Debreceni Agrártudományi Egyetemen** folytatta. Oktatási tevékenysége mellett kívánatos volt egy olyan műszaki bázis megteremtése, amely biztosította a kísérletes mikrometeorológiai vizsgálatok továbbfolytatását. Részben a Magyar Tudományos Akadémia, részben pedig a Mezőgazdasági és Élelmezési Minisztérium anyagi támogatásával az egyetem kísérleti telepén Szász Gábor tervei alapján építette ki azt az **Agrometeorológiai Observatóriumot**, amely azóta is folyamatosan lehetővé teszi különböző fejlesztési szükségletek biztosításával a modern légkörfizikai vizsgálatokat, különös tekintettel a talajmenti súrlódási határrétegre vonatkozóan. E mellett természetesen az obszervatórium működése a komplex növénytermesztési kutatások egyik sarokpontjává vált, s zavartalanul biztosítja kutatók számára a szükséges meteorológiai, klimatológiai információit.

Az obszervatórium létesítésével közel egy időben indult meg a **termesztett növények tápanyag ellátásnak műtrágyázással történő fokozása**. Az erre vonatkozó kutatásoknak két iránya bontakozott ki: egyrészt a műtrágyázás nagytérsegi hatásának felmérése a termékek alakulása szempontjából, másrészt a műtrágya-hatás mechanizmusának időjárástól való függése. Lényegében a vizsgálatok tehát makro- és mikro-skálán folytak, illetve a következtetések a két skála eredményei alapján váltak megállapíthatóvá.

E témakörrel való megemlékezés nem volna teljes, ha nem említenénk meg Dr. Bocz Ernő egyetemi tanárral végzett közös kutatást, amely az optimális műtrágyázással foglalkozott. Bocz professzorral már az 1960-as évek elején közös közlemény jelent meg az MTA IV. Osztály Közleményei c. akadémiai kiadványban, amely a műtrágyázás termésingadozást csökkentő szerepének kérdését magyarázta és bizonyította. E vizsgálatok szélesebb körű statisztikai elemzésre épültek. A Mezőhegyesi Állami Gazdaság különböző növényekre vonatkozó termékek idősorára támaszkodva bizonyossá vált, hogy a korábbi évekhez viszonyítva a fokozottabb tápanyag-ellátásával a termékek szélsőséges ingadozása elkerülhető, még abban az

esetben is, ha a klimatikus feltételek egyébként nem kedveznek a nagy termések kialakulásának. E közlemény széles körben ismertté vált és intenzív műtrágyahasználat ezt követően valósult meg az ország kedvező talajadottságú tájain. Ezek az eredmények makro-skálán, a termőhelyen lejátszódó folyamatok megismerése alapján születtek meg.

A műtrágyázás hatásmechanizmusának elemzésével szinte egyidejűleg szükségessé vált a vízellátottság szélsőséges változása következményeinek elemzése. Ennek közvetlen oka arra vezethető vissza, hogy a tápanyagellátás fokozódásával egyidejűleg a növények vízigénye a korábbiakhoz mérten viszonylag növekedett. A vízigény növekedése azzal magyarázható, hogy a növényi tömeg – a vegetatív és a generatív fitomassza – nagyobbodott.

Az **interdiszciplináris kutatások** eredményeként megállapítást nyert, hogy csupán az évenkénti termésnövekedés mechanizmusa a fenti módon nem ismerhető meg, megkerülhetlenné vált a mikro-skálán lejátszódó folyamatok termőhelyi elemzése. Ezek szerint a trágya-hatás első fázisa a fotoszintézis intenzitásában nyilvánul meg. Mikro-időskálán is bizonyítható e jelenség, amely szerint a fotoszintézis átlagos intenzitása  $25 \text{ g/m}^2$  nap körüli, kedvező feltételek esetén  $30\text{-}35 \text{ g/m}^2$  nap, tápanyagszegény talajokon ezek az értékek lényegesen  $25 \text{ g/m}^2$  nap érték alatt maradnak. Ezek az adatok kukoricára vonatkoznak, azonban a búzáé is hasonlóak, vagy nem nagy mértékben alattiak. Levonható az a következtetés, hogy megfelelő klimatikus információk alapján a tápanyag hasznosulása akkor következik be, ha az vele egyidejűleg a vízellátás is ennek megfelelően alakul. E kutatási irányban helyezhető el az az agrometeorológiai kutatási problémája, amely a tápanyag-ellátottság, vízellátottság kérdése körül kristályosodott ki. A víz- és tápanyag-ellátottság harmóniája akkor következik be, ha a vízellátottság maradéktalanul tudja mobilizálni a növényi tápanyagot és fordítva, ha a növényi tápanyag beépülését a mindenkori vízellátottság biztosítja. A víz és tápanyag harmóniájának kialakulása alapján véve energetikai folyamatnak tekinthető. E probléma-

körnek a centrális kérdése a talajból, illetve a növényen keresztül eltávozó vízmennyiség nagysága és a légköri párolgási kényszer arányának ismerete.

Az utóbbi felismerés lényegében egy alapvető feladat megoldásának szükségét definiálja. Folyamatosan szükséges nyomon követni a párolgásra fordítható energiának a nagyságát és vele egyidejűleg megállapítani az elpárologtatható vízmennyiségnek talajban lévő mennyiségét. Ezt az arányszámot a mindenkori sugárzó energia mérleg nagysága, valamint a talajban raktározott nedvességtartalom telítettsége szabályozza. Noha a számítások bonyolult elméleti alapokra épülnek, de rendelkezésre állnak azok az egyszerűbb összefüggések, amelyek ennek az aránynak a mindenkori értéke közelítőleg jól becsülhető.

Nem felesleges megemlíteni, hogy a vízellátottság és az energia-ellátottság az a legkedvezőbb agrofizikai paraméter, amelynek segítségével a növényi vízigény hosszabb, vagy rövidebb időszakra megállapítható. Arra is feltétlenül utalni kell, hogy az említett arány numerikus értékét a különböző agrotechnikai eljárások el nem hanyagolható mértékben módosíthatják. Így nemcsak a növény fajtát, de annak fajtáját, továbbá az alkalmazott talajművelés módját, az állománysűrűséget, stb. szükséges ismerni, mivel ezek a távozható vízmennyiség nagyságát módosítják. A módosítás mértéke a napi párolgás értékének nagyságában is felismerhető. Széleskörű szabadföldi megfigyelések alapján a köszöntött **Szász Gábor** több éven át folytatott vizsgálatai alapján **kidolgozott módszereivel** mind a párolgási kényszer, mind pedig a tényleges evapotranszpiráció, valamint a gyökérszóna által raktározott vízkészlet numerikusan jól becsülhető.

Hasonlóképpen számítható a sugárzó energiának a nagysága, az energetikailag, valamint a klimatikus feltételek által meghatározott növényi produkció tömege, a fotoszintézis tápanyagtól függő intenzitása. Mindezek a paraméterek természetesen további számításokat is lehetővé tesznek, így elsősorban kell megemlíteni azokat az egyszerűbb szimulációs eljárásokat,

amelyeket az egyetem Agrometeorológiai Observatóriuma dolgozott ki. Új eredményként vált ismertté az 1972-ben publikált anyag, amely szerint becsülhető **az energia-ellátottság, a hőmérséklet, valamint a vízpotenciál (talaj) értéke alapján becsülhető a potenciális és a tényleges növényi tömeg nagyobbodása**, illetve a különböző klimatikus stresszek következménye. Az eljárásra vonatkozó modell eredményeit mind belföldön, mind külföldön egyaránt újszerűként értékelték, a módszerek összehasonlító vizsgálatai kedvező eredménnyel zártak (pl. Anglia – Rothamsted, Hollandia – Wageningen, Németország – München, Halle, Leipzig, Franciaország – INRA, Norvégia – Trondheim). Az eljárás gyakorlati jelentősége abban áll, hogy megfelelő kalibrációval különböző termőhelyekre a becslés pontossága jelentősen fokozható.

Összefoglalva: a tápanyagellátás és klíma kapcsolatának több mint egy évtizedes kutatása alapján olyan eredmények születtek, melyek a hazai növénytermesztési kutatásokat jelentősen gyarapították a meteorológiai információk hatékonyságának sokoldalú bővítésével. E vizsgálatok eredménye képezte doktori értekezésének lényegét.

A fentiekben túlmenően az 1980-as években részletes vizsgálatok folytak a **víz és a tápanyag hasznosulásának** alakulására vonatkozóan. E kérdéskör hazánkban különösen nagy fontosságú a szántóföldi növénytermesztés keretében, mivel az időjárás változékonysága és a szélsőségessége gyakorta hozza nehéz helyzetbe a szántóföldi növénytermesztést. A különböző súlyosságú kedvezőtlen helyzetek valószínűségi alakulása termőtájaként az egyik legfontosabb agrometeorológiai információ, azonban sajnálattal állapítható meg, hogy ezzel a problémával a meteorológiai és mezőgazdasági kutatóhelyek nem foglalkoztak. E hiányok pótlása céljából olyan agrometeorológiai kutatások indultak meg, amelyek a főbb agrotechnikai elemeknek a hatékonyságát kívánta részletesen elemezni. Fentiekben utalás történt a vízellátás és a tápanyagellátás fontosságára egyrészt a termésszint megeme-

lése, másrészt pedig a termés-csökkenés mértékének redukálása céljából. Mind természetstéchnikai, mind pedig ökonómiai szempontból értékes paraméternek tekinthető a **tápanyagellátás hatékonyságának** megállapítása. Figyelembe véve a tápanyagellátás költséges voltát, termőtalajonként kívánatos meghatározni az optimális és a leggazdaságosabb mennyiséget (kg/ha). Széleskörű talajtani vizsgálatok bebizonyították, hogy a talajtípusok nagy arányban módosítják a műtrágya-mennyiség egységének termést módosító nagyságát. Ezek az értékes információk azonban nem tartalmazzák a klimatikus feltételek következményeit, ugyanis a tápanyag-hatékonyság kétparaméteres komponens. A hatékonyság függ egyrészt a talaj fizikai és kémiai tulajdonságától, állapotától, másrészt pedig azoktól a klimatikus feltételektől, amelyek a tápanyag felvételének, mozgásának, növényfejlődésre ható mechanizmusát szabályozzák. Ez utóbbi céljából szabadföldi kísérletek adatai alapján vizsgálat tárgyát képezte a műtrágyázás hatékonyságának alakulása. Az elemzés során megállapítást nyert, hogy az optimális tápanyagellátás termőtájaként egy olyan valószínűségi értékkel fejezhető ki, amelyben egyesül a termőhely talaj- és klimatikus adottságának szerepe. Hazai és nemzetközi kísérletek eredményei alapján megállapítást nyert, hogy az 1980-90-es évek alatti legerőteljesebb műtrágya-hatékonyság nem érte el a nedvesebb klímájú nyugat-európai országokban számítható értékeket sem a búzánál, sem a kukoricánál.

