

**Évhatás elemzése a nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérletben  
1. A csapadék és a tápanyagellátás hatása a rozs (*Secale cereale* L.)  
termésére**

MÁRTON LÁSZLÓ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest

A jövő megítélésében, tervezésében az emberiséget leginkább foglalkoztató kérdések között is kiemelkedő jelentőségű a globális klímaváltozás. Az utóbbi fél évszázadban jelentősen megváltoztak hazánkban is a klímaviszonyok: növekedett az időjárási anomáliák száma és rendszeressége, súlyos károkat okozva a mezőgazdaságnak (LÁNG, 1993; RÁ CZ, 1999; BOCZ, 1993, 2001; GYÖRFFY, 1988; MÉSZÁROS, 1996).

A növénytermesztés sajátos jellemzője, hogy – összefüggésben a természettechnológiákkal – nagymértékben függ a klimatikus adottságoktól (RUZSÁNYI, 1996; GYURICZA & BIRKÁS, 2000). Szélsőséges ökológia mellett fokozódik a csapadék mennyiségének és eloszlásának a növénytáplálásban, ill. a termések limitálásában betöltött szerepe. Különösen szoros a kapcsolat az „évhatás” és a növények tápanyag-ellátottsága között (KÁDÁR, 1992; KÁDÁR & SZEMES, 1994; KÁDÁR et al., 1984; KOVÁTS et al., 1985; HORVÁTH & MÁRTON, 1985; CSATHÓ et al., 1991; MÁRTON, 2000, 2001). NÉMETH (1975) felhívja a figyelmet arra a régi megfigyelésre, hogy az évjárat nagyobb (t/haban kifejezett) különbségeket hoz létre egy–egy természetett növény átlagtermései között, mint egy adott éven belül az eltérő trágyázási szintek. Ez a megállapítás a tartamkísérletekre is érvényes (LÁNG, 1971; SARKADI et al., 1984). A kedvezőtlen vízellátás csökkenti a műtrágyázás hatékonyságát. Erős vízhiány esetén – legyen bár optimális mennyiségű tápanyag a talajban – a növény a tápanyagokat nem tudja hasznosítani. Magas N-szinteken a talajoldat bepárlódása, ill. az ennek következtében fellépő nagy sókoncentráció miatt termés-csökkenésre számíthatunk (DEBRECZENI & DEBRECZENINÉ, 1983; CSATHÓ, 1989). A N-hatások és a téli csapadékmennyiségek között VAN DER PAAUW (1959) pozitív kapcsolatot állapított meg. ANTAL (1973) a N-trágyázás hatékonyságát befolyásoló tenyészidő alatti kritikus időpontok csapadékoságának

és a homoktalajok kedvezőtlen vízgazdálkodásának jelentőségére hívja fel a figyelmet rozs és burgonya esetében. EGRSZEGI (1958) a homoktalajok javításának fontosságát hangsúlyozza.

A P-trágyázás a kalászos gabonafélék aszálytűrését fokozza, mérsékli a termésingadozást. A foszfor kedvező hatása a tenyészidő lerövidülésével, a korábbi éréssel magyarázható (CSERHÁTI & KOSUTÁNY, 1887; LÁNG G., 1971). Több ezer szabadföldi P- és K-trágyázási kísérletben vizsgálta GERICKE (1949, 1950) az éves csapadékmennyiség és a P-, ill. K-hatások összefüggéseit. Gabona, burgonya, cukorrépa és takarmányrépa kísérletekben P-nál a 600–800 mm, K-nál az 500–1000 mm tartományokban, a magasabb csapadékszinteken kapott nagyobb P- és K-hatásokat. Javuló vízellátással a P-hatások növekedése erőteljesebb volt a káliuménál. Előfordulhat, hogy szárazabb években nagyobb PK-adagok hatására kapunk nagyobb termést alacsonyabb termésszinteken. Ez a kapcsolat extrémén aszályos években felborulhat (CSATHÓ et al., 1991). KÁDÁR és munkatársai (1984) kiegyensúlyozatlan PK-, ill. NK-kezelések mellett tapasztalt rozs monokultúrában kifejezett évhatást 1 % körüli humusztartalmú, felvehető P-ral és K-mal gyengén ellátott homoktalajon. A NPK-ellátás eredményezte a legnagyobb hozamokat és mérsékelt az évhatást. Káliummal BARBER (1960) a legmagasabb %-os hatásokat a szárazabb, ill. az extrémén csapadékos nyarú években kapta kukorica kísérleteiben. GYÖRFFY (1988) tartamkísérletekre alapozott tapasztalatai alapján megállapította, hogy az aszály-mérséklés egyik alapvető tényezőjének a jó tápanyagellátás tekinthető.

A túl sok, vagy a túl kevés víz a talajban környezetvédelmi szempontból is káros lehet a tápelemek (elsősorban a N és K) kimosódása, ill. bekoncentrációja miatt (KÁDÁR, 1992; KÁDÁR & SZEMES, 1994; NÉMETH, 1996).

Jelen munkában a nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérlet keretében beállított rozs kísérletek (1963–1972) értékelése során az időjárási anomáliák – elsősorban a csapadék mennyisége, eloszlása –, a tápanyag-ellátottság és a rozstermés összefüggéseit vizsgáltam. A tartamkísérlet első 10 évének eredményeit és az alkalmazott agrotechnikát LÁNG (1973), a 30 éves összefoglaló eredményeket KÁDÁR és SZEMES (1994), valamint HEPP (1992) adta közre.

