

A kukorica vízforgalmának mérésére szolgáló új eljárás

POLGÁR SÁNDOR

Agrártudományi Főiskola, Növényteni Tanszéke, Debrecen

Mezőgazdaságunk nagyarányú fejlesztési tervében nagyon jelentős szerep jut a kukoricának. Egyéb agrotechnikai tevékenység mellett a kukorica okszerű trágyázása és öntözéses termesztése is fontos segítséget jelent a tervezett termésátlagok elérésében.

Az öntözés és trágyázás eredményessége attól függ, hogy a talaj sajátosságain kívül milyen mértékben ismerhetjük meg a növény tényleges szükségletét. Ehhez a kukorica fiziológiájának alaposabb tanulmányozása szükséges.

ARLAND [1] kimutatta, hogy a növények párologtatására hatással van a rendelkezésre álló vízmennyiségen és klimatikus tényezőkön túl a talaj minősége, a művelésmód, tápanyagellátás és a növény egészségi állapota is. A víz hasznosulása szempontjából fontos többek között KREYBIG [4] megállapítása is az egyoldalú trágyázásnak a transpirációs koefficiens növelésére gyakorolt hatásáról. A növény víztartalmának a változása pedig a növény sok irányú élettevékenységét befolyásolja. Így MAXIMOV [9] és FRENYÓ [3] szerint már kismértékű vízhiány is gátolja a fotoszintézist és akadályozza a növekedést. A hervadás jeleinek mutatkozása előtt a sejtekben hidrolízis következik be, a levelek hőmérséklete emelkedik és a növény csak csökkentett mértékben képes tápanyagot felvenni (KURSZANOV [7]). A szűkös vízellátás több víz felhasználására készíti a növényt egységnyi szárazanyag előállításához (KRUSZILIN [5]). A fentiek alapján éppen a nedvkeringési kutatások adnának lehetőséget a szélesebb körű növényéletteni vizsgálatokra.

A gyakorlatban túlnyomórészt becsléssel, szakszerűen pedig a talaj víztartalmához, fizikai tulajdonságaihoz és a növény kritikus fejlődési állapotához igazodva határozzák meg az öntözés időpontját és mértékét. Feltehető, hogy ez a főleg gyakorlati tapasztalaton alapuló, gondos öntözés nagyjában biztosítja a növény egészséges fejlődését. Azonban nem hagyható figyelmen kívül, hogy a növény fajától, fajtájától és fejlődési állapotától függően változik a statikai vízigény és a növény kritikus telítettségi hiánya (FRENYÓ [3]). De azonos növény esetében is változó a vízfelvétel lehetősége a talaj hőmérséklete, a talajoldat kémhatása, ozmózisos nyomása (BERNSTEIN [2]), a Ca, Mg, Na, K sók mennyisége és a talaj szellőzőtsége szerint (MAXIMOV [9], KREYBIG [4], KRUSZILIN [5]).

Az eddigieknél hatékonyabb öntözést csak akkor lehet végezni, ha az adott talajviszonyoknak megfelelő módon a növény fiziológiai állapota és igénye szerint történik az öntözés. Csak a növény adhat feleletet arra, hogy a környezeti tényezők komplexhatása mit eredményez a növény vízellátása szempontjából. Ennek tudatában növényéletteni vizsgálatokat is végeztek. A növények szöveteinek vízellátására nézve a sejtnedv koncentrációjából lehet következtetni. Ilyen alapon LOBOV [8] a címerhánnyás előtt az 5. levél tövéből vett sejtnedv

60%-os koncentrációját és a csöves levélből vett sejtnedv 9—10%-os koncentrációját jelölte meg az öntözés szükségességét mutató kritikus koncentrációnak.

NAMKEN [10] megállapította, hogy a szárrészben az elektromos vezetőképesség az előző 24 órán uralkodó vízfeszültséget jól tükrözi. FRENÝÓ [3] pedig olyan vizsgálatot ismertet, ahol a növényi szövet víztartalmát egy ponton felmelegítik és a felmelegített áramló nedv sebességét mérik. Ez a vizsgálat már nedvkeringési kutatást szolgál, szemben az előbbiekkal, amelyek csak a víztartalom mennyiségének megállapítását célozzák. De ez utóbbi is több hibaforrást rejt magában, mert a felmelegített nedv térfogata nő és ez, a vékony szállítóelemekben hosszanti mozgást eredményez magában is.

