

A talajhőmérséklet és a kukorica transzspirációja közötti kapcsolat vizsgálata

SZLOVÁK SÁNDOR

Öntözési Kutató Intézet, Szarvas

A növények transzspirációját külső és belső tényezők határozzák meg. A külső tényezők közül a meteorológiai [14, 16] és a talajtani tényezőknek fontos a szerepe. Az utóbbiak közül a talaj víztartalma [15, 17], levegőzöttsége, tápanyagtartalma [18] és sókoncentrációja mellett jelentős a szerepe a talaj hőmérsékletének.

Általában a meleg klímák alatt és a meleg évszakban fejlődő növények jobban reagálnak transzspirációjukkal a hideg talajra, mint a hűvös környezetben fejlődő növények.

TEW et al. [19] szerint az alacsony talajhőmérséklet transzspirációra gyakorolt hatásának vizsgálatánál a következő tényezőket kell figyelembe venni: gyökér-permeabilitás, gyökér-növekedés, a levélfelület nagysága, továbbá a víz visszatartása és mozgása a talajban.

Mivel a víz abszorpciójának mértéke nagyon közel követi a transzspiráció mértékét, kivéve azt az esetet, amikor a kis mennyiségű vízfelvétel aktív abszorpció révén megy végbe a lassan transzspiráló növényekben [11], a KRAMER [10] által magyarázott alacsony talajhőmérséklet okozta vízabszorpció csökkenés a transzspiráció csökkenésére is alkalmazható. E szerint az alacsony talajhőmérsékletnél: 1. Csökken a gyökernövekedés, amely a gyökérnek az új talajrészekbe való bejutását korlátozza. 2. A talajban levő víz kisebb mértékben mozog a gyökerek felé. A talaj vízszolgáltató ereje $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál $1/3 - 1/2$ -re csökken a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal összehasonlítva. 3. A sejtek permeabilitása csökken. 4. A sejtfalak protoplazmájának és kolloidális géljeinek viszkozitása emelkedik. 5. A víz viszkozitása ugyancsak emelkedik. 6. A víz párányomása csökken. 7. A gyökerek élő szöveteinek az anyagsere-aktivitása csökken.

A plazma viszkozitásával kapcsolatos kísérletekben HEILBRUNN [6] kimutatta, hogy az Amoeba viszkozitása 5 - és $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ között kb. háromszorosa volt a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál mért viszkozitásnak.

KRAMER idézte WEBER és HOHENEGGER kísérleti eredményeit, melyek szerint a bab csíranövények gyökérsejtjeinek viszkozitása kb. négyszer volt nagyobb $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál és háromszor nagyobb $5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál, mint $19 - 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál [2].

A protoplazma vízmozgásgátló szerepét KRAMER [8] napraforgóval végzett kísérletben mutatta ki. Megállapította, hogy csökkenő hőmérséklettel az élettelen gyökereken keresztül is csökkent a vízmozgás, de nem olyan mértékben, mint azt az élő gyökerek esetében megfigyelte. A gyökérsejtek elpusztítása a protoplasztok összeesését és a sejtfalakon áthaladó citoplazmaszálak dezorganizációját okozta, így csökkentve a vízmozgással szembeni ellenállást [7].

Az idézett irodalmi adatok alapján kétségtelen, hogy a talajhőmérséklet nagymértékben befolyásolja a növények vízabszorpcióját, illetve transzspirációját. Ezt erősítik meg azok a további kísérleti eredmények is, melyek szerint az alacsony talajhőmérséklet csökkenti a transzspirációt [1, 3, 4, 5, 9, 12, 13].

A talajhőmérséklet vízabszorpcióra, illetve transzspirációra kifejtett hatását mélyrehatóan vizsgálták ugyan, de e vizsgálatok rendszerint rövid időtartamra szorítkoztak. Szükséges, hogy nagyobb időintervallumokra kiterjedően a tenyészidő folyamán több alkalommal is vizsgáljuk a talajhőmérséklet és a transzspiráció viszonyát. Ugyancsak kívánatos, hogy az optimális talajnedvesség mellett a vízzel hiányosan ellátott növények talajhőmérsékletre való reagálásával kapcsolatos információ is rendelkezésre álljon. Ilyen célból állítottuk be tenyészedenyes kísérletünket kukorica jelzőnövényvel.

Vizsgálati anyag és módszer

Két éven át (1969–70) vizsgáltuk a kukorica transzspirációjának és a talaj hőmérsékletének alakulását a tenyészidő folyamán. A tenyészházban beállított kísérlet lehetővé tette, hogy a növények a szabadföldi körülményekhez hasonló környezeti tényezők hatása alatt fejlődjenek. A tenyészedenyeket sánpáron mozgatható kocsikon helyeztük el, amelyeket reggelenként a csupán dróthálóval bekerített részbe toltunk ki. Eső elől a növényeket az üvegtető alá húztuk.

A két kísérleti évben április 15-én és május 15-én vetettük el az optimális nedvességű talajba (VK max. 70%) a kukoricát. A talaj maximális vízkapacitásának 50%-án fejlődő növényeket csak 1970-ben állítottuk kísérletbe.