### Anyag és módszer

A tartamkísérletet savanyú, homokos kovárányos barna erdőtalajon, 1962-ben Láng István azzal a céllal állította be, hogy vizsgálja a különböző agrotechnikai beavatkozások (műtrágyázás, fajta, szántási mélység, elővetemény) hatását a nyírségi homoktalaj termékenységére, ill. az ott fő növénykultúráként termesztett burgonya és rozs termésére.

A kísérleti telep talajtérképét STEFANOVITS készítette el 1966-ban. A talaj főbb jellemzői: pH(H<sub>2</sub>O): 5,2–6,5, pH(KCl): 4,4–4,9; hidrolitos aciditás: 5,9–

110,8;  $hy_1$ : 0,2–0,4; humusz %: 0,4–0,9; összes N: 20,6–48,0; AL- $P_2O_5$ : 20–66; AL- $K_2O$ : 20–100 mg  $kg^{-1}$  (LÁNG, 1973).

A területen szervestrágyázást utoljára 1960 őszén alkalmaztak (31 t  $ha^{-1}$ ). A kísérlet  $2 \times 16 \times 4 = 128$  kezelést tartalmazott, 4 ismétlésben spit-split-plot elrendezésben, 512 parcellával. A parcellák mérete  $10 \times 5 = 50$  m<sup>2</sup> (nettó parcella = 30 m<sup>2</sup>). A N-, P-, K-, ill. Mg-kezeléseket és azok kombinációit az 1. táblázat mu-

1. táblázat

A kísérlet N-, P-, K-, ill. Mg-kezelései és kombinációi (Nyírlugos, 1962–1972)

(1) Kezelések ( $kg\ ha^{-1}\ év^{-1}$ )		
a) Kontroll		
$N_1 = 30$ $N_2 = 60$ $N_3 = 90$		$P = 48 (P_2O_5)$ $K = 80 (K_2O)$ $Mg = 15 (MgO)$
b) N-, P-, K-, Mg-kombinációk		
a) Kontroll		
$N_1$	$N_2$	$N_3$
$N_1P$	$N_2P$	$N_3P$
$N_1K$	$N_2K$	$N_3K$
$N_1PK$	$N_2PK$	$N_3PK$
$N_1PKMg$	$N_2PKMg$	$N_3PKMg$

tatja be. A műtrágyákat 25 %-os pétisó, 18 %-os szuperfoszfát, 40 %-os kálisó, valamint technikai minőségű magnézium-szulfát (keserűsítő) alakjában juttatták ki. A PK-trágyákat évente, ősszel szántás előtt, a N- és Mg-sókat pedig tavasszal (hóolvadás után), március 15–30. között adagolták.

Az őszi rozst minden második év szeptemberében vagy október elején vetették (1964, 1966, 1968, 1970, 1972) burgonya elővetemény után. Az aratást az első évben kézzel, majd a későbbiekben parcellakombájnnal végezték.

A csapadékadatok vizsgálatához a Nyírlugosi Állami Gazdaságban regisztrált havi értékek szolgáltak alapul. Az értékelésekben HARNOS (1993) „csapadékhány határérték”-eit vettem alapul a következő módon:

– aszályos év = az októbertől szeptemberig lehullott csapadék mennyisége legalább 20 %-kal marad el a sokéves átlagtól;

– aszályos nyári (április–szeptember) és téli félév (október–március) = a csapadék mennyisége az adott időszakban legalább 30 %-kal kevesebb, mint a sokévi átlag;

– aszályos hónap = a csapadék mennyisége az adott hónapban legalább 50 %-kal kevesebb, mint a sokévi átlag.

A túlzott csapadékbőség meghatározásánál ugyanazokat az értékeket tekintetem érvényesnek, mint az aszálynál, de ellenkező előjellel.

Száraz periódusok fogalma alatt GYURICZA és BIRKÁS (2000) határértékeit fogadtam el, miszerint az adott időszakot vizsgálva az 10–20 %-kal kevesebb csapadékot jelent a sokévi átlaghoz viszonyítva. Bevezettem a rozsrá specifikus csapadékhány határértékeket az alábbiak szerint:

- aszályos hónap a rozs vetése előtt (augusztus) = a csapadék mennyisége az adott hónapban legalább 50 %-kal kevesebb, mint a sokévi átlag;
- aszályos rozs vegetáció (szeptember–július) = a csapadék mennyisége az adott időszakban legalább 30 %-kal kevesebb, mint a sokévi átlag;
- aszályos időszak a rozs betakarítása idején (július) = a csapadék mennyisége a betakarítás hónapjában legalább 50 %-kal kevesebb, mint a sokévi átlag;
- egymás utáni aszályos hónapok száma a rozs vegetációjában (szeptember–július);
- egymás utáni aszályos hónapok száma a rozs kísérleti éveken (szeptember–augusztus);
- ariditási jellemző (AJ) = átlagos (ÁT), aszályos (A), csapadékbő (B).

A műtrágyázás és a termés kapcsolatát varianciaanalízissel, a csapadékmennyiségek és a termés összefüggéseit regresszió analízissel (SVÁB, 1979, 1981) értékeltem.