Ahhoz, hogy egy növény vizellátása és vízforgalma pontosan tanulmányozható legyen, olyan vizsgálati módszerre lenne szükség, amelynek segítségével mérhető legyen a növényi rész víztartalmának és vízforgalmának változása a növény termesztési helyén. Figyelembe kell venni, hogy a transpirációs vízvesztési folyamat inkább reagál a külső tényezőkre. A transpiráció és a növény vízfelvétele között igen laza funkcionális kapcsolatot találtak (SCSERBAKOV [11]). Nagyon sok mérési adat ismerete szükséges egyazon növényről, hogy a vízfelvételt és vízvesztést befolyásoló legfontosabb környezeti tényezők kombinációjának megfelelő vízforgalom jellemzői megismerhetők legyenek. A mérés adatai egészséges, ép növényre kell, hogy vonatkozzanak, tehát nem lehet a növényt esonkítani, szúrással, metszéssel megsérteni, mert így néhány értékelhető mérésnél többet egyetlen növényen nem lehet végezni. Ezért csak olyan műszer alkalmazható, amelyik csak „tapintólag” kerül kapcsolatba a növényvel.

A mérés elve

A mérés elve a víz nagy fajhőjén alapul. A kukorica levéllemezében az alsó felülethez közel helyezkednek el a szállítóelemek. Ha a levélnél melegebb, kis hőkapacitású lapos testet hozunk a levél alsó felületével érintkezésbe, akkor a levél, a tapintott felület alatt levő víz mennyiségétől függő mértékben, hőt von el a fűtőtesttől. Ennek a mértéke arányban van a levélszövet mindenkori víztartalmával.

Ha ezt a fémlémezt tovább rajta tartjuk a levélen és közben folyamatosan közöljük vele azt az elektromos fűtőenergiát, amennyi szükséges volt ahhoz, hogy a fémlémezt az eredeti ellenőrzött hőmérsékleten tartsa, akkor — az időegység alatt — a tapintott levélrészben áthaladó vízmennyiségre kapunk feleletet. Ugyanis a megfelelően választott időegység alatt (30") a levél víztartalmát — ha az mozdulatlan — a saját eredeti hőmérsékletére melegíti az egyenletes fűtésű fémlémez. Ellenben, ha mozog a levél víztartalma — az időegység alatt —, annival több hőt von el a fémlaptól a levél, mint amennyi új vízmennyiség érkezik időközben a fémlémez alatti levélrészbe. Az eredmény az lesz, hogyha a félperc alatt nem tudja felmelegíteni a fűtőtest az alatta levő levélrészt, maga is hidegebb marad. Minél gyorsabb a vízáram, annál több víz halad át a levélen időközben, vagyis annál kevésbé tudja megközelíteni a fémlémez az eredetileg beállított hőmérsékletét.

A mérőműszer ismertetése

A műszer lényegében egy alacsony hídáramú hordozható ellenálláshőmérő, amelynek hőérzékkelő nikkeltekerese (0,07 mm Ø) vékony, 2×1 cm méretű 1,00 mm-es vastagságú bakelit lapra van esévélve. Ugyanezen a bakelit lapon, a nikkelt

tekeres alatt, vékony 0,1 mm-es vörösrézhuval fűtőtekeres helyezkedik el. Ez utóbbi a műszerbe épített szabályozható fűtőáramkörbe van kapcsolva. A hőmérséklet változását, illetőleg a nikkelhuval vezetőképességének változását ampermérőn, 10^{-6} A egységben olvassuk le. (A műszert Szász Gábor kandidátus segítségével készítettük el.) A kétrétegű síktekeres vékony acélrugóval ellátott csipeszbe van építve. Így biztosítva van az egyenletes nyomású tapintó érintkezés. A csipesz szorító, szemközti felülete hőszigetelő vékony nemezbevonatot kapott. Ez egyben a levél sérülésmentességét is biztosítja.

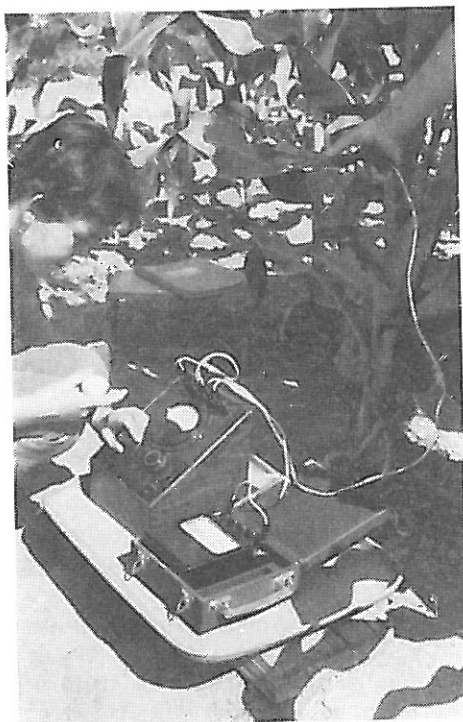
A mérés módja: A fűtőáramkör bekapcsolása nélkül, először a mérendő levél magasságában a levegő hőmérsékletét mértük meg az ellenálláshőmérő bekapcsolásával. Utána a csipeszbe épített kettős rétegű tekereset a levéllemez fonákára helyeztük és megmértük a levél hőmérsékletét. A levélről eltávolítottuk a tekereset. A fűtőtekereset is üzembe helyeztük és a levél hőmérsékleténél 10 C fokkal melegebbre fűtöttük a rajta lévő nikkeltekereset. A nikkeltekeres hőmérsékletének állapotát ampermérőn ellenőriztük. A fűtést úgy szabályoztuk, hogy a nikkeltekeres változatlanul a kívánt hőmérsékleten maradjon. Ekkor ismét a levélre helyeztük a tekereset.