A különböző vetésidők célja információnyerés azzal kapcsolatban, hogy a vetésidő milyen mértékben befolyásolja a talajhőmérséklet transzspirációra kifejtett hatását.

A kísérlethez módosított (25 × 20 cm) Mitscherlich-típusú tenyészedenyeket és öntés-réti feltalajt használtunk (Szarvas-Bikazúg).

1 kg abszolút száraz talajra számítva a következő tápanyagokat adtuk: N: 300 mg (pétisó); P₂O₅: 200 mg (szuperfoszfát); K₂O: 300 mg (KCl). A műtrágyákat 8 kg (1969) és 7 kg (1970) abszolút száraz talajnak megfelelő légszáraz talajjal kevertük és a tenyészedenyekbe helyeztük. A kísérletben használt talaj laboratóriumban vizsgált maximális vízkapacitása 50,4%, az abszolút száraz talaj százalékában kifejezve.

Az *Mv-1*-es kukorica vetését követően a talajt a maximális vízkapacitás 70%-ára töltöttük fel. 1970-ben 70%-os talajnedvesség mellett 50%-os talajnedvességen is vizsgáltuk a kukorica transzspirációját. A kelés után tenyészedenyenként 1 növényt hagytunk meg.

A növények transzspirációjának méréséhez a tenyészedenyek talaját az evaporáció megakadályozására PVC fóliával takartuk le oly módon, hogy a kukoricánövények szárának megfelelő lyukat vágunk rajta. A fóliát a tenyészedenyek oldalán lekötöttük.

A tenyészidő folyamán a transzspiráció következtében előálló súlyhiányt úgy pótoltuk naponta, hogy a tenyészedenyek súlyát a kiindulási súlyra egészítettük ki. A méréseknél természetesen figyelembe vettük a növények zöldsúly-gyarapodását is. A változó zöld súlyt a tenyészidő folyamán többször lebontott növények teljes (gyökereket is beleértve) súlyának méréséből állapítottuk meg.

Az ismétlések száma 1969-ben: 5, 1970-ben: 4.

A talajhőmérsékleti értékeket a pentád számításoknál a nap folyamán 3 időpontban (7, 14, 17 óra) mért értékek átlagából, a tenyészidő egyes napjaira vonatkoztatott számításoknál a nap folyamán óránként mért hőmérsékleti adatok átlagából nyertük.

1969-ben a vetésidőktől függetlenül a tenyészidő 65 napjának adatait értékeltük a pentád összegekben. A pentád mérésekhez mind a 13 hétnek csak az első 5 napját vizsgáltuk, mivel szombaton és vasárnap nem állt rendelkezésünkre a 3 talajhőmérsékleti adat. Vizsgálatunk így mindkét vetésidő esetében lényegében a 32 napos kukoricától a 123 napos kukoricáig terjedt ki. 1970-ben 70- és 50%-os talajnedvességen vizsgáltuk a talajhőmérséklet és a transzspiráció közötti kapcsolatot. Az összefüggés vizsgálati módja azonos az előző évivel, azonban 1970-ben 2 héttel (azaz két pentáddal) hosszabb ideig végeztük vizsgálatainkat.

Eredmények értékelése

A különböző vetésidőjű növények pentád transzspirációja a tenyészidő elején jelentősen eltért egymástól (1. ábra). Ez természetes, mivel a korábbi vetésű növények nagyobb transzspiráló felülettel rendelkeztek, s így ezek transzspirációs értéke is magasabb volt. 1969. VI. 26-án mért levélfelületek a két vetésidőnek megfelelően 47,11 és 15,57 dm². A tenyészidő vége felé a transzspiráció nagyságrendjét tekintve fordított sorrend figyelhető meg, mivel az idősebb növények levelei előbb száradnak meg, s így ezzel a párologtató felületük is redukálódik. A VII. 4- és 11-ével befejeződő pentádban a talajhőmérséklet csökkenése csak a nagyobb transzspirációjú korábbi vetésű növényekre volt csökkentő hatással. A gyorsan transzspiráló növények vízabszorpcióját főként fizikai törvények határozzák meg. Kísérletünkben a transzspiráció csökkentésében más tényezők mellett a talajhőmérséklet csökkenése által bekövetkező viszkozitás-növekedés úgy a víz, mint a protoplazma esetében kétségtelenül az a két alapvető tényező, amely a víz abszorpcióját az alacsony gyökérhőmérsékletnél befolyásolta. A víz specifikus viszkozitása 25 C°-nál 0,4987, 15 C°-nál 0,7297 és 0 C°-nál 1,000. A viszkozitás növekedése a víz diffúziós nyomásának csökkenését eredményezi és ez kétségtelenül hátráltatja a víz diffúziójának mértékét a gyökérsejtekbe és a gyökér különböző szöveteinek sejtjein keresztül [2]. A VII. 4- és 11-ével befejeződő pentádban az V. 15-én vetett növények egyre növekvő, de még alacsony transzspirációját a talajhőmérséklet-csökkenés még nem korlátozta. Ugyanis az alacsonyabb gyökérhőmérséklet okozta vízabszorpció-csökkenés is még elegendő volt az egyre fokozódó, bár még alacsony transzspirációhoz. Gyenge transzspirációnál az alacsony talajhőmérséklet hatása kisebb mértékű, mint az intenzív transzspirációnál.