## **Eredmények és következtetések**

### *A kísérleti évek időjárási viszonyainak értékelése*

A rozs termesztésére hazánk hőmérsékleti adottságai kedvezőek, ezért a csapadék mennyisége és eloszlása tekinthető főként terméslimitáló tényezőnek (LÁNG G., 1971). A kísérleti évek havi csapadékadatok alapján a vizsgált időszakban lehetőségem nyílt átlagos, aszályos és csapadékbő évjáratok megfigyelésére. Az évhatás részletes vizsgálatakor a rozs különböző fenofázisaiban előforduló kedvezőtlen, termést befolyásoló időjárási anomáliák elkülönítése volt a célom. A 2. táblázat a kísérleti évek havi csapadékmennyiségeit mm-ben, a havi csapadékmennyiségek sokévi átlagtól való eltéréseit %-ban és azok ariditási jellegét szemlélteti, különös tekintettel a rozs fenológiai fázisaira. Az eredmények azt mutatják, hogy mindössze egy kísérleti év (1965–1966) felelt meg a sokévi átlagnak. További egy évet (1969–1970) csapadékbőség, három (1963–1964, 1967–1968, 1971–1972) aszály jellemzett. A téli félévekben az átlagostól két félév különbözött (3. táblázat): 1965–1966-ban a csapadékbőség, 1971–1972-ben az aszály volt jellemző. A nyári félévekben aszály uralkodott döntően. Az öt félévből egy átlagos (1965–1966), egy csapadékbő (1969–1970) és három aszályos (1963–1964, 1967–1968, 1971–1972) volt. Megállapítottam, hogy a nyári félévek ariditása, ill. csapadékbősége határozta meg főként a kí-

2. táblázat  
A sokéves átlag (mm), a kísérleti évek csapadékmennyiségei (mm), a kísérleti évek csapadékmennyiségeinek a sokéves átlagtól való eltérései (%) és ariditási jellemzői (AJ) a rozs (*Secale cereale* L.) különböző fenológiai fázisaiban (Nyírlugos, 1963–1972)

(1) Fenológiai fenofázis	(2) Hónap	(3) Sokévi átlag (D <sub>1</sub> )	(4) Kísérleti évek												D1-D2						
			1963–1964		1965–1966		1967–1968		1969–1970		1971–1972		(5) Átlag (D <sub>2</sub> )								
			mm	AJ	mm	%	mm	AJ	mm	%	mm	AJ	mm	%							
a) csírázás	szept.	43	40	-7	ÁT	34	-21	ÁT	34	-21	ÁT	41	-5	ÁT	14	-67	A	33	-23	ÁT	-10
b) kelés	okt.	36	57	58	B	1	-97	A	21	-42	ÁT	15	-42	ÁT	28	-22	ÁT	24	-33	ÁT	-12
c) bok- ro- sodás	nov.	44	13	-71	A	112	155	B	18	-59	A	42	-5	ÁT	25	-43	ÁT	42	-5	ÁT	-2
	dec.	41	45	10	ÁT	91	122	B	51	24	ÁT	41	0	ÁT	24	-42	ÁT	50	22	ÁT	9
d) szárbá- indulás	jan.	30	5	-83	A	28	-7	ÁT	26	-13	ÁT	45	50	B	22	-27	ÁT	25	-17	ÁT	-5
	febr.	28	27	-4	ÁT	29	4	ÁT	42	50	B	31	11	ÁT	22	-21	ÁT	30	7	ÁT	2
e) virágzás	márc.	26	45	73	B	19	-27	ÁT	14	-46	ÁT	47	81	B	18	-31	ÁT	29	12	ÁT	3
	ápr.	38	39	2	ÁT	15	-61	A	27	-29	ÁT	76	100	B	26	-32	ÁT	37	-3	ÁT	-1
f) érés	máj.	52	15	-71	A	62	19	ÁT	40	-23	ÁT	88	69	B	93	79	B	60	15	ÁT	8
	jún.	77	37	-52	A	91	18	ÁT	24	-69	A	156	103	B	35	-55	A	69	-10	ÁT	-8
g) teljes érés	júl.	94	5	-95	A	87	-8	ÁT	43	-54	A	86	-9	ÁT	49	-48	ÁT	54	-43	ÁT	-40
	aug.	58	25	-57	A	97	67	B	29	-50	A	53	-9	ÁT	22	-62	A	45	-22	ÁT	-13
h) Tenyésztő összesen		509	328	-36	A	569	12	ÁT	340	-33	A	668	31	B	356	-30	A	452	-11	ÁT	-57
i) Eltérés, mm (+ -)		-	-181	-	-	60	-	-	-169	-	-	159	-	-	-153	-	-	-57	-	-	-
j) Évi összes		567	353	-38	A	666	18	ÁT	369	-35	A	721	27	B	378	-33	A	497	-12	ÁT	-70
i) Eltérés, mm (+ -)		-	-214	-	-	99	-	-	-198	-	-	154	-	-	-189	-	-	-70	-	-	-
k) Kísérleti év jellege			Aszályos	Átlagos	Aszályos	Csapadékbő	Aszályos	Aszályos	Aszályos	Aszályos	Aszályos	Csapadékbő	Aszályos	Aszályos	Aszályos	Aszályos	Aszályos	Aszályos	Átlagos	Átlagos	-

Ariditási jellemző (AJ): ÁT = átlagos; A = aszályos; B = csapadékbő

## 3. táblázat

A kísérleti évek időjárási rendellenességeinek gyakorisága, ariditási jellemzői (AJ)  
(Nyírlugos, 1963–1972)