Az ampermérő mutatója gyorsan balra mozdul el, majd lassan megáll. Ezt, mint a levél víztartalmára jellemző értéket feljegyeztük. A felfűtött állapottól számított lehűlés mértéke a levél víztartalmától függ.

A folyamatosan fűtött tekereset változatlanul a levélre csíptetve hagytuk. A műszer mutatójának a mélypontra való megtorpanása pillanatában a stopperórát beindítottuk. A fűtőenergia folyamatos hatása következtében az ampermérő mutatója lassan visszafelé indult és 30 másodperc múlva ismét leolvastuk a műszer állását. Minél több víz haladt át 30 másodperc alatt a tekeres alatt a levélben, annál kevesebbet mozdult el a mutató ez idő alatt visszafelé (jobbra), annál kevésbé tudta felmelegíteni az egyenletes fűtőenergia a tekeres alatti levélrészt. Tehát a levél felmelegedésének mértéke fordítottan arányos a levél víztartalmának mozgási sebességével, de ezzel egyenes arányban van a tekeres eredeti fűtött hőfoka és a mérés végén kapott hőmérséklet közötti különbség nagysága. Ezután mind a fűtést, mind az ellenálláshőmérő készüléket kikapcsoltuk.

A következő adatokat jegyeztük fel:

Műszerrel: Levegőhőmérséklet, levélhőmérséklet, levélvíztartalom, levélvízmozgásának sebessége, 10^{-6} amperegységekben. Higanysos hőmérővel: Talajhőmérséklet és levegőhőmérséklet (kontroll).



1. ábra

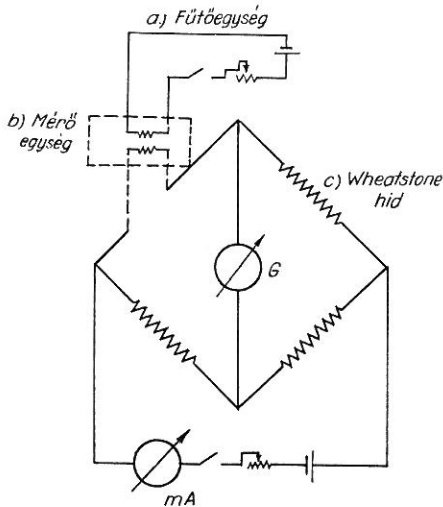
A kukorica vízforgalom mérésének módszere

Szubjektív megítélés alapján: A napfény és levegőmozgás mértéke.

Egy alkalommal 1—2 percre volt bekapcsolva a műszer és a méréseket a kijelölt időszakban pontosan 10 percenként ismételtük.

A különböző fejlettségű (vastagságú) kiszáradt leveleken végzett mérések adatait, mint a levél szárazanyagára vonatkozó hőkapacitásadatokat levontuk az élő növény mérési adataiból, hogy tisztán a víztartalomra vonatkozó adatokat értékelhessük.

Az adatokat már 10m^2 levélfelület vízmennyiségére vonatkoztatom mind a víztartalom, mind az időegység alatt érkező új vízmennyiség kifejezésére. Ehhez az alapot az a folyamatos laboratóriumi műszerellenőrzés adta, ahol a művel (szívópapír-darab cellofánban) pontosan ismert és ellenőrzött víztartalomváltozásánál jelentkező műszeradatokat tanulmányoztuk. A műszer érzékenyen és arányosan követ a víztartalomváltozásokat és adatai $\pm 0,1$ mikroamper hibahatárral pontosak. Az alkalmazott nikkeltékercs méretezése esetében $1,0$ mikroamper kitérés, 10cm^2 -es levélfelületre számítva kb. $6,3$ eg víztartalomváltozást jelent.



2. ábra

A nedvkeréngésmérő kapcsolása

Szabadszíri mérések

A növény nedvkeréngése csak akkor mérhető a műszerrel, ha a nedvmozgás elér egy bizonyos sebességet. Csak feltevések vannak arra vonatkozólag, hogy ez a mozgás változó és aránylag gyors is lehet. KURSZANOV [6] izotópos vizsgálatából is erre lehet következtetni. Szerinte ugyanis a fotoszintetikus termékek tovaszállítása is eléri a $0,7$ — $1,0$ m/óra sebességet. Feltehetően ennél nagyobb sebességet biztosítanak a vízszállító elemek a vízáramnak.