1970-ben az előző évhez viszonyítva 10 nappal hosszabb időtartamra mértük a transzspiráció és a talajhőmérséklet pentád menetét (2. ábra).

A tenyészidő elején itt is a kis párologtató felülettel rendelkező növények a magas talajhőmérséklet ellenére csak keveset transzspiráltak. A vegetáció vége felé a növények egyre kevesebb élettanilag aktív levélfelülettel rendelkeztek, s így ennek és az egyre csökkenő talajhőmérsékletnek megfelelően transzspirációjuk is csökkent.

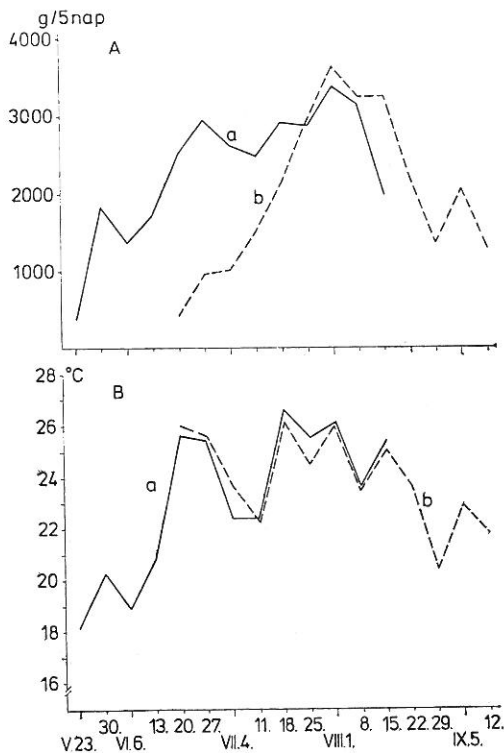
1. táblázat
A talajhőmérséklet és a kukorica transzspirációja közötti összefüggés

(1) Számítás módja	(2) Fontosabb paraméterek	1969		1970			
		70% VK		70% VK		50% VK	
		IV. 15.	V. 15.	IV. 15.	V. 15.	IV. 15.	
a) A tenyésztés folyamán	a	-3501,05	-845,25	-4126,40	-1522,10	-2340,30	-72,35
	b	250,30	118,95	245,20	129,75	141,50	48,45
	r	0,838	0,215	0,834	0,493	0,776	0,277
	SzD%	0,1	—	0,1	—	0,1	—
	n	13	13	15	15	15	15
	a	-733,61	-726,70	-586,70	-142,03	-150,78	-122,29
	b	50,29	46,04	41,36	23,90	17,75	17,12
	r	0,678	0,408	0,760	0,430	0,638	0,484
	SzD%	1,0	—	0,1	—	1,0	—
	n	17	17	18	18	18	18
b) A tenyésztés egyes napjain	a	-44,78	-12,10	-64,52	-49,00	-21,07	-20,08
	b	-18,02	-7,08	—	—	—	—
	r	2,90	1,12	3,78	3,25	1,49	1,59
	SzD%	2,29	1,18	0,565	0,505	0,432	0,438
	n	0,363	0,243	5,0	—	—	—
	a	0,375	—	15	15	15	15
	b	—	—	15	15	15	15
	r	—	—	—	—	—	—
	SzD%	—	—	—	—	—	—
	n	15	15	15	15	15	15
c) A nap folyamán	a	—	—	—	—	—	—
	b	—	—	—	—	—	—
	r	—	—	—	—	—	—
	SzD%	—	—	—	—	—	—
	n	—	—	—	—	—	—
	a	—	—	—	—	—	—
	b	—	—	—	—	—	—
	r	—	—	—	—	—	—
	SzD%	—	—	—	—	—	—
	n	—	—	—	—	—	—

Az optimális talajnedvességen fejlődő növények transzspirációs menetéhez hasonlóan alakult a talaj maximális vízkapacitásának 50%-án fejlődő növények transzspirációja is. A tenyészidő alatti transzspirációs csúcserték a jó vízellátású, korábbi vetésű növényeknél és a kedvezőtlen vízellátásúaknál a vetésidőtől függetlenül egybeesik. A két talajnedvességen fejlődő növények transzspirációs görbéit összehasonlítva láthatjuk, hogy az alacsony talajnedvességu növények transzspirációja alatta marad a jobb vízellátású növények transzspirációjának, továbbá azt, hogy a görbék futása egyenletesebb, azaz nem követik olyan mértékben a talajhőmérsékleti változásokat, mint azt az optimális talajnedvességu növényeknél megfigyelhetjük.