Mivel a tápanyag-hatékonyságot a vízellátottság szabályozza egyéb tényezők mellett, ezért a tápanyag-hatékonysághoz hasonlóan a **vízellátottság hatékonyságának** meghatározása is megtörtént az említett módon értelmezve. Tekintettel arra, hogy a két hatékonysági paraméter közötti összefüggés igen szigorú azonos termőhelyre vonatkoztatva, ezért a vízellátottság hatékonyságának értelmezése a tápanyagellátás ismerete nélkül reálisan nem írható le, de fordítottn is igaz: a vízellátottság ismerete önmagában nem döntési paraméter a tápanyag szerepének figyelembevétele nélkül.



E logikai rendszerhez hasonlóan kezelhető a fotoszintetikusan aktív sugárzásnak (PAR) a hatékonysága. A PAR értéke főként az állomány belső terében változik azonos napmagasságra vonatkoztatva, elsősorban a levéltömeg nagyságától. A PAR-effektivitás az állomány sűrűségének szabályozhatósága keretében minősül vizsgálati paraméternek. A PAR-nak a növénytakaró általi abszorpciója bár ismert szimulációs módszerekkel jól becsülhető, azonban a termőhelyen, valamilyen módon kezelt állomány jellemzésére – pl. tőszám, levéltípus, levélfelületi index stb. – a PAR-effektivitás reális értékének meghatározása jelentősen emeli a talajborítás mértékének pontosságát.

Általában az agrometeorológiai paraméterek számszerű értéke nagyon jól használható a növényre gyakorolt agrotechnikai hatások pontos kimutatására.

Az utóbbi években – különösen az éghajlat megváltozásával kapcsolatban – gyakran használt környezeti paraméter **a levegő CO<sub>2</sub>-koncentrációjának értéke**. Hangsúlyozni kell ennek az anyagnak az agrometeorológiai szerepét. A CO<sub>2</sub>-tartalma a növényállományok közelében és az állományban a kora délelőtti órákban éri el a maximumát, míg a napmagasság növekedésével egyre csökken, majd napnyugta után újbóli emelkedés tapasztalható. A CO<sub>2</sub> a növényállományban általában jelentősen csökken. A csökkenés mértéke a növényzettől mentes felület feletti koncentrációhoz mérten elérheti a 60%-ot. Kísérleti mérések szerint a CO<sub>2</sub>-koncentráció maximuma a talaj biológiai aktivitására utal, míg a koradélutáni minimális érték sugárzási helyzetekben a levél fotoszintetikus aktivitásával áll arányban. A CO<sub>2</sub>-koncentráció felszín közeli értékének alakulását még az 1950-es években Szász Gábor vizsgálta, elemezve a napi ingadozás amplitúdójának felszín feletti magasságtól való függését. A CO<sub>2</sub>-koncentráció a fotoszintézis lokális intenzitásának becslése során különösen fontos paraméternek minősül, főleg a különböző tápanyaggal ellátott növényállományok közötti különbségek meghatározása során.

A szántóföldi növénytermesztés fejlesztése során a termőtájak, termőhelyek minőségi megkülönböztetése előkelő helyet foglal el a klíma-feltételek értéke. Korábbi földértékelési vizsgálatok keretében a talaj-klíma értékének egymáshoz viszonyított fontossági aránya: 70:30. A legkedvezőbb klíma-feltételeket 30%-ra becsülve tág lehetőség nyílik a klimatikus különbségek kifejezésére. A Köszöntött szerint nem az egyes éghajlati elemek átlag értéke, hanem sokkal inkább azoknak szélsőértékei, illetve azoknak gyakorisága alapján célszerű az éghajlati adottságokat mérlegelni, ilyen alapon állította össze hazánk agroklimatológiai körzeteit, melyek területi határai, pontosabban határzónái a klimatikusan szignifikánsan különböző éghajlatú területeket különítenek el egymástól. Hazánk területére vonatkozó komplex agroklimatológiai feldolgozással nem rendelkezünk, azonban számos olyan szórványszerű klíma-vizsgálat folyt az ország különböző kutatóhelyein, ahol egyebek mellett mezőgazdasági vonatkozású elemzések folytak. Az **agroklimatológiai kutatások** körébe sorolhatók mindazok a klíma-elemzések, amelyek közvetlenül vagy közvetve mezőgazdasági vonatkozásokat is képeznek. A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centrumában folyó agroklimatológiai vizsgálatok lényegesen különböznek a hagyományos éghajlati elemzések rendjében. Elsősorban a többdimenziós klíma-analízis és az egyes klimatikus elemek idősorainak valószínűségi függvényei azok, amelyek a legmegbízhatóbb információs alapokat biztosítják. A kétdimenziós klíma-analízis a hőmérséklet és a csapadék egyidejű alakulásának törvényszerűségeit, jelenségeit foglalja össze éghajlati tájanként, illetve a rendelkezésre álló megfigyelő állomások idősorai alapján. Az említett kétdimenziós klíma-analízis négy lehetséges variánsának tipikus évi változása ismerhető fel. A nyári félévben, főként a Nagyalföldre jellemzően az átlag feletti hőmérséklet és a vele egyidejűleg bekövetkező átlag alatti csapadék jellemző. Ennek a variánsnak valószínűségi értéktartománya 28-45%/hónap a nyári félévben; a nyári félévben

e variáns átlagértéke 50-65% közötti. Mindkét jellemző számérték egyértelműen bizonyítja a kedvezőtlen vízellátottságot, az egész Nagyalföldön a nyári vízhiány uralkodik, legfeljebb a szárazság fokozataiban ismerhetünk fel el nem hanyagolható különbséget.

A mezőgazdasági vízgazdálkodás területén hazánkban a **klimatikus vízmérleg alakulása** tűnik kiemelkedő fontosságúnak. A Nagyalföld egész területén általános a vízhiány, de különösen kedvezőtlen mérleg az ország középső területén, elsősorban a Dél-Duna-Tisza-közén és a Dél-Tiszántúlon, a szárazság által legjobban veszélyeztetett terület északi határa a Tiszától déli peremét érintve nyugat-kelet irányba húzódik. Ezeken a területeken a nyári vízhiány átlagértéke 150-230 mm, de az egyes rendkívüli évjáratokban megközelíti a 300 mm-t is. A vizsgálati eredmények bizonyítják, hogy hazánkban, de különösen a Nagyalföld területén a növénytermesztés fejlesztésének egyik természeti akadályát a csapadék hiánya képezi. Ez a magyarázata az **öntözés szükségességének**. A növénytermesztés eredményességének legnagyobb kockázata a jó talajtermékenységű, de csapadékhiányos területén alakul ki (Délkelet-Alföld, Közép-Tisza vidéke, Hajdúsági löszhát).

A csapadék előrejelezhetőségének lehetetlen volta folytán a különböző időtartamra vonatkozó **csapadékvalószínűségek** képezik a döntések klimatológiai alapját. Szász Gábor e hiány felszámolása céljából végezte el a hazai csapadék-idősorok valószínűségi eloszlási függvényeinek megállapítását. A havi csapadékösszegek valószínűségi eloszlási függvényeiből, vagy annak grafikus görbéi alapján meghatározhatók, vagy legalábbis tájékoztatást nyújtanak a szárazságra kiemelkedően hajlamos időszak megállapításához. A csapadékösszegek havi valószínűségi összegeinek eloszlásából következtetni lehet a vízhiányos, a kedvező vízellátású és a vízbőség bekövetkezésének valószínűségére, és a növényi vízigény határértékeinek valószínű csapadékösszegeire.

**Az agrometeorológia fizikai alapjait a talajmenti határréteg mikrometeorológiai folyamatainak törvényei** foglalják össze, míg az agroklimatológia alapját pedig a klíma-dinamika képezi. A Debreceni Egyetem Agrometeorológiai Observatóriumában mikrometeorológiai vizsgálatok létrehozása óta folynak. A mikrometeorológia egyik súlyponti kérdését a felszín közeli légrétegekben uralkodó aerodinamikai tulajdonságok megismerése képezi. A levegő turbulens mozgása folytán a felszín közelében kialakuló energia- és anyagáram divergenciáját a turbulencia hozza létre, amelynek mérése közvetlenül nem mérhető, azonban az erre szolgáló speciális mérőeszköz – szónikus anemométer – alkalmazásával előállíthatók azok a légkörfizikai paraméterek, amelyek a különböző anyagáramok iránya és intenzitása meghatározható. Ez az experimentális elemzés főként a szenzibilis és a latens hőáramok, illetve az entalpiának a felsőbb rétegekbe irányuló mozgásának meghatározását követeli meg. Ennek megvalósítását szolgálja az a mérőtorony, melyen folyamatosan történik mindazoknak a meteorológiai elemeknek a folyamatos mérése, amelyeket ez a fizikai modell igényel. Ennek eredményei alapján magyarázhatók meg azok a mikroklimatikus különbségek, amelyek a talajmenti térben kialakulnak, illetve csak ezeknek az ismereteknek a birtokában állapítható meg a különböző növényállományok párolgási vízvesztésének a nagysága, és kalibrálhatók azok a szimulációs modellek, amelyeknek segítségével az energia, a szenzibilis és latens hőforgalom, valamint anyagforgalom numerikusan leírható. Mindezek részletes ismertetésétől e helyen eltekintünk.

Végül, de nem utolsó sorban szót kell ejteni **a távérzékelés agrometeorológiai használatáról**. A modern agrometeorológia-kutatás határai és lehetőségei napjainkban térben és időben rendkívüli mértékben kitágultak. A térbeli vizsgálati lehetőségek kiszélesítésének egyik lehetősége a távérzékelés. Tekintettel arra, hogy hazánkban konstrukcionálisan és műszakilag az ilyen irányú kutatások nem valósíthatók meg, vagy rendkívül

korlátozottak, egy konkrét eseményről azonban számot lehet adni. A DE - Agrometeorológiai Obszervatóriumban ismert fizikai alapelvekre épülve egy olyan hordozható spektro-radiométer megtervezése, illetve kivitelezése történt meg az 1980-as évek közepén, melynek segítségével terepi, illetve repülőgépen fedélzeti mérések folytak különböző növényállományok felett. A mérések elsősorban a fotoszintézis aktivitásának területi meghatározása, illetve a növényállomány tömegének a becslése céljából történtek. A detektált értékek a felszín hullámhossztól függő reflexiós értékek voltak (400-1200 nm), melyek alapján a nemzetközileg használatos ún. vegetációs index kiszámítható, majd ennek alapján a növényi tömeg becsülhető. Kísérleti mérések alapján megállapítható, vagy jól becsülhető a különböző növényállományok, de elsősorban búza és kukorica tápanyag-ellátottságának a mértéke. Ez utóbbit a nitrogén-index fejezi ki, amely egy olyan empirikus együttható, amellyel leírható a növényi levélben képződő klorofill-mennyiség, amely valójában a nitrogén egyik meghatározó anyaga. A nem kis számú repült-óra alapján végzett mérések tetemes mennyiségének elemzése számos egyéb olyan következtetésre adott lehetőséget, amelynek részleteire e helyen csak utalni lehet tételes ismertetés nélkül.