Különböző környezethatásban, különböző korú növényeken sok mérést végeztünk. A mi vizsgálatunk szerint egyenletes környezethatás esetében sem egyenletes a levelek vízellátása. Hullámszerű áramlásokat figyeltünk meg öntözés utáni napokon, de lankadó levélben is. (Műlevéllel ez nem tapasztalható.)

Példaként az augusztus 16-i mérési időszak adatait mutatom be. Napos idő, gyenge légmozgás, levegő hőmérséklete 29 — 30 C°, talajhőmérséklet 24 C° (20 cm mélységben).

A hullámok gyakran szabályosan követik egymást. Így előfordulhatott, hogy adott esetben az üde levél nem mutatkozott jobb vízellátásúnak mint a lankadt. Szűkös vízellátású levélben általában kisebbek és sűrűbbek ezek a hullámok, a jó vízellátásúakban nagyobbak és ritkábbak. De kivételek is akadnak. A jelenségre nézve még csak feltevéseim vannak.

A mérések adatait óránként átlagolva, a vízáram egyenetlenségei eltűntek. Részletesebb elemzés helyett, csak az ilyen adatokra támaszkodva vontunk le néhány következtetést.

1. táblázat

Öntözött kukorica középső leveleinek 10 cm²-ére vonatkoztatott vízellátása

(1) Mérési időpont (óra, perc)	(2) Vízart. cg	(3) 0,5 perc alatt érkező víz cg.	(1) Mérési időpont (óra, perc)	(2) Vízart. cg	(3) 0,5 perc alatt érkező víz cg
8,50	25,2	11,3	9,50	17,6	5,0
9,00	24,6	8,2	10,00	23,9	8,8
9,10	22,7	2,5	10,10	25,8	13,2
9,20	18,9	0,0	10,20	23,9	10,7
9,30	29,0	8,2	10,30	15,7	1,9
9,40	21,4	12,6	10,40	20,2	8,8

Egyik esetben feltehetően nem bő vízellátású kukorica két középső levelét mértük felváltva. Az egyik levelet egész nap árnyékoltuk, a másikat sütötte a nap.

2. táblázat

Árnyékolt és napsütésben levő levelek 10 cm²-ére vonatkoztatott vízellátása

(1) Megnevezés	(2) Árnyékban		(3) Napsütésben	
	8—12 ^h	13—16 ^h	8—12 ^h	13—16 ^h
a) Víztartalom cg	19,5	17,9	15,1	20,3
b) 0,5 perc alatt érkező víz- mennyiség cg	5,0	5,3	7,6	10,9

Az árnyékolt levélhez viszonyítva a napsütésnek kitett levélben gyorsabb a vízmozgás. A párologtatás intenzitását fokozó tényezők (sugárzás, hőmérséklet, stb.) növekedésével gyorsul a vízmozgás is. A víztartalmat jelentősen növelni tudta és a legerősebb párologtatás idejében is több volt a víztartalma, mint az árnyékban tartott levélnek. Ez a kukorica tehát feltehetően 30,2 C°-os melegben sem volt hiányos vízellátású.

Sok kukoricánövény közepén elhelyezkedő leveleinek vízforgalmát mértük öntözés után (60 mm esapadéknak megfelelő barázdás öntözés) 6—6 napig. Tehát biztosan elegendő víz állott a növények rendelkezésére. Ezek közül csak azokat a mérési adatokat adjuk meg a 3. táblázatban, amelyeket napsütésben és gyenge közepes levegőmozgás esetében kaptunk. Összehasonlíthatás végett itt ismertem a lankadó kukoricalevélre vonatkozó adatokat is.

A talajhőmérséklet csökkenése következtében csökkent a levél víztartalma és annak mozgási sebessége — a talaj bőséges víztartalma esetében is. A vizsgálat szerint a talaj 20—21 C fok hőmérséklete tekinthető kritikusnak. Ennél hidegebb talajban a kukorica vízforgalmi korlátozást szenvedett. Így alakult ki az a feltevés, hogy nem tanácsos öntözést folytatni lehűlést jelző prognózis esetében, mert a lehűlő nedves talaj sokkal nehezebben melegszik fel újra — a zavartalan

3. táblázat

A kukorica középső leveleinek vízforgalma a talaj hőmérséklete szerint, öntözés után. 10 cm² levéllemezre számított vízmennyiség

(1) Megnevezés	(2) Mérési időpont óra	(3) Talajhőmérséklet C°/20 cm mélységben					(4) 21—22 Lankadó kukoricánál
		17—19	19—21	21—23	23—25		
a) Víztartalom cg	9—12	18,3	22,0	23,3	23,3	17,6	
	14—16	17,0	20,8	22,0	22,7	17,0	
b) 0,5 perc alatt érkező új vízmennyiség cg	9—12	7,6	8,2	9,4	9,4	5,7	
	14—16	5,7	5,7	5,7	5,7	4,9	

vzellátást biztosító hőmérsékletre — mint a szárazabb felső szintű talaj. A fizio-
lógiailag aszályos körülmények időszaka nagyon megnyúlna a levegő gyors fel-
melegedése esetében. Ezt a kérdést külön vizsgáljuk a következő években.