(1) Ano- máliák	(2) Kísérleti évek					(3) Összes	AJ
	1963– 1964	1965– 1966	1967– 1968	1969– 1970	1971– 1972		
I.	ÁT	B	ÁT	ÁT	A	3ÁT A B	ÁT
II.	A	ÁT	A	B	A	ÁT 3A B	A
III.	4ÁT 6A 2B	7ÁT 2A 3B	7ÁT 4A B	7ÁT 5B	8ÁT 3A B	33ÁT 15A 12B	ÁT
IV.	A	B	A	ÁT	A	ÁT 3A B	A
V.	A	ÁT	A	ÁT	ÁT	3ÁT 2A	ÁT
VI.	A	ÁT	A	B	A	ÁT 3A B	A
VII.	8ÁT 3A	9ÁT 2B	9ÁT 2A	7ÁT 4B	11ÁT	44ÁT 5A 6B	ÁT
VIII.	8ÁT 4A	12ÁT	9ÁT 3A	12ÁT	12ÁT	53ÁT 7A	ÁT
IX.	A	ÁT	A	B	A	ÁT 3A B	A

*Megjegyzés:* Anomáliák: I. Téli félév (okt.–márc.); II. Nyári félév (ápr.–szept.); III. Hónapok (szept.–aug.); IV. Vetés előtti hónap (aug.); V. Betakarításkor (júl.); VI. Vegetációban (szept.–júl.); VII. Egymás utáni hónapok száma a vegetációban (szept.–júl.); VIII. Egymás utáni hónapok száma a kísérleti évben (szept.–aug.); IX. Kísérleti évek jellege (szept.–aug.)  
Ariditási jellemző (AJ): ÁT = átlagos, A = aszályos, B = csapadékbő. 1963-ban a vetést megelőző aug. hónap csapadéka 25 mm, ez 57 %-kal volt kevesebb (A), mint a sokévi átlag ugyanezen hónapjában (58 mm).

sérletek évhataásait. Az egyes hónapok időjárása is nagy változékonyságot mutatott. A termesztési éveket az aszályos hónapok jellemezték elsődlegesen. A legaszályosabb évben (1963–1964) a 4 átlagos mellett 6 hónap volt aszályos és 2 csapadékbő. Ennek ellenkezője figyelhető meg az 1969–1970-es csapadékbő évben: a 7 átlagos és az 5 csapadékbő mellett nem fordult elő aszályos hónap. A rozs vetését megelőző, augusztus hónapokban is többnyire aszályhatást tapasztaltunk. Az öt esetből egyben átlagosnak, háromban aszályosnak és egyben csapadékbőnek felelt meg az időjárás. A vegetációs időszakok (szept.–júl.) csapadékviszonyai a nyári félévekét tükrözték (1 átlagos, 3 aszályos, 1 csapadékbő). Betakarításokkor a sokévi átlagnak megfelelő eső hullott.

Az aszályt, a csapadékbőséget, ill. az időjárás szélsőségeit az egymást követő száraz és csapadékbő hónapok gyakorisága is meghatározza. A kísérleti évek között az 1963–1964-es év különösen aszályosnak mondható (vegetációban 3, éves viszonylatban 4 egymást követő hónap is aszályos volt), míg az 1969–1970-es kísérleti év különösen csapadékos (vegetációban 4 csapadékos hónap követte egymást).

A kísérleti évek évjáratát sorrendben a nyári félévek, a vegetációs időszakok és a vetést megelőző hónapok csapadécai határozták meg elsődlegesen.

*Az évjárat és a tápanyagellátás hatása a rozs termésére trágyázás nélkül*

A rozs érzékenyen reagál a természetés feltételeire. Annak ellenére, hogy gyökérzete jó tápanyagfeltáró képességgel rendelkezik a kiegyensúlyozott, harmonikus tápelemellátást hálálja meg. Ha a számára kedvező NPK-trágyázás hasonló klimatikus adottságokkal párosul termése vetekedhet az őszi árpáéval, esetenként az őszi búzáéval is.

A 4. táblázat a rozstermés és az időjárási rendellenességek összefüggéseit mutatja átlagos, aszályos és csapadékbő évjáratokban trágyázás nélkül, gyenge, közepes és jó tápanyag-ellátottságnál.

A trágyázás nélküli kezelések adataiból az alábbi fontosabb következtetések vonhatók le. A 0,5–1,0 % körüli humusztartalmú, felvehető foszforral és káliummal gyengén ellátott savanyú homokon a trágyázatlan kontrollparcellák termése alacsony (1,5 t ha<sup>-1</sup> körüli). Az előforduló időjárási anomáliák ellenére a terméseket viszonylag nagy stabilitás jellemezte. A minimális 1,43 t ha<sup>-1</sup> termést (1968, 1972) a maximális 1964. évi 1.67 t ha<sup>-1</sup> alig haladta meg. Az öt év eredményei arra utalnak, hogy a sokévi átlagnak megfelelő 1966. évhez képest trágyázás nélkül az aszályos (1964, 1968, 1972), ill. a csapadékbő (1970) években sem csökkent jelentősen a termésszint. Ebben valószínűleg a rozs intenzív tápanyagfeltáró és felvevő képessége mellett nagy szerepet játszott a burgonya (itt biometriailag nem számszerűsíthető) kedvező elővetemény hatása.

*Az évjárat és a tápanyagellátás hatása a rozs termésére gyenge tápanyagellátásnál*

Ezt az ellátottsági szintet (N<sub>1</sub>) a 30 kg ha<sup>-1</sup> N-trágyázás és a N P, K, ill. Mg kombinációi jelentették. A kedvezőbb tápláltság hatására a hozamok javultak és 2,01–3,04 ha<sup>-1</sup> között változtak (4. táblázat). A kezeléshatások között nagy eltérések nem tapasztalhatók. A kísérletek NPKMg kombinációi sem eredményeztek bizonyítható terméstöbbletet a többihez hasonlítva. A műtrágyázás instabilitási faktora kedvezőtlenül alakult a kísérleti évek eredményeinek nagy (0,5–1,0 t ha<sup>-1</sup>) szórása miatt. Az időjárási anomáliák hatása kifejezett volt. A trágyázási kezelések átlagában különösen az átlagos évjárat hozama múlta felül több mint 1,0 t ha<sup>-1</sup>-ral a kontrollparcellák termését. A csapadékbő és az aszályos években ez az érték 0,88 és 0,84 t ha<sup>-1</sup> volt. Az átlagos évjáratához viszonyítva így az időjárási anomáliák mintegy 10 és 14 %-os, közel azonos terméscsökkenő hatása vált megfigyelhetővé.

