

Mennyiségi összefüggések a víz- és tápanyagellátás, valamint a hozam, a vízfogyasztás és a vízhasznosulás között

SZALÓKI SÁNDOR

Öntözési Kutató Intézet, Szarvas

Közismert, hogy a víz a növények számára nemcsak életfeltétel, hanem integráló hatású ökológiai tényező is. A környezet nedvességi állapota lényegesen befolyásolja a növények teljes anyagforgalmát és hőgazdálkodását. A növények vízforgalma és vízhasznosítása szoros kölcsönhatásban van több ökológiai és agrotechnikai tényezővel. Ezen kölcsönhatások ismerete szükséges ahhoz, hogy megtaláljuk és szabályozással megteremtjük a tényezők optimumát és összhangját. A liziméterekre alapozott kísérletek elsődleges célja a vízellátás, tápanyagellátás, fajta- és állománysűrűség hatásának és kölcsönhatásának megállapítása a természetösszetevőkre, vízháztartási tényezőkre, a víz és a tápanyagok hasznosulására.

A dolgozat ezekből kíván néhány általánosítható összefüggést bemutatni az utóbbi tíz év eredményei alapján.

A kísérlet körülményei és módszere

A kísérletek a szarvasi Öntözési Kutató Intézetben /ÖKI/ 32 m² területű parcellákon és a parcellákban elhelyezett liziméterekben folynak 1972 óta. A módosított Thorntwaite-típusú liziméterek 1x1x1 m űrtartalmúak, melyeket a kísérlet területén lévő réti talajjal töltöttek meg. Számuk 320 db, 5 blokkban elhelyezve. Három blokk mindegyikében egy-egy növényfajjal négy-négy víz- és tápanyag-ellátottsági fokozatot állítottunk be. Két blokkban optimális víz- és tápanyagellátás mellett vizsgáljuk a fajták és a tőszám hatását a vízigényre és vízhasznosulásra.

A kísérleti terület éghajlata kontinentális. A nyári félév átlagos hőmérséklete 17,6 °C, hőösszege 3200 °C, a napfényes órák száma 1480, a csapadékösszeg 280 mm. Az egész évi csapadékösszeg 50 év átlagában 480 mm.

A kísérleti eredmények

A vízellátottság és a termésátlag kapcsolata

Magyarországon a növények természetes vízellátottsága területileg és időben nagyon változékony. A legjobb termőhelyeken is igen ritka az olyan év, amelyekben még rövid ideig tartó vízhiány vagy vízfölösleg sem fordul elő.

1. táblázat
A kukoricaállomány vízháztartási jellemzői /mm/

Kezelés jele	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Átlag
<u>Csapadék /P/</u>												
Télen /P ₁ /	105	291	189	217	232	217	239	162	145	228	297	211
Nyáron /P ₂ /	229	173	331	146	309	331	237	212	241	220	176	237
Összesen	334	464	520	363	541	548	476	374	386	448	473	448
<u>Öntözővíz mennyisége /I_{O-3}/</u>												
I _O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I ₁	80	93	40	60	40	50	50	88	100	70	70	67
I ₂	162	186	80	120	78	100	100	240	213	136	140	141
I ₃	249	280	151	180	80	166	150	267	300	180	210	201
<u>(P₁+P₂+I)</u>												
I _O	334	464	520	363	541	548	576	374	386	448	473	448
I ₁	414	557	560	423	581	598	526	454	486	518	543	515
I ₂	496	650	600	483	619	648	576	614	599	584	613	589
I ₃	583	744	671	543	621	714	626	641	686	628	683	649
<u>Szivárgási veszteség /W_f/</u>												
I _O	1	44	31	0	18	26	14	0	0	30	54	20
I ₁	7	84	38	0	51	41	19	0	0	56	73	33
I ₂	20	128	74	33	68	67	44	24	34	107	76	61
I ₃	44	178	105	36	79	72	73	13	29	113	102	77
<u>A talaj nedvességekészletének változása /W_d/</u>												
I _O	-36	10	27	-20	0	21	20	34	33	-25	-23	5
I ₁	-28	7	32	-20	0	30	17	40	39	-28	-30	5
I ₂	-23	12	41	-53	0	30	23	34	-14	-37	-25	-1
I ₃	-15	15	54	-62	0	54	20	34	51	-42	-13	9
<u>Az egész évi párolgásösszeg /ET+E = P+I+W_f-W_d/</u>												
I _O	369	410	462	383	523	501	442	340	353	443	442	423
I ₁	435	466	490	443	530	527	500	414	447	490	500	475
I ₂	499	510	485	503	551	551	499	586	579	514	562	531
I ₃	554	551	512	569	542	588	533	564	606	552	594	563
<u>Evapotranszpiráció a tenyészidőben /ET/</u>												
I _O	309	327	381	300	426	441	356	247	262	373	361	343
I ₁	368	383	407	360	438	465	389	339	366	418	408	395
I ₂	422	426	412	413	451	481	425	468	488	439	471	445
I ₃	469	471	427	469	442	508	446	502	509	477	499	474
<u>Párolgás a nyugalmi időszakban /E/</u>												
I _O	60	84	81	83	97	60	86	93	91	70	81	80
I ₁	67	83	83	83	92	62	86	75	81	72	92	80