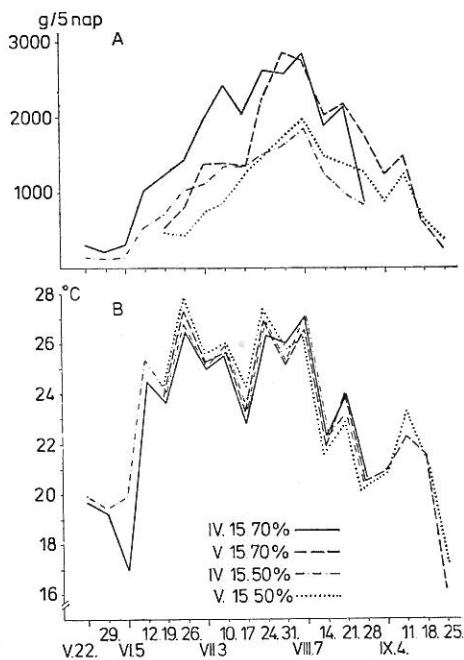
1969-ben a tenyészidő folyamán 17, 1970-ben pedig 18 különböző napon vizsgáltuk a talajhőmérséklet és a transzspiráció alakulását. A talajhőmérséklet és a transzspiráció napi menetében a transzspiráció csúcsertéke megelőzi a talajhőmérséklet maximumát (3. ábra).

Háromféleképpen vizsgáltuk a talajhőmérséklet és a kukorica transzspirációja közötti összefüggést: a tenyészidő folyamán, a tenyészidő egyes napjain és a nap folyamán.



1. ábra

A transzspiráció és a talajhőmérséklet alakulása a tenyészidő folyamán, 1969. A) Transzspirált víz, g/5 nap. B) Talajhőmérséklet °C. Vetésidők: a) IV. 15; b) V. 15. Vízszintes tengely: pentádok időpontja

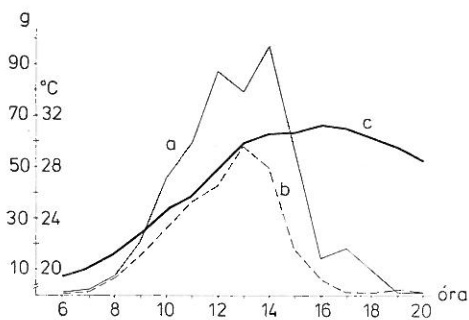


2. ábra

A transzspiráció és a talajhőmérséklet alakulása a tenyészidő folyamán, 1970; a 70 és 50%-os vízkapacitásnál, IV. 15. és V. 15.-i vetésnél. Többi jelzést lásd 1. ábra.

A tenyészedőre számított pentád korrelációs értékekből kitűnik, hogy mindkét talajnedvesség-szinten a talajhőmérséklet és a később vetett kukorica transzspirációja közötti összefüggés kisebb, mint a korábban vetett növények esetében (1. táblázat).

A kedvezőtlen talajnedvesség-szinten, egy eset kivételével, az azonos vetésidőt és évet figyelembevéve, gyengébb összefüggést számítottunk, mint



3. ábra

A transzspiráció és a talajhőmérséklet napi alakulása, 1969. VII. 8. Vetésidők: a) IV. 15; b) V. 15; c) talajhőmérséklet C°. Vízszintes tengely: mérés időpontja, óra

vetésű növényekre számított korrelációk közötti különbség kisebb, mint a későbbi vetésű növényeknél. Mindkét évben a jó vízellátás mellett a korábbi vetésű kukoricánál valamivel magasabb a korrelációs együttható, mint a későbbi vetésűnél. 1970-ben a kedvezőtlen vízellátású növényeknél kisebb korrelációs együtthatót számítottunk a talajhőmérséklet és a transzspiráció között, mint a kedvező talajnedvességnél. Az 50%-os talajnedvességű növényeknél a korrelációs érték a vetésidőktől függetlenül szinte azonos volt.

A talaj hőmérséklete és a kukorica transzspirációja közötti korrelációs összefüggésekkel kapcsolatban megállapítható, hogy a vetésidő mellett a számítási mód is befolyásolja az összefüggések szorosságát. 1969-ben és 1970-ben egyaránt a IV. 15-én vetett növényeknél állott fenn a legszorosabb összefüggés. A számítás módját tekintve a legszorosabb összefüggést a tenyészedő folyamán végzett méréseknél kaptuk. Ezt követték a tenyészedő egyes napjain, majd a nap folyamán végzett vizsgálatok korrelációs értékei. Ez a sorrend már nem érvényes az V. 15-én vetett kukoricánövényekre. Az első számítási módnál bizonyára azért kaptunk olyan szoros összefüggést a IV. 15-én vetett növényeknél, mivel a talaj tenyészedő folyamán történő felmelegedésével a növények is nőttek, melynek megfelelően a legfőbb transzspiráló szervük, a levélfelület is megnagyobbodott. A tenyészedő vége felé, az évszaknak megfelelően a talajhőmérséklet csökkent, ugyanakkor a növények levelei is öregedni, száradni kezdtek, melynek eredményeképpen a transzspiráció mértéke is nagyarányú csökkenést mutatott. A későbbi vetésű növények a tenyészedő elején a magas talajhőmérséklet ellenére sem tudtak sokat párologtatni, mivel transzspiráló felületük még nem volt elég nagy.