Ebben az esetben a délutáni órákban általában is kevesebb víz áramlik
a levelekbe, a víztartalom is csökkent a levélben.

A levegő hőmérsékletének függvényében szintén változik a levél víztartalma
és mozgó vízmennyisége, de az összefüggés itt elmosódott, nem úgy, mint a talaj
hőmérsékleténél. A 25—26 C°-nál alacsonyabb levegőhőmérsékleten is fokozódó
visszaesést tapasztaltunk a levél víztartalmában és víztartalmának mozgásában.
Ez azonban nem jelenthet veszélyt a növény számára, mert ilyenkor a párolog-
tatás útján eltávozó víz is kevesebb.

4. táblázat

Öntözés utáni, illetőleg a lankadó kukorica középső leveleinek
vzellátása a délutáni és délelőtti órákban. 10 cm² levéllemezben,
21—22 C fok talajhőmérséklet esetében

(1) Levéllemez állapota	(2) Mérési időpont	(3) A vzellátás összes mértéke (Vízarta- lom + mozgóvíz)	(4) A vzellátás dinami- kai jellemzője (Vízartalom: mozgóvíz)
a) Öntözés után üde	9—12h	32,7 cg	2,5
	14—16h	27,7 cg	3,8
b) Lankadó	9—12h	23,3 cg	3,1
	14—16h	18,9 cg	9,0

Az összefüggések tanulmányozásából az derül ki, hogy elsősorban a talaj
hőmérséklete (gyökértevékenység) befolyásolja a kukorica vzellátását, ked-
vező talajvízartalom esetében is. (Ezt tapasztaltuk egyébként az előző évek
alatt, a rizs vízforgalmának tanulmányozása során is.)

Lankadó kukorica középső leveleinek méréseiből a kritikus talajhőmérsék-
letre vonatkozó adatokat a 3. táblázat 4. rovata tünteti fel.

Feltűnően gyenge vízmozgást mértünk a délutáni órákban.

A növény tényleges vzellátásának mennyisége abban az összegben jut
kifejezésre, amely a levél víztartalmából és az időegység alatt érkező új víz-

mennyiségből tevődik össze. Egyébként a vízellátás minőségének jó mutatója lehet az a viszonyszám, ahol a mozgó vízmennyiséget vetjük össze a víztartalommal.

A példaként ismertetett kétféle vízellátású növény említett mutatószámait a 4. táblázatban ismertetjük.

Tehát tájékoztatást kaptunk arra nézve, hogy meleg napos időben 21—22 °C talajhőmérsékleten, délelőtt 30 eg víznél (10 cm² levéllemezben) nagyobb a középső levelek összes vízellátása öntözés után. Délután feltehetően 25 eg fölött van az összes vízellátás. Lankadó levélben viszont már délelőtt 25 eg alatt, délután pedig 20 eg alatt van a vízellátás.

Még feltűnőbb az eltérés a vízellátás dinamikai jellemzőjében, amikor a mozgó vizet 1-nek vesszük és a tényleges víztartalmat ehhez viszonyítjuk. Amíg a jó vízellátású (öntözött) kukorica levelében délelőtt csak 2,5-szer nagyobb a víztartalom a mozgó víznél, délután pedig 3,8-szor, addig a lankadó levélben délelőtt 3,1, délután pedig 9,0 a viszonyszám.

Ha összevetjük a levelek összes vízellátását és a dinamikai jellemzőit, világosan kitűnik, hogy a lankadó levél délután szenved feltűnő vízhiányban, főleg a vízutánpótlás akadálya miatt.

Két szélsőséges esetre vonatkozóan van tájékoztató adatunk: Öntözött, jó vízellátású és lankadó növények esetére. Azonban a szélsőséges értékek között ismeretlen az a közbülső vízellátási mérték, amelyiknél — a hervadás előtt — már gátlást szenved a növény építő munkája.

Az alsó és felső levelek vízforgalmának tanulmányozása eddig elvileg nem módosította a középső levelek vizsgálatából leszűrt következtetést.