Végezetül egy olyan komplex kérdéshez kell választ adni, amely alapján egy életpálya alatti kutatói tevékenység és cél, mely koncepcionális fogalmi körben helyezhető el. E kérdés bonyolultságát feloldja a növénytermesztésnek, mint önálló tudományterületnek lehetséges definiálása. A növénytermesztés-tudomány fogalmát az illetékesek rendszerint csak hosszabb kifejtéssel értelmezik. Mivel egy fogalom definiálása mindig rendkívül nehéz, ez alól a növénytermesztés sem kivétel. Ez a körülmény csak akkor oldható fel, ha kísérlet születik egy újabb fogalom-definíciójának leírására. A Köszöntött tudományos életpályáján csaknem kivétel nélkül a meteorológiai folyamatok olyan következményeivel foglalkozott, amelyek a növénytermesztés fejleszthetőségére irányulnak. Ebből az álláspontból már a

fogalomalkotás könnyebbé válik és ez a következőképpen írható le: **a növénytermesztés energiát felhasználó, átalakító és szolgáltató rendszer**. A felhasznált energia szoláris eredetű, amelyet a növényzet egyéb elemekkel együtt szerves anyaggá transzformál, majd közvetve bonyolult kémiai felépítésű energiagazdag anyagot ad a társadalomnak. Ebben az egész láncolatban az energia eredete és annak transzformációja mindenkor és mindenütt szoláris eredetű, transzformációja pedig a mindenkori klimatikus feltételek által irányítva történik. E megfogalmazás egyértelműen bizonyítja, hogy a növénytermesztés tudománykörében a meteorológiai folyamatok és klimatikus adottságok determináló szerepe a rendszer minden pontján felismerhető. Ennek alapján ítélkezve állítható, hogy a mezőgazdasági irányultságú meteorológiai, klimatológiai kutatások nem csupán kiegészíti a mezőgazdasági információs rendszert, hanem abban elsődleges fontosságú tényezőként helyezhető el.

Áttekintve Szász Gábor életpályája alatti kutatásokat és azok eredményeit, elmondható, hogy kezdettől fogva mindvégig annak a bonyolult energetikai folyamatnak az elemzésével foglalkozott, amely egy olyan sajátos körforgalomnak egyik szakasza, amelyik a szántóföldön zajlik le.

## **Közéleti tevékenység**

Szász Gábor diplomájának elnyerését követő évtizedekben rendszeres egyre szélesedő közéleti tevékenységet fejtett ki. E tevékenységének eredményessége különösen a Debreceni Agrártudományi Egyetem, majd az egyetemi integrációt követő évtizedben bontakozott ki. A több mint félszázados aktív életpálya az intenzív társadalmi változások időszakára esett. A történelmi léptékű átalakulási folyamatok alatti tevékenység mindvégig két szempontból jellemezhető: az egyetemen belüli és kívüli tevékenység.

Az **egyetemen belüli közéleti** munkája főként a választott vezetői tisztségek viselése rendjében nyilvánul meg. Egyetemi docensi minőségben 1970-80-ig ellátta a tudományos dékán-helyettesi teendőket, melynek keretében fontos szerepet töltött be a különböző tárca- és kormány szintű kutatási programok karon belüli és intézmények közötti együttműködések szervezésében, a kutatási tevékenység gazdálkodásának irányításában. Ebben az időszakban bontakozott ki az akkori Agrártudományi Egyetem kebelében a központilag szervezett kutatási tevékenység. A tárcaszintű programokkal egyidejűleg indult meg a táj kutatás irányított kibontakozása, melyben való részvétel számos tanszék tudományos munkájának elindulását is jelentette. Erre az évtizedre tehető az oktatói kar keretében a tudományos munka végzésének általánossá válása.

A tízéves dékánhelyettesi megbízást követően 1983-ban rektori megbízást kapott, amelyet 1989-ig látott el. Rektorsága alatt az intézmény oktatási tevékenysége bővült, különböző irányú szakmérnök-képzés kiszélesedett, a hallgatói létszám mérsékelt növekedése nyomán lehetőség nyílt a graduális képzés keretében a szakirányú mérnökképzés bevezetésére. Az oktatási feladatok növekedése, a kutatási lehetőségek szélesebbé válása eredményezte az oktatói kar tudományos színvonalának jelentős mértékű emelkedését. Tanszékvezetői megbízatást ebben az időszakban csak tudományos minősítéssel rendelkező oktató kapott. A mérnökképzés színvonala mind a tudományos, mind a gyakorlati élet felé irányulva egyre magasabbra emelkedett, az egyetemnek a gyakorlati élettel való kapcsolata többrétűvé vált, egyre közelebb kerültek a kiváló termelési szakemberek az Egyetemhez, megnyílt a lehetőség, hogy a nagy termelési tapasztalattal rendelkező mezőgazdasági mérnökök az oktatásba bekapcsolódhassanak. Ennek alapján a Debreceni Agrártudományi Egyetemen elnyert mérnöki diploma országosan kiválónak minősült.

Szász Gábor rektorként nagy súlyt fektetett az intézményi kutatási megbízások megszerzésére, az elnyert kutatási szakmai színvonalának emelésére. A korábban csak mérsékelt műszaki alapok fokozatosan emelkedtek, s mint az Országos Műszerügyi Bizottság tagja, a rektor igyekezett egy magasabb technikai színvonal kiépítésére, a meglévő műszaki bázis szélesítésével lehetővé tették az elnyert tárca- és kormányprogramok nagyobb hányadukban a növénytermesztést fejlesztő kutatásokat. A kis hatásfokú tanszéki laboratóriumokat felszámolva, olyan központi kémiai laboratóriumot létesített, amely rövidesen elnyerte az akkreditációt, s mint kiemelt speciális szervezet az ország egyik legjobban felszerelt, és legjobban működő laboratóriumává vált. A laboratóriumi szükséglet megvalósítását a szántóföldi kísérletezés tette indokolttá. Egyrészt az országos műtrágyázási kísérlet hálózatának egyik állomásaként, másrészt a felettes szervek – MÉM, OMFB, stb. – által megrendelt kutatási feladatokból származó szükség alapján szervezte meg munkatársaival azt a központi kísérleti telepet, amely a későbbiekben az igényeknek megfelelő alapot biztosította az újabb kutatási feladatok vállalásához. Ebben a több évre terjedő intézkedési ciklusban végzett munka eredményeire visszaemlékezve, nem tekinthetünk el Dr. Kurucz Gyula professzor-társ rendkívül hasznos tevékenységétől, aki hathatós munkát fejtett ki, mint korábbi rektorhelyettes a kísérleti terület jogállásának alakulásában. Ennek az eredményben teljes törekvésnek nyomán alakulhatott ki az az önálló szervezésű kísérleti teleprendszer, amely egyedülállónak tekinthető a hazai agrár-felsőoktatás intézményhálózatában.

A mezőgazdasági kutatások kiszélesedését követően a Magyar Tudományos Akadémia által szervezett alapkutatási tevékenység is egyre szélesebbé vált. Az alapkutatások kibontakozása kezdetben a kutatóintézetekkel, illetve társegyetemekkel való együttműködési szerződések keretében valósulhattak meg, majd később már az Egyetem önálló kutatási témákra



is pályázhatott. Az 1980-as évek második felében jelentősen kibővültek az ökonómiai kutatások, amelyekre a mezőgazdasági termelőüzemekkel való együttműködés teremtette meg az alapokat. Az 1990-es évek elejétől az 5 éves, tárcaszintű irányítású kutatási programok megszűntek, de részben ezt kívánta felváltani az MTA által szervezett Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA) kutatást támogató rendszere. Az egyetem pályázat útján számos témakört tekintett kiemelkedő fontosságúnak és támogatásra érdemesnek. Az OTKA keretében történő támogatási rendszer továbbfejleszthetősége, iskolateremtő céljai csak korlátozott mértékben valósulhattak meg. A kutatástámogatási rendszer átalakítása néhány hosszú távú vizsgálati célok elérhetetlenségéhez vezetett, de egyidejűleg új irányokat szabott meg.

Az **egyetemen kívüli közélet** a különböző irányító szervezetekben történő intézményi képviselő formájában bontakozott ki. Az állami irányítási rendszer összetettsége folytán az egyetemi egzisztencia szükséglete volt a döntést meghozó testületekben való mindenkori rektori jelenlét. Így elsősorban a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium különböző irányító testületeiben rektori képviselőként vett részt főként a támogatási és fejlesztési alapok felosztása során. Az egyetemen kívüli közélet legtöbb alkalommal a Magyar Tudományos Akadémia különböző osztályokon belüli tudományos bizottságaiban való közreműködés formájába sorolható. Ezek között ki kell emelni az MTA Agrártudományi Osztályának, továbbá Földtudományi Osztályának különböző bizottságait, melyekben a Köszöntött elnökként, illetve felkértként volt jelen. Számos alkalommal volt tagja az MTA különböző nemzetközi delegációinak, melyek az oktatás- és kutatásfejlesztés korszerűsítése céljából végezték munkájukat (Olaszország, Anglia, Hollandia, USA, Szovjetunió, Lengyelország, Ausztria). Nemzetközi delegátusként több egyetemi nemzetközi együttműködés elindulását segítette elő.

Rektori megbízásának lejárta követően három éven át rektorhelyettesi teendőket látott el az oktatás és a kutatás területén (1989-1992). E néhány évben jelentős események zajlottak le a felsőoktatásban, ekkor folytak az **egyetemi integrációt** előkészítő viták. Az integráció szükségének elvi elemzése már a 70-es években megkezdődött, amikor a Köszöntött kari vezetőként képviselhette az agrártudományokat, ahol a különböző intézményekből származó személyek az integráció egyes kérdéseit taglalták. Valamennyi tárgyalás kardinális témája egy modern és széles alapokra épülő, új egyetem kialakításának kérdése volt. E helyen is el kell mondani, hogy a Debreceni Agrártudományi Egyetemen, de főként a főiskolai karokon az oktatói vélemények különbözőek voltak. Az idő előrehaladtával egyre inkább bebizonyosodott az integrált egyetem reális jövőképe, a viták csupán a szervezeti felépítés módja körül alakultak ki. Szász Gábor a Debreceni Egyetemi Szövetség (Universitas) akkori megbízott vezetője egyértelműen javasolta az önálló centrumok létesítését úgy, hogy azoknak szerves egységbe tömörülő rendszere képezze az új egyetem komplexumát. Úgy tűnik, a javaslat némi módosítással valóra vált, s így 2000-től az egykori Debreceni Agrártudományi Egyetem a Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centrumaként továbbműködött. Az 1980-2000-ig terjedő időszakban a felsőoktatásra vonatkozó különböző álláspontok hullámválása játszódott le, de az új Debreceni Egyetem zavartalan működését azokban a vitákban kialakult nézetek jól alapozták meg

Szász Gábor 1997-ben nyugdíjba vonult, de a Ph.D.-képzésben továbbfolytatja oktatói tevékenységét és jelenleg is szervezője, irányítója és vezetője az egyetem Agrometeorológiai Obszervatóriumának. Egy 57 éves aktív életpálya eddigi eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy ez az életpálya a 80. születésnappal nem zárult le, hanem csak egy állomás, ami megváltoztathatja a feladatok belső arányát, de a tudomány művelése továbbra is az élete fókuszában marad.