A talajhőmérséklet és a transzspiráció napi menetét vizsgálva számítottuk a legkisebb összefüggést, amely főként azzal magyarázható, hogy a transz-

az optimális talajnedvességen fejlődő növényeknél. A tenyészedő egyes napjaira számított korrelációs együtthatók mindkét évben hasonlóan alakultak, mint az előbbi számítási módnál, azzal a különbséggel, hogy 1970-ben az V. 15-én vetett kedvezőtlen vízellátású növények talajhőmérséklete és transzspirációja közötti kapcsolat valamivel szorosabb volt, mint a kedvező vízellátású növényeknél. A talajhőmérséklet és a kukorica transzspirációjának napi menete közötti összefüggést 1969-ben 2 napon (VII. 8. és VII. 9.) és 1970-ben 1 napon (VII. 14.) vizsgáltuk. 1969-ben az egymást követő napokon a korábbi

spiráció, rendszerint a napsugárzás menetét követve, előbb éri el a napi csúcserőértéket, mint a talajhőmérséklet. A maximum elérése után a transzspiráció rohamosan csökken a délután folyamán. A leszálló görbe rendszerint meredekebb, mint a délelőtti felszálló. A transzspiráció gyors csökkenésekor a talajhőmérséklet még emelkedik és a maximum elérése után is csak lassan csökken (3. ábra).

A kísérleti adatok alapján megállapítható, hogy a talajhőmérséklet és a transzspiráció közötti összefüggés szorosságát a vetés ideje, a számítás módja és a talajban levő növények számára felvehető víz mennyisége jelentősen befolyásolhatja.

Összefoglalás

Két éven át (1969—70) vizsgáltuk tenyészházban a kukorica transzspirációjának és a talaj hőmérsékletének alakulását a tenyészidő folyamán.

A különböző vetésidőjű növények pentád transzspirációja a tenyészidő elején jelentősen eltért egymástól (1. ábra), mivel a korábbi vetésű növények előbb fejlesztik ki a nagyobb transzspiráló felületüket, s így ezek transzspirációja a később vetettekéhez viszonyítva magasabb. A tenyészidő vége felé a transzspiráció nagyságrendjét tekintve fordított sorrend figyelhető meg, mivel az idősebb növények levelei előbb száradnak meg, s így ezzel a párologtató felületük is redukálódik.

Gyenge transzspirációnál a talajhőmérséklet változása kisebb mértékben befolyásolta a növények párologtatását, mint az intenzív transzspirációnál.

A két talajnedvességen fejlődő növények transzspirációs görbéit összehasonlítva láthatjuk, hogy az alacsony talajnedvességű növények transzspirációja alatta marad a jó vízellátású növények transzspirációjának, továbbá azt, hogy a kedvezőtlen vízellátású növények transzspirációja egyenletesebb, azaz nem követi olyan mértékben a talajhőmérsékleti változásokat, mint azt az optimális talajnedvességű növényeknél megfigyelhetjük (2. ábra).

A nap folyamán a transzspiráció csúcserőke megelőzi a talajhőmérséklet maximumát (3. ábra).

Mindhárom számítási módnál, az 1970. évi 50%-os talajnedvességű növények napi menetét kivéve, a IV. 15-i vetésű növények transzspirációja szorosabb korrelációt mutatott a talajhőmérséklettel, mint az V. 15-i vetésű növényeké (1. táblázat). A számítási módokat tekintve, mindkét kísérleti évben és 1970-ben mindkét talajnedvességi szinten a legszorosabb összefüggést a pentádokra számított értékelésnél kaptuk, melyet a tenyészidő egyes napjaira, majd a napi menetre számított korrelációs érték követett. Egy eset kivételével az optimális talajnedvességű növények transzspirációja szorosabb kapcsolatot mutatott a talaj hőmérsékletével, mint a kedvezőtlen vízellátásúaké.