Összefoglalás

Egyre sürgetőbb szükséglet a kukorica élettanának kiterjedt tanulmányozása. Általában a növény minden belső tevékenysége szoros kapcsolatban van a vízellátással, a vízforgalomban jól tükröződik. Tehát széleskörű élettani vizsgálatra nyílna lehetőség a vízforgalom megbízható mérése esetén.

Az ilyen irányú vizsgálatoknál rendszerint megsebeztek a növényt. Emiatt néhány mérés után már nem az egészséges növény adatai észlelhetők, pedig nagyon sok mérés szükséges azonos növényről, mert az életfolyamatok megismerése a környezet sokféle változásának szemszögéből csak így lehetséges. Egyéb eljárások sem adnak megbízható mérési adatot.

Olyan új műszert és eljárást kellett tervezni, amelyikkel természetes környezetben, sértetlen növény tevékenységét, heteken át lehet mérni.

A mérés és a műszer elve, a víz nagy hőkapacitásán alapul. Az új műszer lényegében hordozható ellenálláshőmérő, amelynek hőérzékeny nikkeltekerese vékony bakelitlapra van csévéelve. Alatta helyezkedik el egy fűtőtekeres, amely szintén a készülékbe épített fűtőáramkörbe van kapcsolva. A hőmérsékletváltozásra bekövetkező ellenállásváltozást galvanométeren olvassuk le. A kétrétegű sík-tekeres egyenletes szorítású csipeszbe van építve. Ennek segítségével helyezük a tekereset a levél fonákára.

Mind a laboratóriumi, mind a szabadföldi ellenőrző mérések azt mutatták, hogy a levél víztartalmától függő arányos hőelvonását megfelelő érzékenységgel mutatja a műszer a levél hőmérsékleténél 10 °C fokkal melegebbre fűtött, kis hőkapacitású tekeresen. Az egyenletesen fűtött tekeres újrafelmelegedésének mértéke is arányosan csökken a gyorsabb vízáram hatására.

A vízforgalmi kutatás célját szolgáló új műszer elkészítése után f. évben a kukorica vízforgalmának elemző vizsgálatát kezdtük meg. Az eddigi kutatás alapján azt találtuk, hogy a levelek vízellátása hullámokban történik. A gyökér vízfelvétele 20—21 C foknál hidegebb talajon korlátozott.

Tájékoztató adatokat kaptunk a jó vízellátású és lankadó kukorica víztartalmáról és víztartalmának mozgásáról. A lankadó levél a délutáni órákban szennved feltűnő vízhiányban, főleg a vízutánpótlás akadálya miatt.

A határértékek között keressük azt a közbülső értéket a növény vízellátásában, ahol már akadályba ütközik a levél építőmunkája. Ez, vagy az ezt megelőző állapot szabná meg az öntözés optimális időpontját.

Érkezett : 1963. január 22.

Irodalom

- [1] ARLAND, A.: Die Transpirationsintensität der Pflanzen als Grundlage bei der Ermittlung optimaler acker- und pflanzenbaulicher Kulturmassnahmen. Berlin. 1953.
- [2] BERNSTEIN, L. & HAYWARD, H. E.: Physiology of salt tolerance. Ann. Rev. Plant Physiol. **9**. 25—46. 1958.
- [3] FRENYÓ, V.: Növényélettan. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1959.
- [4] KREYBIG, L.: Az agrotechnika tényezői és irányelvei. Akad. kiadó. Budapest. 1953.
- [5] KRUSZTILIN, A. G.: Az öntözéses termelés biológiai vonatkozásai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1958.
- [6] KURSZANOV, A. L.: Primenenie izotopov v technike, biologii i szel'szkom hozjasztve. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1955.
- [7] KURSZANOV, A. L.: Fiziologija rasztenij i ee rol' v razvitii rasztenievodsztve. Priroda. **43** (7) 21—34. 1954.
- [8] LOBOV, L. F.: Szroki polivov kukuruzü. Doszt po rasztenievodsztvu. Szel'hozgiz. Moszkva. 1958.
- [9] MAXIMOV, N. A.: Növényélettan. Tankönyvkiadó. Budapest. 1951.
- [10] NAMKEN, L. N. & LEMON, E. R.: Field studies of internal moisture relations of the corn plant. Agron. J. **52**. 643—646. 1960.
- [11] SCSEBBAKOV, B. I.: K voproszu o zaviszimoszti izmenenij vodoemkoszti asszimilirujusesih organov rasztenij ot izmenenij ih transzpirácii. Dokl. AN SSSR. **99**. 637—640. 1954.

Новый метод изучения водного режима кукурузы

Ш. ПОЛГАР

Кафедра ботаники Сель. хоз. ВУЗа, г. Дебрецен (Венгрия)

Резюме

Изучение физиологических свойств кукурузы является важной задачей сельскохозяйственной практики. Физиологические процессы, протекающие в растениях, имеют тесную связь с водным режимом и характер этих процессов хорошо отражается в последнем. При достоверном измерении круговорота воды в растениях стало бы возможным подробное изучение физиологических процессов.