Kezelés jele	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Átlag
I ₂	77	84	73	90	100	70	84	88	91	75	91	86
I ₃	85	80	85	100	100	80	87	92	97	80	95	89
A tényleges ET az optimális ET-hoz viszonyítva %-ában												
I ₀	66	69	89	64	96	87	79	49	51	78	72	72
I ₁	78	81	95	77	99	92	87	68	72	88	82	83
I ₂	90	90	96	88	102	95	95	93	96	92	94	94
I ₃	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Az ország nagy részét kitevő Alföldön pedig még gyakoribb a kedvezőtlen vízellátottság miatti terméskiesés. Ennek is jelentős szerepe van abban, hogy az országos termésátlagok a termesztett növényfajták termőképességének csupán 40-60 %-át érik el.

A kukoricára vonatkozó vízháztartási jellemzőket az 1. táblázatban mutatjuk be. Az adatokból látható, hogy a vizsgálat éveiben a tenyészidőbeni csapadék összege 146-331 mm, az egész évi csapadék 334-548 mm, a csapadék és öntözővíz egész évi összege pedig 334-744 mm között változott.

A vízellátás és termésmennyiség közötti összefüggés vizsgálatánál a termékkel az alábbi módon számított vízmennyiségeket állítottuk párba:

a/ A területre jutó egész évi csapadék és az öntözővíz $/P_1 + P_2 + I/$ összege.

b/ A talaj tavaszi könnyen felvehető $/D_v 50 \%/$ nedvességtartalma $/W_o/$ plusz a tenyészidőbeni csapadék és öntözővíz összege $/W_o + P_2 + I/$.

c/ Az egész évi természetes csapadékból a növények rendelkezésére álló vízmennyiség, amit az öntözetlen növényállomány tényleges vízfelhasználásával $/ET_a/$ vettünk azonosnak, plusz az öntözéssel kiadott vízmennyiség összege $/ET_a + I/$.

Az a/ és b/ pont szerinti vízellátottság és a termésátlag között /ha a vízfölösleg lecsapolására nincs lehetőség/ másodfokú polinom egyenlettel közelíthető összefüggés van.

A cukorrépára megállapított ilyen jellegű összefüggés számszerű értékei a következők:

$$Y = 7,37 \cdot 10^{-13} \cdot X^5 - 155 \cdot 10^{-9} \cdot X^4 + 1,137 \cdot 10^{-6} \cdot X^3 - 0,00041X^2 + 0,123X - 17,76 \quad /1/$$

ahol: Y = cukorhozam, t/ha-ban;

X = b/ pont szerint vízellátottság, mm-ben.

Az összefüggés egy optimum görbével jellemezhető, melynek fel- és leszálló ága van. Eszerint az optimális vízellátás a cukorrépánál 600 mm körül van. A vizet jól áteresztő talajon, a vízfölösleg leszívargása esetén a két változó közötti összefüggés telítődési vagy szigmoid függvényt jellemezhető.

A kukoricánál a c/ pont szerint számított vízellátottság és száraz szemtermés között az alábbi szigmoid jellegű összefüggést találtuk:

$$Y = \frac{125}{(1 + 1,15X^{-5,0861})}, \quad /2/$$

ahol: Y = száraz szemtermés, 100 kg/ha;
 X = vízellátottság / $ETa+I$ /, mm-ben;
 $R^2 = 0,3091$; $F = 152$; $n = 30$.

Az összefüggés jellegéből adódóan a vízkiegészítés bizonyos határon túl /500-550 mm/ nem növeli lényegesen a termésátlagot.