# A KÖRNYEZETI ELŐREJELZÉSEKRŐL

*Major György*

*Magyar Meteorológiai Társaság*

## **Bevezetés**

1990-ben Velencében rendeztek egy olyan nagyszabású összejövetelt, amelyen a műholdas technika környezetvédelmi szerepét kívánták bemutatni. Mivel az Európai Unióban ez volt az első ilyen vonatkozású esemény, ezért az országok egy részét miniszterek vezette delegációk képviselték. A magas rangú delegáció vezetők részvételét az is indokolta, hogy a rendezvényre meghívták a rendszerváltáson folyamatában lévő európai országokat is, ennek következtében jelentős politikai felhangok kísérték a szakmai előadásokat. A magyar delegációnak tagja volt Szász Gábor professzor úr a felszín műholdas megfigyelésének szakértőjeként, magam pedig a légkör műholdas vizsgálatának hazai szakembereit képviseltem.

A számos előadás közül az egyik azzal foglalkozott, hogy összevesse a 25 évvel korábban készült környezeti előrejelzések egy részét az 1990-beli tényleges helyzettel, azaz azzal, hogy mi valósult meg abból, amit 1965-ben írtak az 1990-re várható környezeti jellemzőkről. Az előadó mintegy 10 részterületre vonatkozó előrejelzést idézett fel és meg kellett állapítania, hogy igazán egyik sem vált be, noha mindegyik helyesen adta meg a változás irányát. Két témakörre emlékszem határozottan. Az egyik előrejelzés azt sejtette, hogy 1990-re kipusztulnak a fókák a békák mértéktelen vadászata következtében. A másik azt vizionálta, hogy Európa partjai mentén az óceán vizében folyamatos réteget fog képezni a műanyag zacskók és palackok tömege, mivel ezek gyártása mértéktelenül nő, utólagos feldolgozásuk pedig megoldatlan.

## A modellekről

Az imént említett előrejelzések nyilván valamilyen (egyszerű vagy bonyolultabb) számításon alapultak, azaz matematikai modellt használt az előrejelzés készítője. Az éghajlat előrejelzésének kérdése az utóbbi években nemcsak a tudományban, hanem a közvélemény előtt is előtérbe került, ezért meteorológusként nem kerülhettem meg a válasz keresését arra, hogyan lehet a környezeti állapotra vonatkozó előrejelzéseket a maguk tényleges értékének megfelelően értelmezni? Mivel a környezetünk (akár annak csak a légköri része) nagyon összetett rendszer, legátfogóbb vizsgálatai sem lehetnek teljes körűek, ezért a legösszetettebb matematikai modellek sem adhatnak számot a valóságos folyamatok minden részéről. A kérdés az, hogy a legfontosabb tényezők mindegyikét és azokat pedig megfelelően figyelembe tudtuk-e venni? Tehát örülnék egy olyan elméletnek, amely világosan megindokolja, hogy mit várhatunk el a környezeti előrejelzésektől?

Az idén megjelent egy könyv (*Pilkey és Pilkey-Jarvis, 2007*), amelynek címétől (*Useless arithmetic: Why environmental scientists can't predict the future*) azt vártam, hogy elméletileg megalapozza: hogy miért nem lehet eleget tenni az emberi várakozásoknak az előrejelzés beválását illetőleg? A szerzők négy alapvető okot adnak meg:

- Hibák a modellezendő folyamatok jellegében
- Alapvető folyamatok kihagyása
- A kezdeti feltételek pontatlan ismerete
- Külső hatások megjelenése a rendszerben

Minden természettudományi kutató rögtön még számtalan okot tudna ehhez a nem teljesen konzekvens rendszerhez hozzátenni, tehát egyelőre

nincs egyszerű és átfogó magyarázat a környezeti előrejelzések megbízhatóságának határait, azaz minden előrejelzést külön-külön kell megvizsgálnunk utólag, hogy mennyiben vált be és miért volt hiányos. A szerzők azt sugallják, hogy bármennyire is összetett matematikai apparátust vetünk be a természeti folyamatok leírása céljából, valamilyen hibát (nem matematikait) mindig elkövetünk, tehát sem a matematikai eszközök használata, sem a múlt adatainak megbízható reprodukálása nem garancia arra, hogy a jövőre vonatkozó számításaink beválnak, mindig elkövetünk valamilyen hibát. A szerzők nem mondják ki, de kis jóindulattal beleérthető a magyarázatainkba, hogy a részfolyamatok kölcsönhatásainak eredményeként az egész folyamat időnként kaotikussá válhat és ezért sem lehet megbízható előrejelzéseket várni.

Tehát: marad az egyes környezeti előrejelzések egyedi elemzése!

### **A klasszikus példa: Arrhenius a szén-dioxid duplázódás hatásáról**

Az 1800-as évek utolsó évtizedeiben a meteorológia fő kérdése az volt, hogy mi okozta a nemrégiben felfedezett jégkorszakokat? Addig ugyanis az éghajlatot állandónak tekintették, ami érthető, hiszen a modern emberi kultúra a legutóbbi tízezer évben fejlődött ki, amikor az éghajlat meglehetősen állandó volt, ez tette lehetővé a mezőgazdaság, ez pedig a nagy szervezett társadalmak létrejöttét. Amikor kiderült, hogy az elmúlt 600 000 évben négy nagy eljegesedés játszódott le Európában és Észak-Amerikában, alapvető tudományos célkitűzés lett a magyarázat keresése.

1880 körül már ismert volt, hogy a felszín hőmérsékletét jelentősen befolyásolja a légkör vízgőz és szén-dioxid tartalma. Ez a két gáz, annak ellenére, hogy légkör tömegének kis töredékét teszi ki, mai nevén a hosszúhul-

lámú (infravörös) sugárzásforgalmat a felszín a légkör és a bolygóközi tér között alapvetően meghatározza, ezáltal a pedig döntő szerepe van a felszín és a légkör hőmérsékletének alakulásában. Természetszerűleg vetődött fel a kérdés: okozhatta-e az eljegesedéseket a légkör széndioxid tartalmának változása? A számszerű válasz megadására a svéd Svante Arrhenius vállalkozott, az 1895-ös évet a szükséges számítások elvégzésével töltötte, eredményeit angolul a következő évben tette közzé (*Arrhenius, 1896*).

Ahhoz, hogy a felszín hőmérsékletét számszerűen összekapcsolja a légköri szén-dioxid koncentráció értékével, meg kellett alkotnia egy (mai néven) éghajlati modellt. A modellbe beépítette az akkor ismert összes légkörfizikai tudást. Néhány alapvető felismerése a mai modellekben is használatos, noha a mai ismereteink mennyisége sokszorosa az akkorinak. Az ő munkája nyomán vált szokássá, hogy a szén-dioxid hatását elemző modellek érzékenységet azzal a felszíni hőmérsékletváltozással adják meg, amely a légköri széndioxid tartalom megduplázódásának hatására jönne létre.

Arrhenius szerint a felszín  $T$  hőmérséklete a következő összefüggésből számítható:

$$T^4 = K / \{1 + v(1-\beta)\},$$

ahol  $K$  állandó

$1-v$  a Föld-légkör rendszer hosszuhullámú „albedója” Arrhenius szóhasználatával,

$\beta$  a légkör hosszuhullámú abszorpciója.

A képletből látható, hogy a légkör hosszuhullámú abszorpciójának növekedése a felszín hőmérsékletének növekedését vonja maga után.

Arrhenius tudta, hogy a laboratóriumi abszorpciós együttható mérések alapján a tényleges légköri abszorpció nem, számolható ki, mert a légoszlopban a vízgőz is, a szén-dioxid is változó (felfelé haladva csökkenő) hőmérsékleten és nyomáson van. Ezért Langleynek a Hold hőmérsékletének meghatározását célzó spektrális méréseiből állította a elő a tényleges légkör abszorpciós paramétereit. Ha feltételezzük, hogy Langley mérései megbízhatóak voltak, akkor arra a következtetésre juthatunk, hogy Arrhenius azon spektrális sávok egy részében, amelyekben mind a vízgőznek, mind a szén-dioxidnak az abszorpciója jelentős, a teljes abszorpciót a szén-dioxidnak tulajdonította, ezáltal a széndioxid abszorpcióját a ténylegesnél nagyobbnak állapította meg. Ez oda vezetett, hogy a szén-dioxid megduplázódásának hatására 5 foknál nagyobb felszíni hőmérsékletnövekedést kapott. Mivel 1900 óta nem duplázódott meg a légkör széndioxid tartalma, ez az érték nem azért magas mert a valóságban mért adat ennél kisebb, hanem azért, mert a fejlődő tudomány eredményei ennél kisebb értékeket adnak. Pl. egy 1976-ban bemutatott numerikus modellszámítás alapján a klíma szén-dioxid érzékenysége nem haladja meg a 3 fokot (*Wang et al*). Miskolczi Ferenc kollégánk igen szép analitikus számításai pedig mindössze 0,5 fokot eredményeztek (*Miskolczi és Mlynczak, 2004*). A numerikus modellezés uralkodásának időszakában ezen analitikus eredmény közlését több folyóirat szerkesztője utasította vissza.

### **A modern példa: az IPCC 2007-es jelentése az éghajlatváltozásról**

Az Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) jelentései tartalmazzák az emberiség talán legnagyobb környezeti rendszere, a Föld éghajlata, előrejelzésének állását és fejlődését. A 2007-ik évi jelentés már negyedik a sorban. A jelentések sorozata egyre inkább kelti fel a széleskörű közvélemény figyelmét, tehát tartalmuk jól ismert. A legutolsó jelentés



(IPCC, 2007) lényeges többlete a korábbiakhoz képest az, hogy az állítások többsége bizonyosabbá vált az elvégzett munka eredményeként.

A jelentéseknek a közvéleményt és a szakembereket leginkább érdeklő része a jelen századbeli globális átlagos felszínhőmérséklet alakulását mutatja be a 2100-as évig. Az előrejelzések több éghajlati modell számításain, több emberi tevékenységi forgatókönyvön, valamint természeti folyamatok (pl. naptevékenység) várható forgatókönyvén alapulnak. A jelentések készítői megadták az előrejelzések bizonytalanságait, amelyek elég nagy hőmérsékleti intervallumot ábrázoló egyenes szakaszok. Ha 2100-ban a hőmérséklet az egyenes szakasz által megadott intervallumban lesz, akkor az előrejelzést sikeresnek kell tekinteni. Mostani vizsgálódásunk tárgya azonban az, hogy az előrejelzések bevalásáról mit tudunk mondani most, azaz előzetesen?