Irodalom

- [1] BIAGLOWSKI, J.: Effect of extent and temperature of roots on transpiration of rooted lemon cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **34**. 96–102. 1936.
- [2] BÖHNING, R. H. & BHAKDI LUSANANDANA: A comparative study of gradual and abrupt changes in root temperature on water absorption. Plant Physiol. **27**. 475–488. 1952.
- [3] CLEMENTS, F. E. & MARTIN, E. V.: Effect of soil temperature on transpiration in *Helianthus annuus*. Plant Physiol. **9**. 619–630. 1934.
- [4] EHRLER, W. L.: Water absorption of alfalfa as affected by low root temperature and other factors of a controlled environment. Agron J. **55**. 363–366. 1963.
- [5] HAAS, A. R. C.: Growth and water losses in citrus as affected by soil temperature. California Citrograph. 467. 1936.
- [6] HEILBRUNN, L. V.: Protoplasmic viscosity of *Amoeba*. at different temperatures. Protoplasma. **8**. 58–64. 1930.
- [7] KRAMER, P. J.: The intake of water through dead root systems and its relation to the problem of absorption by transpiring plants. Amer. Jour. Bot. **20**. 481–492. 1933.
- [8] KRAMER, P. J.: Root resistance as a cause of decreased water absorption by plants at low temperatures. Plant Physiol. **15**. 63–79. 1940.
- [9] KRAMER, P. J.: Species differences with respect to water absorption at low soil temperatures. Amer. Jour. Bot. **29**. 828–832. 1942.
- [10] KRAMER, P. J.: Plant and Soil Water Relationships. McGraw-Hill. New York—Toronto—London. 1948.
- [11] KRAMER, P. J.: Physical and physiological aspects of water absorption. Encyclopedia of Plant Physiology. Ed.: Ruhland, W. **3**. 124–159. Springer. Berlin. 1956.
- [12] PETRASOVITS, I. & BALOGH, J.: Növénytermesztés és vízgazdálkodás. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1969.
- [13] SKIDMORE, B. L. & STONE, J. E.: Physiological role in regulating transpiration rate of the cotton plant. Agron. J. **56**. 371–373. 1964.
- [14] SZLOVÁK, S.: Kukorica transzspirációjának vizsgálata. Doktori disszertáció. 1971.
- [15] SZLOVÁK, S.: Transzspiráció intenzitás mérések kukoricánövényeken. Növénytermelés. **21**. 127–138. 1972.
- [16] SZLOVÁK, S.: A különböző korú kukoricánövények transzspiráció intenzitásának napi menete. Öntözéses Gazdálkodás. **9**. 43–52. 1972.
- [17] SZLOVÁK, S.: A study of the transpiration increasing effect of wind. Acta Agron. Hung. **22**. 241–245. 1973.
- [18] SZLOVÁK, S.: A kukorica levéllemezének összes nitrogén tartalma és az egész növény transzspirációja közötti kapcsolat vizsgálata. Növénytermelés. **23**. 45–54. 1974.
- [19] TEW, R. K., TAYLOR, S. A. & ASHCROFT, C. L.: Influence of soil temperature on transpiration under various environmental conditions. Agron. J. **55**. 558–560. 1963.

Érkezett: 1975. március 24.

Relationship Between Soil Temperature and the Transpiration of Maize Plants

S. SZLOVÁK

Research Institute for Irrigation, Szarvas (Hungary)

Summary

A two-year-study (1969-1970) was carried out in a growth-house on the relationship between soil temperature and the transpiration of maize plants during the growing season.

For the experiment modified (25 × 20 cm) Mitscherlich-type culture pots and an alluvial-meadow top soil (Szarvas-Bikazug) were used. The total moisture capacity of the soil was determined in the laboratory and was found to be 50.4 per cent, expressed in weight per cent of absolute dry soil.

On 15th April and 15th May in both years the maize seeds (variety Mv 1.) were sown in the soil with optimum moisture content (70 per cent of the total moisture capacity). Plants grown at 50 per cent of the total moisture capacity of the soil were studied only in 1970.

Soil surface evaporation of the pots was prevented by a tight PVC film cover. The correlation values between soil temperature and the transpiration of maize plants were calculated for the whole growing season (on the basis of measurements made from Monday to Friday every week - pentades), for given days and for a daily course.

Soil temperature values for pentad calculations were determined from the mean values of 3 measurements made during the day (at 7 a.m., 2 p.m. and 5 p.m.), while for calculations relating to given days they were obtained from the mean of temperature data measured hourly during the day.

The plants which were seeded earlier developed their transpiring area sooner, consequently their transpiration rate was higher at the beginning of the growing season. (Figs. 1. & 2.) On 26th June in 1969 the leaf areas of the older and younger plants were 47.11 and 15.57 dm², respectively. Towards the end of the growing season an opposite trend was observed because the leaves of the older plants dried sooner and their transpiration area was reduced.

At low transpiration rate the change in soil temperature influenced it to a smaller degree than at intensive transpiration.

On comparing the transpiration curves of plants which developed at two different soil moisture levels, it can be seen that the transpiration of those grown at low soil moisture level was lower. The transpiration of plants grown at insufficient soil moisture was more even, that is, it did not follow the changes in soil temperature to such a degree as that of the plants that thrived at optimum soil moisture level.

In the daily course the maximum of soil temperature lagged behind that of transpiration (Fig. 3.).

The correlation values obtained with the three calculation methods indicated that - with the exception of the daily course of plants grown at low soil moisture level in 1970 - the transpiration of plants seeded on 15th April was more closely correlated with soil temperature than that of the plants sown later (Table 1). In both years and in 1970 at both soil moisture levels the best correlation coefficients were obtained when the calculations were made for pentades. These were followed by the values calculated for given days. With one exception transpiration showed a closer correlation with soil temperature at optimum soil moisture.

Table 1. Correlation between soil temperature and the transpiration of maize plants.

(1) Observation mode: a) during the growing season; b) on given days during the growing season; c) daily course. (2) Some important parameters. (3) Seeding time.

Fig. 1. The trend of transpiration and soil temperature during the growing season in 1969. A. Transpired water, g/5 days. B. Soil temperature, °C. Seeding dates: a) 15th April; b) 15th May. Horizontal axis: pentad dates.