Az öntözővíz mennyisége és a hozam közötti összefüggés

A kísérletekben öntözéssel hoztunk létre négyféle vízellátottsági fokozatot. Ezek közül az I_0 a természetes, I_3 az optimális, I_1 és I_2 kezelés pedig két közbeeső vízellátottságot jelent.

A különböző öntözési fokozatok termésátlagra gyakorolt hatását az 1. ábra mutatja be. Az ábrán látható, hogy az öntözővíz mennyiségének növelése az optimális vízellátás határáig igen jelentős termésátlag-növekedést idéz elő. Az öntözővíz és a termésátlag közötti kapcsolat jellege exponenciális, illetve telítődési függvényhez hasonló.

Látható továbbá, hogy a vízpótlás növelésével az evapotranszspiráció volumene is a hozamhoz hasonló jelleggel, de annál kisebb arányban növekedett, aminek eredményeként az evapotranszspirációs koefficiens /l/kg/, vagyis az egységnyi szemtermésre jutó vízfelhasználás / ET / parabola jelleggel csökkent.

Szembetűnő a víz- és a tápanyagellátás kölcsönhatása. A tápanyagellátás fokozása nagymértékben növelte az öntözés termésmenvelő hatását és fordítva. Mindkét tényező az optimumhoz közeli dózísánál, vagyis a legmagasabb termésátlagnál hasznosult legjobban.

Az öntözővíz mennyisége leginkább a nem öntözöthöz viszonyított termésmenveléssel hozható összefüggésbe. A két változó közötti kapcsolat általában optimum görbével jellemezhető, de az adott kísérletekben - mivel a vízpótlás legfeljebb az optimum határig történt - az összefüggés szigmoid vagy telítődési függvényvel jellemezhető. A kukoricára vonatkozóan az alábbi számszerű összefüggést találtuk:

$$Y = \frac{30100}{(1+795,9X^{-1,025})}, \quad /3/$$

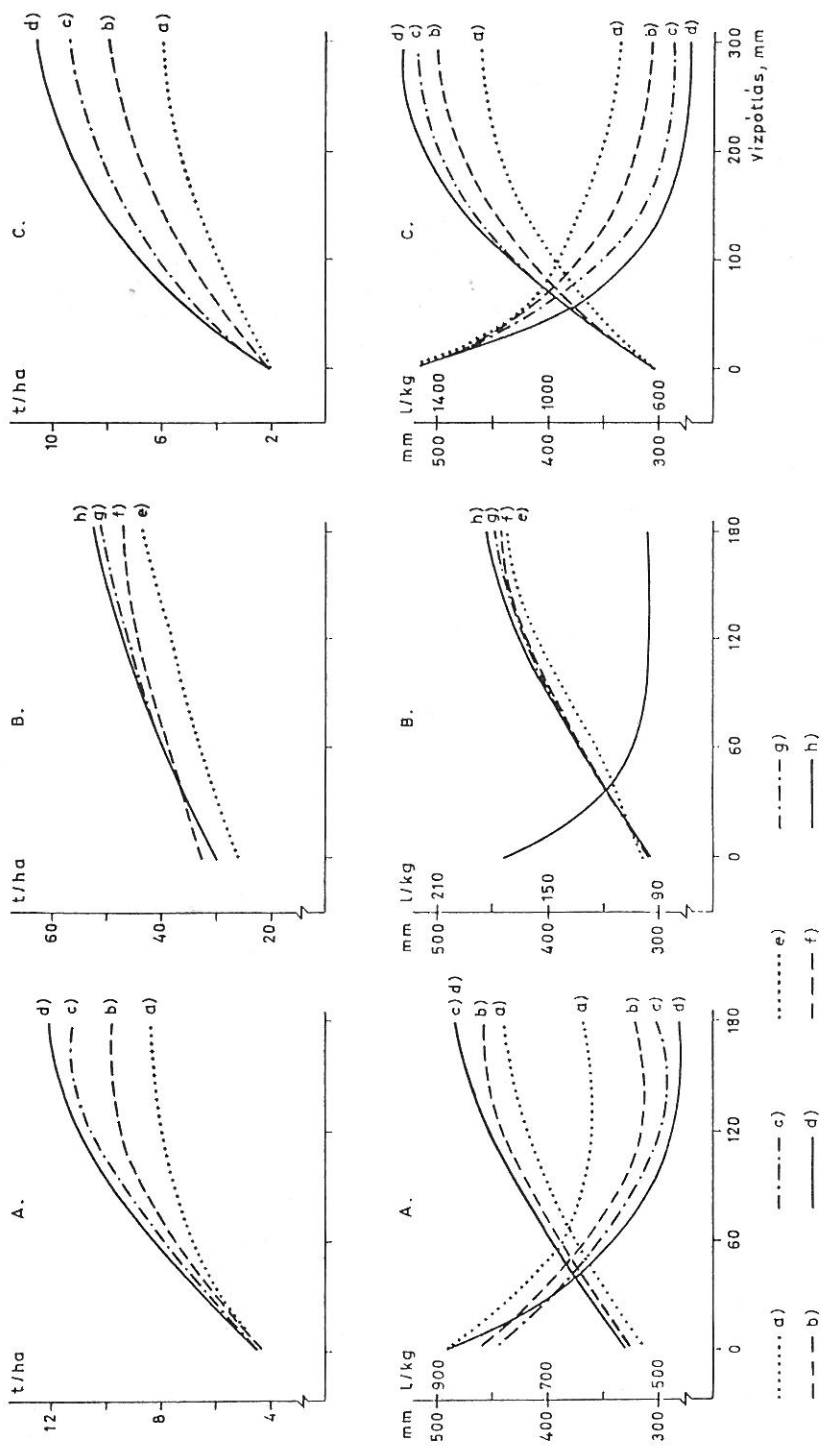
ahol: Y = az öntözés hatására bekövetkezett hozamnövekedés /kg/ha szem száraz anyag/ kedvező tápanyag-ellátottság esetén;
 X = az igény szerint kiadott öntözővíz-mennyiség, vagyis az öntözővízigény évenkénti összege, mm-ben;
 $R = 0,85$; $F = 118$; $n = 30$.