Tudjuk, hogy a modellek az utóbbi két évtizedben folyamatosan fejlődtek, a kutatók egyre több hatást építettek be a számításokba, tehát egyre kevésbé valószínű, hogy valamilyen befolyásoló tényező nincs figyelembe véve az eredményekben. Kérdés, hogy nem maradtak-e ki tényezők és a beépítettek pontosan vannak-e kezelve? A meteorológiai mérések nagyjából 150 éves múltra tekintenek vissza, ennek az időszaknak a globális hőmérsékleti mentét elég jól szimulálják a modellek, ez biztató jel. Az utóbbi tízezer év éghajlata meglehetősen állandó volt a korábbi időszakéhoz képest, tehát sokkal megnyugtatóbb lenne, ha a modellek mondjuk az utolsó húszezer év hőmérsékleti menetét írják le jó közelítéssel, ugyanis ezalatt már 10 fok körüli globális hőmérsékletváltozás is történt, ha ennek dinamikáját megfelelően tartalmazzák a modellek, akkor biztosabbak lehetnének abban, hogy a jövőt is elfogadhatóan írják le. Tisztán logikailag azonban akármekkora hosszúságú múltbeli időszak történéseinek korrekt reprodu-

kálása sem bizonyítja azt, hogy a jövőre vonatkozó számítási eredmények a valóságban be fognak következni.

A jelentésekben szerepel az egyes hatótényezők modellezésének (ismeretének) bizonytalansága. Legpontosabban a felhőzeti visszacsatolás szerepét kiszámítása, a teljes rendszer bizonytalanságának döntő részét ez teszi ki. A modellek fejlődése során az idevágó eredmények jelentősen módosíthatják a mostani előrejelzéseket. A munka folyik. Az eddigi eredmények értelmezése azonban a politika, a zöldmozgalmak és a közvélemény részéről meglehetősen felületes, ráadásul jelentős mértékben érdekektől torzított.

## **Záró gondolatok**

1. A környezeti modellek fejlesztőinek mindent meg kell tenni, hogy folyamatosan javuljanak és teljesebben legyenek a modellek. Az újabb szakmai ismereteket a lehető leghamarabb be kell építeni a modelljeikbe.

2. A környezeti előrejelzések felhasználóinak arra kell törekedniük, hogy az emberi tevékenység hatásaként előre jelzett változásokat a lehető legkisebbre csökkentsék, tehát az előrejelzések közül az valósuljon meg, amelyik a legkisebb alkalmazkodási kényszert jelenti az emberiségnek, ugyanis az alkalmazkodás jelentős erőfeszítéssel és áldozattal jár az amúgy is feszültségekkel terhelt globális társadalomban. Ez azt jelenti, hogy az antropogén hatások tekintetében a környezeti előrejelzések szerepe az, hogy felhívjanak a hatás csökkentésére, tehát arra, hogy lehetőleg az előrejelzés ne legyen érvényes. A megakadályozhatatlan változásokra pedig fel kell készülnünk. Mostanában a felkészülés helyett azt tapasztaljuk, hogy pl. az eddigi éghajlati határok közötti, az átlagtól nem is nagyon eltérő időjárási eseményekre sem vagyunk felkészültek és a felkészületlenség hamis magyarázatoként az éghajlatváltozásra hivatkozunk.

## Irodalomjegyzék

Pilkey O.H. és Pilkey-Jarvis L. (2007): *Useless arithmetic: Why environmental scientists can't predict the future*. Columbia University Press, New York

Arrhenius, S. (1896): *On the influence of Carbon Acid in the air upon the temperature of the ground*. Philosophical Magazine. Reprodukálva in Rodhe H. és Charlson P. (eds. 1998): *The Legacy of Svante Arrhenius*. Royal Swedish Academy of Sciences

Wang W.C., Yung Y.L., Lacis A..A., Mo T. és Hansen J.E. (1976): *Greenhouse effects due to anthropogenic perturbations of trace constituents in the Earth's atmosphere*. Proceedings of the Symposium on Radiation in the Atmosphere Science Press, 1977.

Miskolczi F. és Mlynczak M.G. (2004): *The greenhouse effect and the spectral decomposition of the clear-sky terrestrial radiation*. IDŐJÁRÁS, 108, No.4.

IPCC (2007): *Summary for policymakers. In Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment report of IPCC.

## ON THE ENVIRONMENTAL FORECASTS

### Summary

Usually the environmental forecasts are not correct. The reasons are manifold, there is no general theory to produce explanation. Therefore each forecast has to be investigated separately. In this work Arrhenius' calculation of the effect of carbon dioxide and the IPCC Report 2007 are analyzed.



# SZÁSZ GÁBOR, AZ AGROMETEOROLÓGUS

*Antal Emánuel c. egyetemi tanár*

*Országos Meteorológiai Szolgálat*

Mindannyiunk számára ismeretes, hogy az időjárásnak milyen jelentős szerepe van a várható termés mennyiségének és minőségének alakulásában, a termőhely éghajlati adottságai pedig a gazdaságosan termesztendő fajok választékát határozza meg. Az alapozó agrárkutatás (növényélettani, talajtani agrokémiai, növénytermesztéstani, stb.) és a termesztési gyakorlat is arra törekszik, hogy egyre elmélyültebb ismereteket szerezzen a termést növelő vagy korlátozó ökológiai tényezők hatásairól, ill. kölcsönhatásairól.

A korábbi évtizedekhez képest manapság még hangsúlyozottabb a termesztést befolyásoló ökológiai, köztük az időjárási és éghajlati hatótényezők szerepének egyre átfogóbb ismerete, mert hiszen ezáltal válik lehetővé a tudatosabb alkalmazkodás egyrészt a szélsőségesebbé váló időjárási eseményekhez, másrészt a napjainkban már aligha vitatható globális éghajlatváltozáshoz.

A növénytermesztési eljárások fejlesztéséhez a korábbi évtizedekben is igyekezett az agrometeorológia olyan információkat szolgáltatni, amelyek segítették a termesztési gyakorlatot az időjárási eseményekhez való alkalmazkodás módszereinek kidolgozása során.

Az agrometeorológiai tevékenység az utóbbi évtizedekben kiterjedt az alapozó kutatásokra, a módszerfejlesztésekre, tájékoztatásokra és előrejelzésekre.

A hazai agroklimatológiai és agrometeorológiai kutatási-, ill. szolgáltatási fejlesztési munkák aránya és iránya az elmúlt fél évszázadban évről-évre változott az agrárigényeknek megfelelően. A szántóföldi viszonyok közötti állományklíma mérések a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem (KLTE) Meteorológiai Intézetében indultak még az 1940-es években, id. Berényi Dénes kezdeményezésére. A mérések és kutatások azonban akkor váltak szervezetté, rendszerezetté és intenzívebbé, amikor Szász Gábor a KLTE-ről 1961-ben átkerült a Debreceni Mezőgazdasági Főiskolára, s egy év múltán, 1962-ben obszervatóriummá fejlesztette a pallagi klímaállomást.

Ezek a kutatási tevékenységek közben az Országos Meteorológiai Intézetben is elindultak, majd csaknem egyidőben számos további egyetem és agrárkutató intézet egy-egy munkatársa is bekapcsolódott a szabadtéri mérésekre alapozott agrometeorológiai kutatásokba. Jelen időkeret sajnos nem teszi lehetővé a sok-sok értékes munka áttekintését, hiszen a mai ünnepi tudományos ülésen figyelmünket elsődlegesen az Ünnepezt munkásságára irányítjuk. Minthogy a rendelkezésemre álló idő korlátozott, ugyanakkor Szász Gábor agrometeorológusi tevékenysége pedig – hála Istennek – immár hat évtizedre tekinthet vissza, a kutatói tevékenységéből is csak a főbb állomásokat említhetem meg.

A hazai agrometeorológiai kutatások legintenzívebb szakasza a megjelent tudományos közlemények alapján az 1970-es '80-as évekre tehető. Hogy ez idő tájt milyen témakörök foglalkoztatták agrometeorológusainkat, köztük Szász Gábort, érdemes felidézni egy 1987-ben az IDŐJÁRÁS-ban publikált cikkem segítségével. A '80-as évek közepe táján folyó alap-, fejlesztési- és alkalmazott agrometeorológiai kutatások témaköreit az alábbi főbb pontokban lehetett vázlatosan összefoglalni:

### Klímaadatok felhasználásával (agroklimatológia):

- agrometeorológiai tájékoztatási módszerek fejlesztése fenológiai és éghajlati adatok alapján;
- szántóföldi kultúrák optimális termőhelyeinek kijelölése az éghajlati erőforrások számbavétele útján;
- empirikus klimatológiai módszerek kidolgozása a szántóföldi növényfélések várható termésének becslésére;
- az időjárási elemek és a növényfejlődés kapcsolatrendszerének elemzése számítógépes programok segítségével.

### Kísérleti mérések felhasználásával (agrometeorológia):

- agrometeorológiai mérőeszközök és megfigyelési rendszerek fejlesztése;
- különböző növényállományok sugárzási összetevőinek, hő- és vízigényének, CO<sub>2</sub> asszimilációjának vizsgálata agrometeorológiai obszervatóriumokban beállított kísérletekre alapozva;
- öntözés és tápanyagellátás hatása a növényállományok vízforgalmára, PE, ET, ET<sub>opt</sub> modellek fejlesztése;
- agrometeorológiai modellek kidolgozása és adaptálása szántóföldi növények fejlődésdinamikájának és termés-mennyiségének előrejelzése céljából;
- állományklíma mérések különböző időjárási helyzetekben, különös tekintettel a növényállományok energia- és anyagforgalmára;
- a távérzékelési technikák alkalmazása a talajnedvesség és a növényállományok vízellátottságának becslésére, a várható termés előrejelzésére.

A Debreceni Agrometeorológiai Obszervatórium az itt felsorolt témakörök mindegyikéhez hozzájárult mérésekkel, elemzésekkel, stb. Sőt az



előbb említett közleményekben felsorolt projekteken túl az azóta eltelt húsz esztendőben hazai és nemzetközi együttműködések keretében további agrometeorológiai elemzésekre is sort kerített az Ünnepelt, nevezetesen vizsgálta és közleményekben tette hozzáférhetővé az alábbi kutatási témák eredményeit:

- állományklíma reprezentativitásának kritériumai és paraméterei;
- mikroadvекciós folyamatok alakító szerepe a különböző növényállományok klímájában;
- az állományklíma elméletileg megközelített újrafogalmazása és fogalmának rendszerei;
- az „Interkozmosz erőforráskutatás” c. nemzetközi akadémiai bizottság keretében szabadföldi használatra alkalmas multispektrális reflektométer konstruálása, amellyel több nemzetközi projektben vett részt.

Közben az agrárszakemberek egyre inkább az olyan számítógépen futatható agrometeorológiai modellek fejlesztését sürgették, amelyekkel elfogadható pontossággal lehet becsülni (előrejelezni) a növény fejlődési fázisának bekövetkezési időpontját, a zöldtömeg-gyapapodás dinamikáját egy adott időintervallumon belül, továbbá a várható termésmennyiséget és a termés minőségét is.