*Az évjárat és a tápanyagellátás hatása a rozs termésére közepes tápanyagellátásnál*

A 60 kg ha<sup>-1</sup> N-trágyázás (N<sub>2</sub>) és kombinációi a terméseket a kontroll közel kétszeresére növelték (4. táblázat). A minimális hozam, hasonlóan a gyenge

4. táblázat  
A rozs (*Secale cereale* L.) termése ( $t\ ha^{-1}$ ) és az időjárási rendellenességek összefüggései trágyázás nélkül, gyenge, közepes, ill. jó tápanyag-ellátottság esetén átlagos, aszályos és csapadékbő évekből (Nyírlugos, 1963–1972)

(1) Trágyázás nélkül	(4) Gyenge táp- anyag-ellátottság		(5) Közepes táp- anyag-ellátottság		(6) Jó tápanyag- ellátottság		(7) Rendellenességek az időjárásban								
	(2) Keze- lés	(3) Ter- més	(2) Keze- lés	(3) Ter- més	(2) Keze- lés	(3) Ter- més	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
0	1,63	2,73	N <sub>2</sub>	2,95	N <sub>3</sub>	3,21									
a) SzD <sub>5%</sub>	0,36	3,04	N <sub>2</sub> P	3,33	N <sub>2</sub> P	3,83									
		2,46	N <sub>3</sub> K	3,18	N <sub>3</sub> K	3,60									
		2,93	N <sub>2</sub> PK	3,62	N <sub>2</sub> PK	3,83									
		2,71	N <sub>2</sub> PKMg	3,09	N <sub>2</sub> PKMg	3,73									
		2,77	b) Átlag	3,23	b) Átlag	3,64									
		0,36	a) SzD <sub>5%</sub>	0,36	a) SzD <sub>5%</sub>	0,36									
<i>A. Átlagos éviárát (1965–1966)</i>															
							B	ÁT	2A3B	B	ÁT	ÁT	2B	ÁT	ÁT
<i>B. Aszályos éviáratok</i>															
1963–1964															
0	1,67	2,14	N <sub>2</sub>	2,49	N <sub>3</sub>	2,23									
a) SzD <sub>5%</sub>	0,36	2,20	N <sub>2</sub> P	2,55	N <sub>2</sub> P	2,29									
		2,30	N <sub>2</sub> K	2,40	N <sub>2</sub> K	2,30									
		2,45	N <sub>2</sub> PK	2,30	N <sub>2</sub> PK	2,22									
		2,01	N <sub>2</sub> PKMg	2,55	N <sub>2</sub> PKMg	2,35									
		2,22	b) Átlag	2,46	b) Átlag	2,28									
		0,36	a) SzD <sub>5%</sub>	0,36	a) SzD <sub>5%</sub>	0,36									
1967–1968															
0	1,43	2,05	N <sub>2</sub>	2,69	N <sub>3</sub>	3,00									
a) SzD <sub>5%</sub>	0,26	2,24	N <sub>2</sub> P	2,94	N <sub>2</sub> P	3,58									
		2,14	N <sub>2</sub> K	2,81	N <sub>2</sub> K	3,05									
		2,36	N <sub>2</sub> PK	3,07	N <sub>2</sub> PK	3,50									
							ÁT	A	4A1B	A	A	A	2A	3A	A



4. táblázat folytatása

(1) Trágyázás nélkül		(4) Gyenge táp- anyag-ellátottság		(5) Közepes táp- anyag-ellátottság		(6) Jó tápanyag- ellátottság		(7) Rendellenességek az időjárásban										
								I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.		
(2) Keze- lés	(3) Ter- més	(2) Keze- lés	(3) Ter- més	(2) Keze- lés	(3) Ter- més	(2) Keze- lés	(3) Ter- més											
		N <sub>1</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	2,28 2,21 0,26	N <sub>2</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	2,90 2,88 0,26	N <sub>3</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	3,64 3,35 0,26											
0	1,43	N <sub>1</sub>	2,38	N <sub>2</sub>	2,99	N <sub>3</sub>	3,29											
a) SzD <sub>5%</sub>	0,31	N <sub>1</sub> P N <sub>1</sub> K	2,86 2,41	N <sub>2</sub> P N <sub>2</sub> K	3,42 3,07	N <sub>3</sub> P N <sub>3</sub> K	3,83 3,40											
		N <sub>1</sub> PK N <sub>1</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	2,78 2,70 2,63 0,31	N <sub>2</sub> PK N <sub>2</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	3,33 3,52 3,27 0,31	N <sub>3</sub> PK N <sub>3</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	4,00 4,05 3,71 0,31	A	A	3A1B	A	ÁT	A	ÁT	A			A
0	1,51		0,31		2,87		3,11											
a) SzD <sub>5%</sub>	0,31		2,35		0,31		0,31											
0	1,47	N <sub>1</sub>	2,11	N <sub>2</sub>	2,25	N <sub>3</sub>	2,32											
a) SzD <sub>5%</sub>	0,30	N <sub>1</sub> P N <sub>1</sub> K	2,52 2,12	N <sub>2</sub> P N <sub>2</sub> K	2,76 2,54	N <sub>3</sub> P N <sub>3</sub> K	2,43 2,51											
		N <sub>1</sub> PK N <sub>1</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	2,34 2,64 2,35 0,30	N <sub>2</sub> PK N <sub>2</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	2,69 2,79 2,61 0,30	N <sub>3</sub> PK N <sub>3</sub> PKMg b) Átlag a) SzD <sub>5%</sub>	2,58 2,71 2,51 0,30	ÁT	B	5B	ÁT	ÁT	B	4B	ÁT	ÁT	B	