Fig. 2. The trend of transpiration and soil temperature during the growing season in 1970. (At 70 and 50 per cent of total moisture capacity.) A. Transpired water, g/5 days. B. Soil temperature, °C. Horizontal axis: pentad dates.

Fig. 3. The daily course of transpiration and soil temperature on 8th July 1969. a) seeding date: 15th April; b) 15th May. c) soil temperature, °C. Horizontal axis: time of measurements, hours.

Untersuchung der Korrelation zwischen Bodentemperatur und Transpiration bei Maispflanzen

S. SZLOVÁK

Forschungsinstitut für Bewässerung, Szarvas (Ungarn)

Zusammenfassung

In einem zweijährigen (1969–1970) Gefässversuch wurde die Korrelation zwischen Bodentemperatur und Transpiration der Maispflanzen während der Vegetationszeit untersucht.

In beiden Jahren wurde der Mais (Sorte Mv. 1.) am 15. April und 15. Mai in einen Boden mit optimalem Wassergehalt (70% der maximalen Wasserkapazität (=WK)) gesät. Ausserdem arbeiteten wir im Jahre 1970 auch mit einer Bodenfeuchtigkeit von 50% der maximalen WK.

Im Versuch wurden modifizierte (25 × 20 cm) Mitscherlich-Gefässe mit Alluvial-Wiesenboden gefüllt angewendet. Die im Laboratorium bestimmte maximale WK des Bodens betrug 50,4%.

Die Evaporation der Bodenoberfläche wurde durch PVC-Foliendeckung verhindert. Die Bodentemperaturwerte für die Pentade-Berechnungen wurden von dem Durchschnittswert der während des Tages dreimal (7, 14 und 17 Uhr) gemessenen Werte, für die Berechnungen für verschiedene Tage der Vegetationszeit aber von den Mittelwerten der stündlichen Messungen während des Tages berechnet.

Bei den Pentade-Messungen wurden nur die Angaben von den ersten fünf Tagen der Arbeitswoche beachtet, weil für Samstag und Sonntag keine Werte zur Verfügung standen.

Die Pentade-Transpiration der Pflanzen verschiedener Saatzeiten wich am Beginn der Vegetationszeit wesentlich von einander ab (Abb. 1. und 2.). Die früher gesäten Pflanzen entwickelten ihre Transpirationsoberfläche früher, deshalb war ihre Transpiration auch höher, als bei den später gesäten Pflanzen. Am 26. Juni 1969. hatten die Maispflanzen — entsprechend den zwei Saatzeiten — eine Blattoberfläche von 47,11 bzw. 15,57 dm². Gegen das Ende der Vegetationszeit zeigte die Transpirationsintensität der Pflanzen der zwei Saattermine eine umgekehrte Reihenfolge, weil die Blattscheiben der früher gesäten, älteren Pflanzen früher trockneten und gleichzeitig verminderte sich auch ihre Transpirationsoberfläche.

Bei schwacher Transpiration beeinflusste die Änderung der Bodentemperatur die Transpiration weniger, als bei intensiver Transpiration.

Die Transpirationskurven der bei den zwei Bodenfeuchtigkeiten gezogenen Pflanzen zeigen, dass die Transpiration der mit Wasser ungenügend versorgten Pflanzen kleiner ist, als diejenige der Pflanzen mit optimaler Wasserversorgung, weiterhin, dass die Transpiration der Pflanzen mit ungünstiger Wasserversorgung gleichmässiger ist, d.h. sie folgt die Änderungen der Bodentemperatur nicht in solchem Masse, als die Transpiration der Pflanzen mit guter Wasserversorgung.

Im Laufe des Tages geht das Transpirationsmaximum dem Maximum der Bodentemperatur voran (Abb. 3.).

Bei allen drei Berechnungsmethoden, die in diesem Versuch angewendet wurden (d. h. während der ganzen Vegetationszeit, an einigen Tagen der Vegetationszeit und im Tagesgang) zeigte die Transpiration bei den früher gesäten (15. IV.) Pflanzen eine engere Korrelation mit der Bodentemperatur, als bei den später gesäten (15. V.) — ausgenommen den Tagesgang der bei 50% der maximalen WK gezogenen Pflanzen im Jahre 1970 (Tab. 1.)

Was die Berechnungsmethoden betrifft, waren in beiden Versuchsjahren und in 1970 für beide Bodenfeuchtigkeiten die Korrelationen zwischen der Bodentemperatur und der Transpiration im Falle der Pentade-Auswertung am engsten. Die Korrelationen wurden schwächer, wenn die Transpiration nur für einige Tage der Vegetationszeit, und noch schwächer wenn sie für den Tagesgang berechnet wurden. Die Transpiration der bei optimaler Bodenfeuchtigkeit gezogenen Pflanzen, mit Ausnahme von 1970, zeigte eine engere Korrelation mit der Bodentemperatur, als bei den Pflanzen mit ungünstiger Wasserversorgung.

Tab. 1. Korrelation zwischen Bodentemperatur und Transpiration der Maispflanzen (1) Berechnungsmethoden: a) während der Vegetationszeit, b) einige Tage während der Vegetationszeit; c) während des Tages. (2) Wichtigere Parameter. (3) Saatzeit.