При подобных измерениях растение обычно повреждалось, поэтому уже после нескольких измерений использовались нездоровые растения. Поскольку физиологические процессы зависят от окружающей среды, необходимо получить как можно больше данных от одного растения. Применяемые до сих пор методы не дают желательных результатов. Необходимо было сконструировать такой прибор и разработать такие методы при помощи которых можно было бы измерять процессы, протекающие в неповрежденном растении, в естественных условиях в течении нескольких недель.

Принцип такого измерения основан на большой теплоемкости воды. Предложенный прибор является по существу полевым прибором измеряющим электрическое сопро-

тивление, у которого термочувствительная никелевая проволока намотана на тонкую бакелитовую пластинку. Ниже размещается намотка, которая включается в сеть. Изменение сопротивления происходит с изменением температуры и отсчитывается на гальванометре. Двухспиральные катушки мантивировались в зажимы, таким образом помещались на нижнюю сторону листа. Лабораторные и полевые наблюдения показали, что прибор отражает с соответствующей чувствительностью теплоемкость реагирующую на изменение температуры листа, связанное с содержанием воды в листе, это достигается с помощью намотки низкой теплоемкости, температура которой на 10° выше температуры листа.

Степень перенагревания равномерно нагреваемой намотки так же пропорционально снижается под влиянием быстрого тока воды. После конструкции нового прибора начали исследовать в текущем году водные свойства кукурузы. На основе до сих пор проведенных исследований установили, что снабжение листьев водой происходит волнообразно. Поглощение воды корнями происходит в меньшей степени в почвах, температура которых меньше, чем $20-21^\circ$.

Получили некоторые ориентировочные данные о содержании воды и о водоснабжении кукурузы с нормальным водным режимом и с нарушенным водным режимом. Недостаток воды в увядающих листьях наступает в первую очередь в полуденные часы из-за нарушенного подтока воды.

Старались найти те пределы водоснабжения где уже нарушается нормальная ассимиляция в листьях. В этих периодах возникает оптимальное время для орошения. Исследования водного режима были дополнены исследованиями энзиматической активности. Авторы считают целесообразным определить активность каталазы в листьях, поскольку она во многом зависит от водного режима листьев.

Табл. 1. Водоснабжение средних листьев кукурузы, рассчитанное на 10 см^2 . (1) Время измерения в часах и минутах. (2) Содержание воды в с. гр. (3) Вода прибывающая за пол-минуты в с.гр.

Табл. 2. Водоснабжение листьев кукурузы затененных и открытых в пересчете на 10 см^2 . (1) Название. (а) содержание воды в с.гр. (в) количество поступающей за пол-минуты воды в с.гр. (2) В тени. (3) На солнце.

Табл. 3. Движение воды в средних листьях кукурузы, в зависимости от температуры почвы, после орошения. Количество воды рассчитано на 10 см^2 поверхности листа. (1) Название (а) содержание воды в с.гр. (в) количество поступающей за пол-минуты воды в с.гр. (2) Время измерения в часах (3) Температура почвы до глубины 20 см. (4) Увядаящая кукуруза.

Табл. 4. Сравнение водоснабжения нормальных и увядающих листьев кукурузы в утренние часы. Поверхность листа 10 см^2 , температура $20-21^\circ \text{ C}$. (1) Состояние листа. (а) после орошения, свежий, (в) увядающий. (2) Время измерения. (3) Степень полного водоснабжения (содержание воды + подвижная вода). (4) Динамическая характеристика водоснабжения (содержание воды: подвижная вода).

Рис. 1. Метод измерения водного режима кукурузы.

Рис. 2. схема прибора для измерения циркуляции соков растения. а) Блок отопления, б) Блок измерения, с) Мост Витстона.

Angaben über den Wasserumsatz im Mais und eine neue Messmethode desselben

S. POLGÁR

Agrarwissenschaftliche Hochschule, Lehrstuhl für Botanik, Debrecen (Ungarn)

Zusammenfassung

Das ausgedehnte Studium der Physiologie der Maispflanze wird immer mehr zur dringenden Notwendigkeit. Im allgemeinen stehen alle inneren Tätigkeiten der Pflanze in engem Zusammenhang mit der Wasserversorgung und widerspiegeln sich genau im Wasserumsatz. Eine verlässliche Messung des Wasserumsatzes würde somit eine weitgehende physiologische Untersuchung ermöglichen.