Megjegyzés: Kezelések: lásd 1. táblázat. Aritiditási jellemző (AJ): ÁT = átlagos, A = aszályos, B = csapadékó. Anomáliák: I-IX: lásd 3. táblázat

tápanyagellátáshoz,  $2,0 \text{ t ha}^{-1}$  körül alakult. A maximális termés azonban meghaladta a  $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ -t. A talaj gyenge P-, K- és Mg-ellátottsága miatt jelentkezett a NP-, NPK- és NPKMg-kezelés szignifikáns termésmenővelő hatása az önálló N-kezelésekkel szemben. A NK-hatás nem volt kifejezett a rozs kisebb K-igénye miatt. A NP, NK, NPK és NPKMg kombinációk között bizonyítható különbségek nem adódtak. A termések instabilitása (kezelések évenkénti szórása:  $0,7\text{--}1,3 \text{ t ha}^{-1}$ ) fokozódott. Az évjáráthatások határozottabban jelentkeztek. A kiegyensúlyozott csapadékellátás hatására átlagos évjáratban a trágyázási kezelések termésmenővelő hatása meghaladta az  $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ -t. Ez a különbség aszályos években  $1,36$ ; csapadékbő évben  $1,14 \text{ t ha}^{-1}$  értékre csökkent. Az aszály károsító hatása némiképpen,  $14\%$ -ról  $8\%$ -ra mérséklődött a gyenge tápanyagellátottságúval szemben. A csapadékbőség tovább növelte a trágyázási kezelések közötti különbségeket és  $20\%$ -kal csökkentette a hozamokat az átlagos évjáratéhoz viszonyítva. Károsítása az aszályének háromszorosára növekedett. Ez a hatás nagyrészt a gyökérzet kedvezőtlen oxigénellátottsága miatt jelentkezhetett, amely a talaj felső  $1 \text{ m}$ -es zónájában kialakult kovárványcsíkos zárórétegek (STEFANOVITS, 1966) kialakulásának tulajdonítható.

#### *Az évjárat és a tápanyagellátás hatása a rozs termésére jó tápanyagellátásnál*

A legnagyobb hozamokat a  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  N-trágyázás ( $N_3$ ) és kombinációi biztosították (4. táblázat). A maximális termések elérték a  $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ -t, amely több mint másfélszerese a 2001. évi országos átlagnak ( $2,4 \text{ t ha}^{-1}$ : FAO adatbázis), bizonyítva a rozs genetikai potenciáljában és természetében rejlő kiaknázatlan lehetőségeket. Az önálló N-kezelések és kombinációik hatását a kedvezőtlen években (aszály, csapadékbő) stagnálás, sőt bizonyos esetekben terméseszkkenés jellemezte. A minimális termések szintje ezek ellenére sem csökkent az országos (2001) alá. Az instabilitási faktor trendje tovább nőtt (kezelések évenkénti szórása:  $1,0\text{--}1,8 \text{ t ha}^{-1}$ ). A sokévi átlagnak megfelelő időjárás kedvezően alakította a termést: a trágyázási kezelések átlagát tekintve  $3,5 \text{ t ha}^{-1}$  fölé emelkedett,  $123\%$ -kal meghaladva a kontrollparcellákét. Az időjárási anomáliák terméseszkkentő hatása tovább erősödött. Aszályos évben  $17\%$ , a csapadékbő évben  $52\%$ -kal csökkent a hozam az átlagos évihez viszonyítva. A túlzott csapadék károsító hatása megduplázódott a közepes ellátottsághoz képest. A N-, NP-, NK- és NPK-kezelésekkel szemben a NPKMg-táplálás lehetővé tette mindkét anomália hatásának jelentős mértékű csökkentését (5. táblázat). A NPK-kezelés  $-21\%$ -os és  $-39\%$ -os aszályos, ill. csapadékbő évjáratú értékei a NPKMg-trágyázásnál  $-4\%$  és  $-11\%$ -ra mérséklődött, bizonyítva a magnézium egyaránt kedvező aszály- és csapadékbőség-rezisztencia fokozó (növekvő klorofilltermelés, aktivitás) hatását.

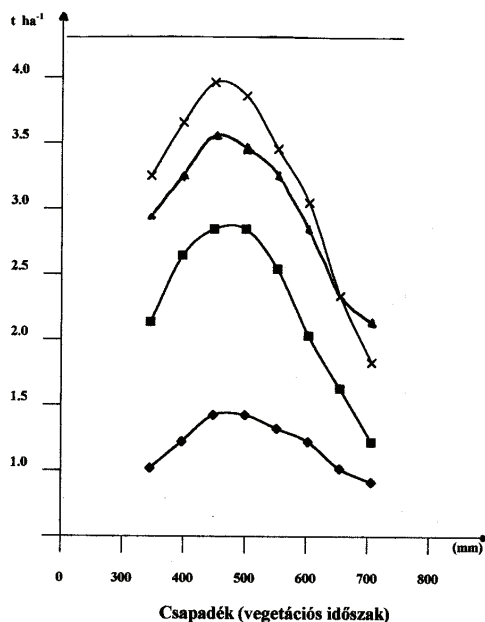
## 5. táblázat

N, P, K és Mg tápelemek termésmenvelő hatásai %-ban rozs (*Secale cereale* L.)  
jelzőnövényenél átlagos, aszályos és csapadékbő évjáratokban (Nyírlugos, 1963–1972)