Az ilyen modell-alkotáshoz természetesen további bonyolult agrometeorológiai kísérletekre volt szükség, többek között mérni, majd digitális mérőműszerekkel regisztrálni kellett a növényállományok sugárzás-, hő- és vízháztartási összetevőit, mérni a növények magasságát, zöldtömeg-gyapapodását és levélfelszínének változását.

Az 1980-as években a CO<sub>2</sub> vizsgálatok is elindultak párhuzamosan a növényállományban és azon kívül. Ezek a mérések az asszimiláció és a meteorológiai elemek közötti vizsgálatok megalapozását célozták.

A felszíni agrometeorológiai mérések és információs rendszerek kiszélesítésének – mint már említettem – újabb lökést adott a mezőgazdasági célú távérzékelés gyakorlati alkalmazásának lehetősége. A pontszerű mérések területi kiterjesztése is lehetővé vált az új mérés technika alkalmazásával. Az űrből nyert információk hitelesítéséhez azonban továbbra is elengedhetetlen az ún. referencia mérés, amihez a debreceni agrometeorológiai állomás megfigyelési programja kellő adatbázist biztosít. A kétféle mérőrendszer párhuzamos adatgyűjtése lehetővé tette Szász Gábor részére az űrből nyert mezőgazdasági célú agrometeorológiai információk hitelesítését, elemzését és ennek birtokában vált lehetségessé, hogy hazailag is egzakt módon értelmezhessek az űrfelvételek útján kapott információkat a növénytermesztés segítése céljából.

E korszerű alkalmazási lehetőségekről és bizonyos eredményekről Szász Gábor már 1987-ben beszámolt az IDŐJÁRÁS folyóirat hasábjain, s megállapította: a távérzékelési eljárás az agrometeorológiában ugyan új információ források feltárását teszi lehetővé, azonban a gyakorlati célú alkalmazás (pl. termésbecslés, talajnedvesség meghatározás) a növényzetre vonatkozó földfelszíni megfigyelések jelentős mértékű gyarapítását igényli, főként a távérzékelési információk objektív interpretálása érdekében. Megállapította továbbá, hogy a referenciafelületek tematikus vizsgálata a jelenleginél több és korszerűbb műszerparkot követel.

Megállapítása húsz év távlatában is időszerű, a tényleges helyzet azonban rosszabb, mint az idő tájt volt. Zárójelben említem meg, hogy az elmúlt

két évtizedben az igényelt fejlődés helyett drasztikus visszaesés következett be a növénytermesztést segítő agrometeorológiai adatgyűjtés és kutatás terén. Többek között azóta megszűnt az országos talajnedvesség mérő- és fenológiai megfigyelő hálózat, felszámolásra kerültek az agrometeorológiai mérőhelyek és obszervatóriumok. Ma csupán a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centruma tart fenn olyan komplex mérőbázist, ahol rendszeres agrometeorológiai mérések, megfigyelések és kutatások folynak. Pedig a mezőgazdaságunkat is fenyegető globális légköri változások (éghajlatváltozás, a légkör általános szennyeződése, a savas eső, az ózon réteg ritkulása) most tennék igazán időszerűvé a modern növénytermesztés agrometeorológiai támogatását. Alkalmazkodó mezőgazdaságunk ma sem nélkülözheti a legkorszerűbb agrometeorológiai információk rendszeres és széles körű hasznosítását a zöldség-, gyümölcs- és növénytermesztés mindennapi gyakorlatában.

Ehhez a jövőben elvárható korszerű és jól hasznosítható agrometeorológiai szolgáltatások napi gyakorlatához elengedhetetlenek a modellek alábbi input adatai:

- meteorológiai mérő és megfigyelő országos alaphálózat klímaadata;
- növényfenológiai megfigyelések a főbb kultúrnövény fajok és néhány vadontermő növényfajra;
- talajnedvesség-mérő hálózat adatai;
- speciális agrometeorológiai állomások megfigyelései;
- agrometeorológiai obszervatóriumokban folyó kísérletek adatbázisa;
- műholdas megfigyelésekből származó meteorológiai információk,
- mezőgazdasági partnerintézményektől származó egyéb növénytermesztési adatok (pl. terméseredmény, termésminőség, vetés-szerkezet adatok, stb.).

Bár a magyar agrometeorológusok nemzetközi viszonylatban is jelentős és eredményes munkát végeztek az elmúlt évtizedekben, s ezek az eredményeik a jövőben is hasznosíthatók az agrártermelés modernizálása során, egy olyan mezőgazdasági potenciállal rendelkező ország mint hazánk, nem nélkülözheti majd a mainál sokszorta több és korszerűbb agrometeorológiai szolgáltatásokat. Az élelmiszer termelés és -ellátás terén fokozódó nemzetközi verseny, a minőség iránti igények növekedése, a termelési költségek további emelkedése, a rossz irányú globális változások (természeti, gazdasági, társadalmi, politikai egyaránt) által előidézett kihívások mind arra fogják szorítani az agrárszféra szereplőit, hogy minden információt bevonjanak a termelésbe, amely elősegítheti a mezőgazdaságban megtermelt áruk versenyképességét. A hasznosítható/hasznosítandó információk közé tartozik a rendszeres és folyamatos agrometeorológiai szolgáltatás, előrejelzés és tájékoztatás. Ezek fejlesztéséhez pedig hosszú távon is biztosítani kell mind az adatgyűjtést, mind a kutatást.

Az agrometeorológiai tevékenység finanszírozásának mikéntje, ill. a finanszírozó intézmény nevesítése az 1990-es évek elejétől mind a hasznosítók, mind a szolgáltatók számára talány, s számomra úgy tűnik egy jó ideig még az is marad.

A számos hazai agrometeorológiai, részletekbe menő kutatások közül itt csak a legfontosabbakat emeltem ki. Túlzás nélkül állítható, hogy az imént vázlatosan felsorolt és művelt agrometeorológiai témák többségét a Szász Gábor által 1962-ben alapított Debreceni Agrometeorológiai Obszervatórium bölcsőjében ringatták. Kutatói tevékenysége igen eredményes volt, amit az is igazol, hogy nem csak a fáradságos obszervatóriumi adatgyűjtő munkát tudta több évtizeden át menedzselni, hanem arra is kellő figyelmet fordított, hogy kutatási eredményeit mások is megismerhessék. Ugyanis

a felsorolt agrometeorológiai és agroklimatológiai kutatási témakörökben mintegy 140 közleménye (könyvek, egyetemi jegyzetek, szakcikkek, népszerűsítő cikkek) látott napvilágot, közülük 25 külföldön.

Kedves Gábor! Kívánom, hogy a bemutatott gazdag és eredményes kutatói tevékenységedet még sokáig folytathasd jó erőben és egészségben!

# MAI KÖVETELMÉNYEK A SZÁNTÓFÖLDI ÖNTÖZÉSSEL SZEMBEN

*Buvár Géza vezérigazgató*

**KITE ZRt. Nádudvar**

A magyar szántóföldi öntözéses növénytermelés szakmai előrehaladásához, különösen az öntözési technológia, illetve rend gyakorlatban is jól alkalmazható kialakításához döntően járult hozzá a szarvasi Öntözési Kutató Intézet kutatóinak munkássága. Közülük is kiemelést érdemel Frank Melani és Hank Olivér, akik az ötvenes években lerakták a későbbi évtizedekben használt öntözési ajánlások alapjait. Ezen ajánlások főszerelői az öntözővíz norma, a tábla beöntözési ideje és az öntözési fordulók voltak. Ezek tipikus értékei a 60 mm-es víznorma, 6 napos beöntözési idő és a 18-21 napos öntözési fordulók voltak. Természetesen ezen értékeket kisebb-nagyobb mértékben módosították a talajadottságok és az öntözendő növényfaj. Ezen értékek a növények vízigényét befolyásoló és a talajból felvehető víz adatok átlagaira alapozódtak. Így a sokéves meteorológiai adatokra vagy egyes fajok átlagos vízfogyasztására. Természetesen ezen értékek az öntözés műszaki létesítményeinek tervezéséhez is alapként szolgáltak.

Évek folyamán, újabb és újabb kutatási eredmények birtokában a módszerek fejlődtek, finomodtak, de szemléletük nem nagyon változott. Népszerűségük és előnyük egyszerűségükben rejtett. Azt is hozzá kell tenni, hogy az 50-es, 60-as évek fajtáinak képességei, valamint az alkalmazott technológiai színvonala összhangban volt ezen típusú öntözési technológiákkal.

A 70-es évektől a világ fejlett mezőgazdasági területein egy más szemléletű öntözés elterjedése indult meg. Ennek lényege, hogy az adott növény-

állomány aktuális vízigényét (statikus- és dinamikus vízigényt) kell minél jobban kielégíteni az öntözésnek.

Ennél is fontosabb, hogy a kutatások tisztázták, hogy az egyes fajok különböző fenofázisában jelentkező vízigény ki nem elégítései lényegesen eltérő termés kieséseket okoz. Ezen eredmények gyorsan beépítésre kerültek az öntözési ajánlásokba azzal, hogy határozottan megkülönböztetésre kerültek úgynevezett kritikus fenofázisok.

Aktuális vízigény kielégítése történő fókuszálásnak triviális oka lehetne, hogy a vízfogyasztást befolyásoló meteorológiai értékek (elsősorban a hőmérséklet) aktuálisan lényegesen el tudnak térni a sokéves átlagtól. Azonban a dolgok mozgatórugója - véleményem szerint - gazdasági jellegű. Egyrészt az új fajták, hibridek termőképessége meredeken emelkedett, az új technológiákkal elérhető hozam szintén jelentősen nőtt, másrészt az öntözés, benne az öntözővíz, érdemben drágult, harmadrészt a vízkészlet öntözésre felhasználható része egy inkább limitált. Mindezek megnövelik az abszolút különbségeket a jó és a kevésbé jó öntözési technológiák között (akár hozam, akár költség oldalt vizsgálom). Az öntözővíz limitált volta pedig nem ad reális választási lehetőséget, csak az öntözés hatékonyságának növelése a járható út.

Bár az ilyen szemléletű öntözés már legalább három évtizede érdemben jelen van, mégsem kizárólagos. Viszont az áttérés folyamatos és a változás jól érzékelhetően gazdasági- és fenntarthatósági okokra vezethető vissza.

De térjünk vissza oda, miért is olyan fontos a növényállomány aktuális igényének kielégítése és ezen belül a kritikus szakaszok kiemelt kezelése.