Bei Untersuchungen dieser Art wurden die Pflanzen bisher in der Regel verletzt, so dass nach einigen Messungen die Beobachtungsdaten sich nicht mehr an die gesunde, intakte Pflanze beziehen. Es werden aber zahlreiche Messangaben über die selbe Pflanze benötigt, da die Lebensprozesse nur auf diese Weise vom Gesichtspunkt der mannigfaltigen Veränderungen der Umgebung

richtig erkannt werden können. Auch die sonstigen Methoden liefern keine verlässlichen Messdaten.

Es waren ein neues Instrument und ein neues Verfahren ausfindig zu machen mit denen die Betätigung der intakten Pflanze in ihrer natürlichen Umgebung während mehreren Wochen gemessen werden kann.

Das Prinzip der Messmethode und des Instrumentes beruht auf der hohen Wärmekapazität des Wassers. Das neue Instrument ist im wesentlichen ein tragbares Widerstandsthermometer, dessen wärmeempfindliche Nickelspule auf eine dünne Bakelitplatte gewickelt ist. Darunter ist eine Heizspirale angeordnet, die ebenfalls in den in das Apparat eingebauten Heizstromkreis eingeschaltet ist. Der auf den Temperaturwechsel erfolgende Widerstandwechsel wird am Galvanometer abgelesen. Die zweilagige Flachspule ist in eine Klemme von gleichmässigem Druck eingebaut mit deren Hilfe die Spule auf die Rückseite der Blattspreite aufgesetzt wird.

Sowohl aus den im Laboratorium als auch den im Freiland vorgenommenen Kontrollmessungen geht hervor, dass das Instrument den vom Wassergehalt des Blattes abhängigen verhältnismässigen Wärmeeintrag auf einer Spule von geringer Wärmekapazität, die auf 10° C mehr als die Temperatur des Blattes erwärmt wurde mit entsprechender Empfindlichkeit anzeigt.

Nachdem das neue Instrument zur Erforschung des Wasserumsatzes fertiggestellt war, wurde im laufenden Jahre die analytische Untersuchung des Wasserumsatzes der Maispflanze in Angriff genommen. Laut bisheriger Forschungsergebnisse erfolgt die Wasserversorgung der Blätter in Wellen. Die Wasseraufnahme der Wurzeln ist in Böden von niedrigerer Temperatur als 20 bis 21° C eine begrenzte.

Wir erhielten informative Angaben über Wassergehalt und Bewegung desselben in welkenden Maispflanzen und solchen mit guter Wasserversorgung. Das welkende Blatt leidet in den Nachmittagsstunden an auffallendem Wassermangel, hauptsächlich infolge des mangelhaften Wasserersatzes.

Zwischen den Grenzwerten wird jener intermediäre Wert in der Wasserversorgung der Pflanze gesucht, bei welchen die Assimilationsprozesse im Blatt bereits Hindernissen begegnet. Dieser oder der vorangehende Zustand dürfte den optimalen Zeitpunkt der Bewässerung bestimmen.

Tabelle 1. Die auf 10 cm² der mittleren Blätter bezogene Wasserversorgung der bewässerten Pflanze. (1) Zeitpunkt der Messung. Stunde, Minute; (2) Wassergehalt, cg.; (3) binnen 0,5 Minute eintreffendes Wasser, cg.

Tabelle 2. Auf 10 cm² der beschatteten und dem Sonnenschein ausgesetzten Blätter bezogene Wasserversorgung. (1) Benennung. a) Wassergehalt, cg, b) binnen 0,5 Minute eintreffende Wassermenge, cg. (2) im Schatten; (3) im Sonnenschein.

Tabelle 3. Wasserumsatz der mittleren Blätter der Maispflanze je nach der Bodentemperatur, nach Bewässerung: auf 10 cm² Blattspreite berechnete Wassermenge. (1) Benennung. a) Wassergehalt, cg. b) binnen 0,5 Minute eintreffende Wassermenge, cg. (2) Zeitpunkt der Messung. Stunde; (3) Bodentemperatur °C, in 20 cm Tiefe. (4) bei der welkenden Maispflanze.

Tabelle 4. Vergleich der Wasserversorgung der mittleren Blätter der welkenden bzw. nach der Bewässerung befindlichen Maispflanze in den Vormittagsstunden in 10 cm² der Blattspreite, bei einer Temperatur von 21 bis 22° C. (1) Zustand der Blattspreite a) frisch nach der Bewässerung, b) welkend. (2) Zeitpunkt der Messung. (3) Gesamtausmass der Wasserversorgung (Wassergehalt + bewegliches Wasser). (4) Dynamisches Merkmal der Wasserversorgung (Wassergehalt: bewegliches Wasser).

Fig. 1. Instrument zur Messung des Wasserumsatzes in der Maispflanze.

Fig. 2. Schaltung des Saftzirkulationsmessers a) Heizeinheit; b) Messeinheit; c) Wheatstonesche Brücke.