A kísérlet eredményei és az abból megállapított /3/ összefüggés arra hívja fel a figyelmet, hogy jelentős öntözési hatás csak 50 mm fölötti öntözővízigénytől kezdődően jelentkezik és gyorsabban emelkedik, mint az öntözővízigény. Egyszerűen arról van szó, hogy minél kedvezőtlenebb a természetes vízellátottság, azaz minél több vízpótlásra van szükség, annál inkább függ a termésátlag alakulása az öntözéstől. Ugyanezt a problémát más oldalról megközelítve a vízhiány nagysága és a hozam korlátozottsága között is hasonló jellegű összefüggés van, amit az alábbiakban foglalunk össze.

A vízhiány és a terméskiesés közötti kapcsolat

A vizsgálat éveiben a növények párologtatása / ETa / a tenyészidő bizonyos szakaszában - az optimális vízellátású kezelést kivéve - mindenhol korlátozva volt.

Az optimális és a tényleges ET különbséget / $ET_{opt} - ET_a$ /, vízhiánynak, az optimálishoz viszonyított terméscsökkenést pedig a vízhiány miatti termés-



1. ábra

A vízpótlás mennyiségének hatása a termésátlagra /t/ha/, a vízfogyasztás összegére /ET, mm/ és fajlagos értékére /l/kg/ 4 tápanyagellátási szinten. A. Kukorica /1976-1984/. NPK-szint /2:1:1/: a/ 100; b/ 200; c/ 300; d/ 400 kg NPK/ha. B. Burgonya /1981-1985/. NPK-szint /1:0,7:1/: e/ 190; f/ 380; g/ 570; h/ 760 kg NPK/ha. C. Cukorrépa /1979/. NPK-szint /1,5:1:1,5/: a/-d/; lásd A

kiesésnek tekintettük. Az ily módon számított vízhiány és a terméselmaradás között az alábbi egyenletekkel leírt számszerű összefüggést találtuk:

- kukoricánál:	$Y = 11X + 0,17X^2$	
- cukorrépánál:	$Y = 135X + 0,24X^2$	
- lucernánál:	$Y = 13X + 0,036X^2$	/4/
- búzánál:	$Y = 30X + 0,12X^2$	

ahol: X = a vízhiány mm-ben;

Y = a termés kiesés /aszálykár/, kg/ha-ban.

A vízhiány mennyiségét dinamikus vízháztartási modellel meg tudjuk határozni és ezáltal lehetőség van bármilyen konkrét termőhelyen előforduló /várható/ aszálykár, illetve az öntözéssel elérhető termésátlag-növekedés mértékének és gyakoriságának kiszámítására.