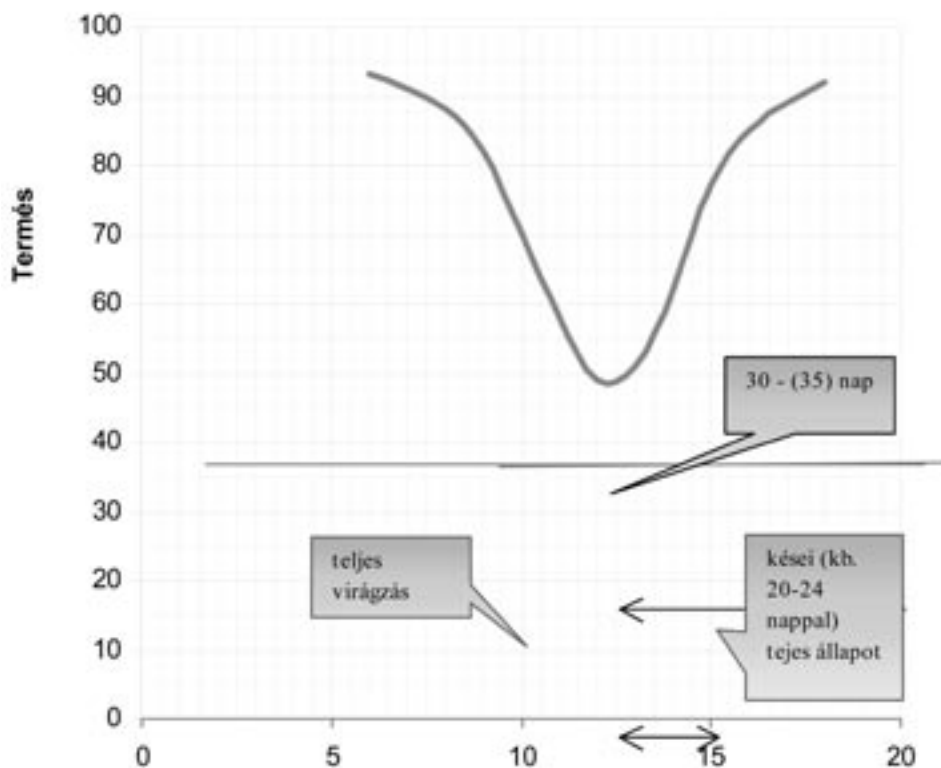
Vizsgáljuk ezt meg a kukorica példáján. A kukorica egyike a legnagyobb szarazanyag termőképességű, legjobb napenergia kihasználású egyényári növényeinknek, amely tenyészideje a vegetációs periódust elég jól kitölti.

*1.sz. táblázat:*

A kukorica várható vízfogyasztása a Békés-Csanádi területeken (mm/nap)

<b>Egyéni átlaghőmérséklet</b>	<b>15°C</b>	<b>18°C</b>	<b>21°C</b>	<b>24°C</b>	<b>27°C</b>
2 levél	0,77	0,88	0,99	1,1	1,16
4 levél	0,99	1,1	1,21	1,38	1,49
6 levél	1,38	1,54	1,76	1,87	2,03
8 levél	1,76	1,98	2,2	2,42	2,64
10 levél	2,37	2,69	2,97	3,24	3,52
12 levél	2,97	3,3	3,73	4,07	4,4
14 levél	3,36	3,79	4,23	4,56	5,00
Címerhányás	3,74	4,23	4,73	5,12	5,61
Virágzás	4,18	4,67	5,23	5,66	6,16
Bibebarnulás	4,35	4,90	5,44	5,94	6,5
Tejes érés	4,18	4,67	5,23	5,66	6,16
Viaszérés kezdete	3,74	4,23	4,73	5,12	5,61





**1.sz. ábra: A kukorica termés csökkenése különböző fenofázisokban bekövetkező azonos vízigény kielégítettség esetén**

A táblázat és az ábra önmagáért beszél.

Viszonylag rövid időn belül (2-3 hét) akár 50 % vagy ezt meghaladó mértékben tud nőni egy kukorica állomány vízigénye, vagy tud a felére csökkeni az. Két-három hét a klasszikus öntözési forduló hossza.

Másrészt a kukorica kritikus ideje (vízellátási szempontból) 30-35 nap. Ez az időszak a tenyészidejének mintegy 20 %-a, ugyanakkor ez idő alatt elfogyasztott víz az összes vízfogyasztásának kb. 2/3-a. Figyelemre méltó továbbá, hogy a kritikus és a nem kritikus időszakok találkozásánál egy

hét – tíz nap időeltérésben ugyanolyan arányú vízellátási zavar 2-3-szoros terméskiesést okoz.

Egy hét – tíz nap pedig alig hosszabb, mint a klasszikus öntözési rendszerinti beöntözési idő és fele-harmada az öntözési fordulónak.

El kell azt is mondani, hogy a klasszikus öntözési rend és a növényállomány aktuális igényéhez igazodó, a kritikus szakaszra különösen fókuszáló öntözési rendszer között fent említett feszültség praktikusán ott jelentkezik, ahol a használt hibrid és technológia gyakorlati termőképessége 10 – 12 t/ha. Ez ma nem különlegesség.

Az igazsághoz az is hozzátartozik, hogy nem minden faj egyformán produkálja a fenti képet. A kukorica a szántóföldi növények közül az érzékenyek, de nem a legérzékenyebbek közé tartozik.

Akkor, hogy néz ki egy ilyen öntözési technológia és az ehhez illeszkedő technika?

1.) Az öntözési program megfogalmazásához a következő szempontokat célszerű figyelembe venni.

- Feltételesen öntözési zónában vagyunk. Következésképpen kialakulhat olyan helyzet is, hogy túl sok víz van a területen. (Nem tudhatjuk, hogy öntözés után mikor esik eső, és nem tudhatjuk, hogy az öntözési idény után milyen csapadékos időszak következnek.) Tehát egy-egy öntözést is úgy célszerű méretezni, hogy maradjon még „némi hely” a váratlan esőnek. Az öntözési szezon végén pedig időben fejezzük be az öntözést.

- Ha öntözünk, akkor a víz ne legyen korlátozó tényező, és olyan növénytermelési technológiát alkalmazzunk, amely számol ezzel. Ez azt jelenti, hogy „felszóljuk” a technológiánk termőképességét és ezzel együtt a nem optimális vízellátással szembeni érzékenységét (gazdasági okok miatt nem igen tehetünk mást).

## 2.) Műszaki elvárások:

- Olyan öntözési berendezésekre van szükség, amelyekkel sűrűn, kisebb vízadagokat lehet kiadni anélkül, hogy ezzel a berendezés teljesítménye csökkenne, vagy az öntözés költsége lényesen növekedne a ritkán kiadott nagy vízadagokhoz képest (pl. centrál-pivot, lineár, csepegtető).
- Az öntözőgép vízpótló kapacitását nem a sokéves meteorológiai adatok alapján számított átlagos vízpótlási igény alapján kell meghatározni, hanem a nagy valószínűséggel előforduló 10-15 napig tartó legmagasabb ET alapján. Ez praktikus azt jelenti, hogy képesek legyünk napi ~ 5 mm víz kiadására. Képesek legyenek tovább a rájuk kalkulált teljes terület 1-2 nap alatti beöntözésére.
- Követelmény továbbá, hogy a berendezés álljon a rendelkezésre:

- Kelesztéshez,
- Gyomirtószer- hatásának segítésére,
- Tápanyag kijuttatásra (fertigation, chemigation).

A jól specifikált technikai háttér tudatában elkezdődhet a növény igényéhez igazodó öntözési program felépítése.

Melyek ezen program lépései?

1.) Minden, az öntözést, illetve vízgazdálkodást befolyásoló tényezőre kiterjedő korrekt talajvizsgálat elvégzése.

Ezzel birtokába kerülünk a talaj vízkapacitási adatainak, különös tekintettel a felvehető vízre. Megtudjuk, hogy a talajtulajdonságok, hogy módosítják az aktívgyökérszóna értékeket, továbbá a vízvezetőképesség ismeretében hogyan kalkulálhatunk az öntözés intenzitás tekintetében.

2.) A fajnak fenofázisnak, talajadottságnak megfelelően meghatározzuk milyen aktív gyökérszónával kalkulálhatunk.

3.) Eldöntjük milyen talajnedvesség intervallumot tartunk megfelelőnek (pld. Kukorica esetében DV 50-80 %).

4.) Megmérjük az induló vízkészletet a talajunkban a tenyészidőszak elején (pld. Májusban).

5.) Csapadékmérőt telepítünk a táblára, hisz szeretnénk pontosan tudni, hogy mennyi a „bejövő” víz.

6.) Eljutottunk a módszer legkényesebb pontjához; tudniillik, hogy hogyan határozzuk meg a víz fogyasztát, ami után már egyszerűen kalkulálható, hogy mennyit kell pótolni.

Az intenzív kertészeti növények öntözésénél nem kérdés, hogy a növények aktuális vízigényét, mégpedig nagy pontossággal kell kielégíteni. Ott ezt a talaj, vagy az egyéb termelési közeg (substrate) vízszolgáltatás képességének folyamatos mérésével tudják megtenni, legtöbbször automatizálva a folyamatot. A szántóföldön, több tíz vagy százezer hektáron kiépíteni folyamatos mérési rendszert, bizony több szempontból problémás, mindennek előtt nagyon drága. Viszont a talaj induló vízkészletének ismeretében néhány nem túl nehezen folyamatosan beszerezhető fenológiai és meteorológiai adat segítségével számolható a talaj vízszolgáltató képességének változása. E célt szolgáló képlet megalkotásával többen próbálkoztak, és sokan értek el sikereket is. Azonban általánosságban azt lehet mondani, hogy a különböző algoritmusok megbízhatósága egy-egy klíma körzethez köthető.

Ezért is öröndetes, hogy itt Debrecenben a Tiszántúl öntözéses területeinek közepén is folytak ilyen kutatások és születtek eredmények Szász Gábor professzor úr munkássága révén. Jómagam, aki nem jártas az agrometeorológiai tudományokban, de érdeklődik és érdekelt az azt hasznosí-

tó munkaterületeken, így az öntözésben, a következőképpen fogalmazom meg (némi félsszel) Szász Gábor professzor úr munkássága idevágó eredményeinek jelentőségét.

- Ezek az eredmények a mi klímánkon születtek, így megbízhatóságuk és gyakorlati használhatóságuk itt ezeknek a legjobb.
- A Professzor Úr növényállományok vízfogyasztásának kutatása két pályán futott. Egyrészt alapozódott kísérletekre és mérésekre, másrészt energetikai számítással megtörtént ezen eredmények kontsalálása.

És ha máshonnan nem, a számítógépek világából tudjuk, hogy a dual-rendszerek hibázásának valószínűsége a singel-ekhez viszonyítva exponenciálisan csökken.

Még egy megjegyzés: ezen kutatási eredmények gyakorlati hasznosításával a Debreceni Agrár Egyetemnek sokkal jobban kellett volna élnie.

7.) Ha van ismeretem a talaj hasznosítható vízkészletéről, ha birtokomban vannak olyan adatok és algoritmusok, amelyek segítségével számolható az állomány vízfogyasztása, akkor már csak az van hátra, hogy meghatározom, hogy mikor, mennyit öntözzek.