(1) Kezelés	(2)	(3)	(4)	(5)
	Átlagos (ÁT)	Aszályos (A)	Csapadékbő (B)	Átlag (ÁT+A+B)/3
a) Kontroll	100	100	100	100
	<i>A. N-hatás</i>			
N <sub>1</sub>	70	56	60	62
N <sub>2</sub>	98	90	78	89
N <sub>3</sub>	123	106	71	100
b) SzD <sub>5%</sub>	22	21	20	21
c) Átlag	97	84	69	83
	<i>B. NPKMg hatás</i>			
N	97	84	69	83
NP	109	91	75	92
NK	89	75	63	76
NPK	112	91	73	92
NPKMg	95	91	84	90
b) SzD <sub>5%</sub>	22	21	20	21
c) Átlag	91	79	65	78

Az aszály mellett a túlzott csapadékbőség akkor hat a rozs esetében termés-csökkenő tényezőként ha a víz befogadását gátló tömörödött réteg található a talajban. Kísérleti talajunk homokos, kovárányos barna erdőtalaj. A mésztelen homokok eme altípusánál fejlődésük során a futóhomokrétegek közé az altalajban néhány cm vastag vasas-agyagos rétegek rakódnak le. Ezek a kovárányos csikok kedvezően befolyásolják a szelvények víz- és tápanyaggazdálkodását (KÁDÁR et al., 1994). Összefüggő nagy kiterjedésű záróréteget alkotva azonban kedvezőtlen hatásuk is jelentkezhet, mert gátolhatják a víz mélyebb talajrétegekbe való szivárgását. Az eredmények ezt a jelenséget látszanak igazolni, mivel a csapadékbő évben jelentős termés-csökkenés volt tapasztalható.

A vegetációs csapadékmennyiségek, ill. a N, NP, NK, NPK és NPKMg tápláltságok és a rozs termése közötti összefüggéseket regresszió analízissel ellenőriztük (1. és 2. ábra). A csapadékmennyiség és a termés mennyisége között a nitrogén adagjaitól, ill. a NP, NK, NPK és NPKMg kombinációktól függő szoros másodfokú összefüggések állapíthatók meg. A legkedvezőbb, 4 t ha<sup>-1</sup> körüli terméseket a 400–500 mm közötti tartományban kaptuk. Az 500 mm feletti túlzott csapadékok erőteljesen csökkentették a termést. A regresszió analízisekben elsősorban a nitrogén, a nitrogén kezeléskombinációi és a vegetációs periódusban csapadékmennyiségek határozták meg döntően a rozs termését. Meg kell jegyezni továbbá, hogy ezen a talajon az átlagosnál több csapadék



--x-- 0	$Y^2 = -8,4661 \cdot 10^3 + 1,1055 \cdot 10^4 x - 3,5731 \cdot 10^3 x^2$	n = 20	R = 0,99
--o-- N <sub>1</sub>	$Y^2 = 5,8830 \cdot 10^3 - 4,7440 \cdot 10^2 x + 1,0230 \cdot 10^3 x^2$	n = 20	R = 0,42
--σ-- N <sub>2</sub>	$Y^2 = -3,2000 + 0,0269x - 0,0002x^2$	n = 20	R = 0,94
--x-- N <sub>3</sub>	$Y^2 = -6,0034 + 0,0399x - 0,0004x^2$	n = 20	R = 0,81

1. ábra

A vegetáció alatti csapadékösszegek és a rozs (*Secale cereale* L.) termésének összefüggései különböző N-ellátottságok mellett

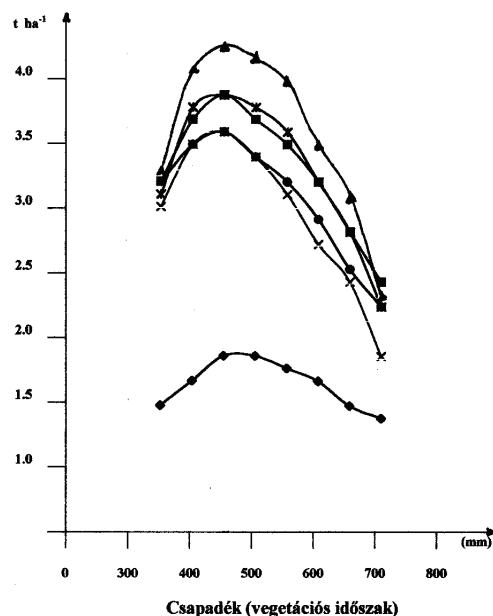
terméscsökkentő hatása mellett környezetvédelmi problémákkal is párosulhat: a nitrogén és a kálium talajból való kimosódása révén.

## Összefoglalás

Savanyú homokos, kovárányos barna erdőtalajon, a nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérlet öt évében (1964, 1966, 1968, 1970, 1972) vizsgáltam a csapadékmennyiség és a N-, P-, K-, Mg-műtrágyázás hatását a rozs termésére. A főbb eredményeket az alábbiakban ismertetem:

– Az „általános” (HARNOS, 1993) és a rozsra specifikus csapadékhány-határértékek alapján átlagos (1965–1966), aszályos (1963–1964, 1967–1968, 1971–1972) és csapadékbő (1969–1970) évjáratokat különítettünk el.