Abb. 1. Transpiration und Bodentemperatur während der Vegetationszeit des Jahres 1969. A) Transpiriertes Wasser, g/5 Tage. B) Bodentemperatur, °C. Saatzeiten: a) 15. IV.; b) 15. V. Abscisse: Zeitpunkt der Pentaden.

Abb. 2. Transpiration und Bodentemperatur während der Vegetationszeit des Jahres 1970, bei 50 und 70% der maximalen Wasserkapazität. Saatzeiten: 15. IV. und 15. V. Übrige Bezeichnungen s. unter Abb. 1.

Abb. 3. Tagesgang der Transpiration und der Bodentemperatur am 8. VII. 1969. Saatzeiten: a) 15. IV.; b) 15. V. c) Bodentemperatur, °C. Abscisse: Zeitpunkt der Probenahme, Stunde.

Изучение взаимосвязи между температурой почвы и транспирацией кукурузы

Ш. СЛОВАК

Научно-исследовательский Институт Орошения, Сарваш (Венгрия)

Резюме

В продолжении двух лет (1969—1970 гг) в вегетационных опытах изучали зависимость между транспирацией кукурузы и температурой почвы за вегетационный период.

В два опытных года 15 апреля и 15 мая в почву при оптимальной влажности (70% от ПВ) посеяли кукурузу Мv—1. Опыты с растениями, выращиваемыми при влажности почвы в 50% от ПВ, были заложены только в 1970 году.

Для опытов использовали модифицированные вегетационные сосуды Митчерлиха (25x20 см), в которые помещали верхний горизонт аллювиально-луговой почвы из Сарваша—Биказуг. Влажность, определяемую в лаборатории, выражали в процентах от абсолютно сухой почвы.

При измерении транспирации для предотвращения эвaporationи поверхность почвы покрывали синтетической пленкой.

При пентарных расчетах температуры почвы брали средние величины трех измерений, проводимых в продолжении дня (7, 14, 17 часов), при расчетах относящихся к определенным дням вегетационного периода, брали средние значения температур, измеренных через каждый час.

Транспирация растений, посеянных в различные сроки, в первый период вегетации сильно отличалась (Рисунки 1. и 3.), т. к. растения, посеянные в ранние сроки, быстрее развивали большую транспирационную поверхность, способствующую более высокой транспирации. Листовая поверхность растений, измеренная 26. VI. 1969 г. соответственно срокам посева составляла 47,11 и 15,57 дм.² В конце вегетационного периода наблюдали обратную картину — листья растений ранних сроков посева завядали быстрее, что приводило к снижению испаряющей поверхности, значит и к снижению транспирации.

При слабой транспирации изменение температуры оказывало незначительное влияние на испарение растениями по сравнению с интенсивной транспирацией.

Сравнивая транспирационные кривые растений, развивающихся при двух влажностях почвы, можно видеть, что транспирация при более низкой влажности почвы значительно отставала от транспирации растений, развивающихся на почве с высокой влажностью, кроме этого, транспирация при более низких влажностях почвы проходит равномернее, т. е. не в такой степени следует изменению температуры почвы, как это наблюдали при оптимальной влажности почвы.

В продолжении дня максимум транспирации опережает температурный максимум (Рисунок 3).

При трех способах расчета (измерения в продолжении вегетационного периода, в отдельные дни и в продолжении одного дня) транспирация растений при посеве 15. IV., за исключением суточного хода транспирации растений 1970 года при влажности почвы в 50% от ПВ, показали более тесную связь с температурой почвы по сравнению с растениями, высеянными 15. V. (Таблица № 1).

Независимо от способов расчета, в обоих годах опыта и в 1970 году, на двух уровнях влажности почвы при пентадических расчетах получили самую тесную связь между температурой почвы и транспирацией, затем следуют коррелятивные величины, рассчитанные на отдельные дни вегетационного периода или на ход суточной транспирации. За исключением одного случая транспирация при оптимальной влажности почвы показывает более тесную связь с температурой почвы, чем при низких влажностях.

Табл. 1. Связь между температурой почвы и транспирацией кукурузы. (1) Метод расчета: а) в продолжении вегетационного периода; б) в отдельные дни вегетационного периода; с) в ходе суток. (2) Главные параметры. (3) Время посева.

Рис. 1. Формирование транспирации и температуры почвы в вегетационный период, 1969. А) Транспирированная вода г/5 дней. В) Температура почвы С°. Время посева: а) 15. IV. б) 15. V. По горизонтальной оси: пентадное время взятия образцов.

Рис. 2. Формирование транспирации и температуры почвы в вегетационный период, 1970. При влажности почвы в 70 и 50% от ПВ. Срок посевов: 15. IV. и 15. V. Остальные обозначения смотри на рисунке 1.

Рис. 3. Суточный ход формирования транспирации и температуры почвы, 8. VII. 1969. Время посева: а) 15. IV. б) 15. V. с) температура почвы С°. По горизонтальной оси: время взятия образцов, часы.