Előbb néhány szót a vízfogyasztás számolásáról:

Ha az aktív gyökér-zónában a vízkészlet nagyobb, mint a napi vízfogyasztás és ez várhatóan közel állandó és képes vagyok a várható napi vízfogyasztást naponta pótolni, akkor viszonylag egyszerű a dolgom, mert mindennap pótoljuk az épp akkor elfogyasztott vizet. Gyakorlatban ezt csepegtető öntözésre berendezett területen lehet elképzelni, de ott is csak akkor, ha az öntözési idő alatt a beázási görbe kielégítő.

Ha a helyzetem nem ilyen kedvező, akkor a számolt vízfogyasztást és az öntözőberendezésem képességeit az alapján kell összehangolnom, hogy

ne fussak ki a kívánt DV intervallumból az aktív gyökérszónában. (Ez az a talajszelvény, amelyből az adott fenofázisban lévő növény gyökere képes a DV könnyen felvehető részét maradéktalanul felvenni.)

A valóságban két vízfogyasztást számolnak; Az egyik a nagy valószínűséggel a következő napokban bekövetkező vízfogyasztás. Ez alapján indul az öntözés és kerül meghatározásra a víznorma.

A másik; a megtörtént vízfogyasztás, melyek alapján megkapjuk naponként a talaj tényleges vízkészletét. Ennek ismeretében indul újra- és újra az előttünk lévő napok tervezése.

#### 8.) Öntözés kezdete, öntözési norma:

A növények fejlődésének elején gyökérzetük is kisebb, így kisebb az aktív gyökérszóna. Ha ebben a gyökérszónában a DV 50 % körülire, kissé alá süllyed, de alatta van felvehető víz és messze vagyunk a kritikus szakasztól, akkor nem kell elkapkodni az öntözés indítását. Ahogy az aktuális aktív gyökérszóna közeledik a maximális értékhez, valamint közeledünk a kritikus szakaszhoz, úgy kell elkezdenünk az öntözést, hogy a beöntözés végére sem csökkenjen a beöntözött terület DV-je 50 % alá. A normát viszont úgy kell kialakítani, hogy az öntözés elején sem menjen a megöntözött terület DV-je 80 % fölé. Ez a következő módon történik:

Bár általánosságban beszélhetünk ajánlott víznormáról, ami 25 mm (20-30 mm), a norma meghatározása mégsem egy egyszerű feladat. Egy példán keresztül vegyük sorra, mire kell tekintettel lenni a megválasztásánál.

Legyen az öntözési kapacitás 5 mm/óra, a talaj pedig közepes minőségű, melyre a DV-vel jelölt felvehető víz legyen 12 tf%. Ez 108 mm/90 cm. Az evapotranszpirációs körzet legyen most is 5.75. Ekkor a minimális és a maximális talajnedvesség:



Ebből norma = 23.1 mm, csengetési DV = 9.3 mm. Ugyanígy kiszámolva 5 mm várható ET mellett azt kapjuk, hogy a norma és a csengetési DV is 16.2 mm, míg 7 mm-es várható ET-nél a norma csak 13,5 mm, a csengetési DV pedig 18.9 mm.

A talajnedvesség követése naponkénti (azaz napi egyszeri) adminisztrációval csak úgy lehetséges, ha egy öntözési forduló egész számú nap. Ez a norma megválasztásának egy újabb szempontja. A példánkban ez azt jelenti, hogy kezdetben választható 4-5 napos forduló, később a legnagyobb evapotranszspirációs fenofázisokban, amikor még az átlagosnál melegebb is van, csak 2-3 napos.

Az előzőekben láttuk, hogy határozható meg egy várható ET mellett a normával együtt a csengetési DV. Nyilvánvaló, hogy így sem tartható a talajnedvesség a kívánt határok között, ha az evapotranszspiráció tartósan nagyobb, mint az öntözési kapacitás és nincs eső. Ekkor egy idő után feltétlenül a DV 50 % alá süllyed a talajnedvesség. Ennek elkerülésére akkor van a legnagyobb esélyünk, ha a talajnedvességet DV 80 %-ra feltöltve érkezünk oda, ahonnan kezdve a várható ET már nagyobb, mint az öntözési kapacitás. Ez az időpont nagy valószínűséggel a címerhányás. Tehát öntözni kell vagy azért, mert a talajnedvesség lecsökkent a csengetési DV-re vagy azért, hogy a címerhányáshoz DV 80 %-os talajnedvességgel érkezünk.

Hogyan lehet kiszámolni a feltöltő öntözés kezdési időpontját? Ehhez ismerni kell a címerhányás várható időpontját, a címerhányás előtti időszak várható napi átlaghőmérsékleteit és fenofázisait.

Mikorra várható a címerhányás? Azt mondhatnánk, hogy a vetés utáni 70. napon. Ennek azonban az időjárástól függően igen nagy a szórása, bekövetkezhet a címerhányást korábban és sokkal később is. Kisebb szórással,



azaz megbízhatóbban becsülhető a címerhányás időpontja a fenofázishoz szükséges hőmennyiséggel. Az erre vonatkozó vizsgálatokból kiszámolható, hogy a 10 C° fölötti napi átlaghőmérséklet hőösszegekből mennyi kell egy-egy fenofázishoz. Ezek a hőösszegek jobban jellemeznek egy fenofázist, mint a hozzá tartozó napok száma.

A címerhányás előtti időszak várható napi átlaghőmérsékletei az adott tábla ún. klíma körzetének ismeretében kiszámolhatók. Az ország 34 klíma körzetre van felosztva, ezek mindegyikében azonos a tenyészidő hőmérséklet eloszlása, és mindegyik más, mint a többi. Az eredetileg dekádonkénti átlaghőmérsékletekre jól illeszthető egy harmadfokú regressziós görbe, és ebből igen kis hibával számolhatók a napi átlaghőmérsékletek. Például Kunszentmárton 34-es klíma körzetében az április 10-t követő 85. napon ( $x = 85$ ), július 4-én várható átlaghőmérséklet:

$$Y = 0.0000049 * x^3 + 0.000252 * x^2 + 0.151180 * x + 14.45102,$$

ami 21.9 C°. Hasonlóan számolható a várható átlaghőmérséklet a többi klíma körzetben is.

Előfordulhat, hogy egy folyamatban lévő öntözést le kell állítani, vagy az valamilyen műszaki hiba miatt leáll magától. Le kell állítani, ha egy nagy eső következtében a talajnedvesség az öntöző berendezés előtt (a meg nem öntözött részen) a csengetési DV fölé emelkedik. Mindaddig állnia kell a gépnek, amíg a talajnedvesség ezen a területen a csengetési DV fölött marad. Ha eléri, akkor kell újraindítani. Ha eső és javítás miatt is áll, előfordulhat, hogy egy öntözési ciklus akár kétszer, háromszor, annyi ideig tart, mint egyébként.

9.) A kukorica kritikus szakaszának vége a dentesezés kezdete. Innen drasztikusan csökken az állomány vízfogyasztása. Ekkor célszerű számítást végezni arra, hogy a csökkenő vízfogyasztás mellett, a nagyvalószínűséggel bekövetkező nyárvégi – őszi csapadéknak „lesz-e hely” a talajban. És ennek ismeretében határozni meg az utolsó öntözés normáját.

A kritikus szakasz után nem csak a vízfogyasztás csökken gyorsan, de az elégtelen víz miatti termés kiesés is. Bár ehhez az időben jelentkező vízhiány visszafoghatja az amúgy is lanyhuló asszimilációt, ez a szemtermés eredményén nem látszik. Ennek a kukorica rendkívüli tápanyag tranzlokációs képessége az oka.

10.) És ezzel eljutottunk az öntözési szakemberek által „nem szeretem” kérdéshez: Hogyan hat az öntözés a terület belvizezékenységére?

Ez az Alföld öntözött területein, ahol a talajok jó része réti jellegű (pl. réticsernozjom), valós probléma. Bár e probléma komplex megközelítést igényel, a fenn tárgyalt öntözési szemlélet sokat segíthet a probléma megoldásán. Ha az öntözési rend meghatározásánál a növényállomány valós, aktuális igényéből indulunk ki, nem csak arra kapunk választ, hogy mikor öntözzünk és mennyit, hanem arra is, hogy mikor fejezzük be az öntözést, mikor ne öntözzünk. Márpedig egy olyan területen, ahol a „sok” víz hasonlóan problémákat tud okozni, mint a „kevés” víz, a mikor öntözzünk és mikor ne öntözzünk kérdésekre is választ adni tudó módszernek helye van a gyakorlatban.



# AZ ÉLETÚT KÉPEKBEN



*A köszöntött maturandusként,*



*...sportrepülőként*



*Az első, saját készítésű  
termisztoros hőmérsék-  
letmérő 1953-ban*



*Tudományos Diákköri Konferencia 1976-ban*





*Tanévnyitó 1983-ban*



*Napsugárzásmérő komplexum*



*Kitüntetéses doktoravató ünnepségen 1984-ben*





*Kitüntetéses doktoravató ünnepségen 1984-ben*



*Tanévnyitó 1984 szeptemberében*



*Hordozható multispektrális radiométer*



*A hordozó repülőgép*



*Korsóavató ünnepségen az aulában*



*Kiállítás megnyitó*



*Megbeszélés a rektori szobában*





*Az Erdei Ferenc agrárpolitikus emlékére rendezett kiállítás megnyitóján*



*Egyetemi ünnepségen*



*A XVII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia 1985-ben*



*Rektori Elismerő Oklevél átadása 1986-ban*



*Jubileumi elismerések átadása 1986-ban*



*Nemzetközi szakmai tanácskozáson*





*Növénytermesztési szimpóziium, 1987*



*Rektori tanácsülésen 1989-ben*



*A rektori tisztség átadása dr. Kozma Andrásnak 1989-ben*



*1990-ben a Tessedik Sámuel  
Tiszántúli Tudományos Napok  
megnyitása*



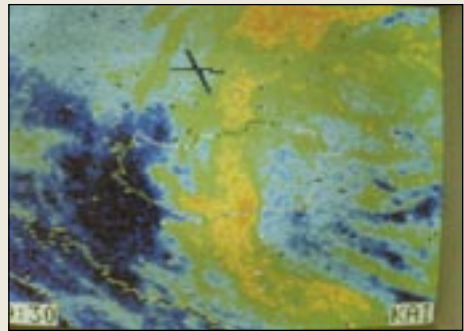
*Tudományos tanácskozás  
– előadó (1991)*



*Előadás az Interkozmosz és az ESA Potsdam-i szerződéskötédekor 1991-ben*



*Energiaforgalom mérő  
Kismacson*



*Műholdas kapcsolat a tanári dolgozószobából 1988-ban*





*Egyetemi ünnepségen 2002-ben*



*A debreceni agrárfelsőoktatás 135. évi jubileumi ünnepségén 2003-ban*





*Az Agráriumért Alapítvány bálján 2003-ban...*



*...és 2004-ben*



*A Professzori vacsora vendégeként 2006-ban*



*A Debreceni Egyetem „10 év története” című rendezvényén 2006-ban*