– A kísérletek évhatását elsősorban a nyári félévek, a vegetációs időszakok és a vetést megelőző hónapok csapadékviszonyai határozták meg döntően.



--∞--	0	$Y^{\wedge} = -8,4661 \cdot 10^3 + 1,1055 \cdot 10^4 x - 3,5731 \cdot 10^3 x^2$	n = 20	R = 0,99
--v--	N	$Y^{\wedge} = -4,9371 + 0,0346x - 0,0003x^2$	n = 20	R = 0,84
--σ--	NP	$Y^{\wedge} = -6,0990 + 0,0402x - 0,0004x^2$	n = 20	R = 0,84
--x--	NK	$Y^{\wedge} = -4,2457 + 0,0310x - 0,0003x^2$	n = 20	R = 0,91
--ç--	NPK	$Y^{\wedge} = -6,8253 + 0,0436x - 0,0004x^2$	n = 20	R = 0,85
--λ--	NPKMg	$Y^{\wedge} = -3,5539 + 0,0288x - 0,0002x^2$	n = 20	R = 0,65

2. ábra

A vegetáció alatti csapadékösszegek és a rozs (*Secale cereale* L.) termésének összefüggései különböző tápanyag-ellátottság esetén

– A kísérletek évhatását elsősorban a nyári félévek, a vegetációs időszakok és a vetést megelőző hónapok csapadékviszonyai határozták meg döntően.

– Trágyázás nélkül az időjárási anomáliák (aszály, csapadékbőség) ellenére sem adódtak szignifikáns terméskülönbségek (átlagos év: 1,66 t ha<sup>-1</sup>, aszályos év: 1,51 t ha<sup>-1</sup>, csapadékbő év: 1,47 t ha<sup>-1</sup>).

– Gyenge (N: 30 kg ha<sup>-1</sup> +NP, NK, NPK, NPKMg kombinációk) tápanyag-ellátásnál a termések 2,01–3,04 ha<sup>-1</sup> között változtak. A nagy (0,5–1,0 t ha<sup>-1</sup>) szórások miatt a műtrágyázási hatások instabilnak voltak. Az átlagos évjárat hozama több mint 1,0 t ha<sup>-1</sup>-ral múlta felül a kontrollparcellákét. A csapadékbő és aszályos években 10 és 14 %-kal csökkent a termés.

– Közepes (N: 60 kg ha<sup>-1</sup> +NP, NK, NPK, NPKMg kombinációk) trágyázás-kor az átlagos évhatás esetén a maximális termés meghaladta a 3,5 t ha<sup>-1</sup>-t. Kimutatható volt a NP-, NPK- és a NPKMg-kezelések szignifikáns terménnövelő hatása az önálló N-trágyázással szemben. A termések instabilitása kifejezetten

növekvő tendenciát ( $0,7\text{--}1,3\text{ t ha}^{-1}$ ) mutatott. A csapadékbő évjáratban az aszálykárt háromszoros mértékben meghaladóan, 20 %-kal csökkent a hozam.

– Jó (N:  $90\text{ kg ha}^{-1}$  +NP, NK, NPK, NPKMg kombinációk) tápelem-ellátottságnál átlagos évben a termések meghaladták a  $3,5\text{ t ha}^{-1}$ -t. A N-kezelések és P-, K-, Mg-kombinációik hatását a kedvezőtlen években (aszály, csapadékbő) stagnálás és terméseszkkenés jellemezte. A termések instabilitása tovább fokozódott ( $1,0\text{--}1,8\text{ t ha}^{-1}$ ). Aszályos évben 17, a csapadékbőben 52 %-kal csökkent a termés. A N-, NP-, NK- és NPK-kezelésekkel szemben a NPKMg-táplálás mindkét időjárási anomália károsító hatásának jelentős mértékű eszkkenését eredményezte. A NPK-kezelések -21 %-os és -39 %-os aszályos és csapadékbő évjáratú kárértelkei a kiegészítő Mg-trágyázás hatására -4 és -11 %-ra mérséklődött.

– A vegetációs periódusban csapadékmennyiség és a termés között a nitrogén adagjaitól, ill. a NP-, NK-, NPK- és NPKMg-kombinációktól függő szoros másodfokú összefüggéseket kaptunk. A legkedvezőbb,  $4,0\text{ t ha}^{-1}$  körüli termések a 400–500 mm csapadékmennyiségek között jelentkeztek. Az 500 mm feletti erőtéljesen terméseszkkenő hatásúak voltak.

**Kulcsszavak:** évhatás, műtrágyázás, rozs, termés

### Irodalom

- ANTAL J., 1973. Növénytermesztési módszerek gyengén humuszos karbonátos homoktalajon. Doktori értekezés. Szeged
- BARBER, A. S., 1960. The influence of moisture and temperature on phosphorus and potassium availability. *Trans. 7<sup>th</sup> Intern. Congr. Soil. Sci.* **2**. 435–442.
- BOCZ E., 1993. Globális felmelegedés. In.: *Vízellátottsági és öntözési jelzés* (Szerk.: UNGVÁRI I.) 2–3. DATE. Debrecen.
- BOCZ E., 2001. Magyarország vízellátottságának romlása. In.: *Vízellátottsági és öntözési jelzés* (Szerk.: LUNCZER S.) 1–2. DATE. Debrecen.
- CSATHÓ P., 1989. Az NPK műtrágyázás hatása a kukorica fiatalkori fejlődésére, szélvihar okozta megdőlésére és termésére. *Növénytermelés.* **38**. 335–346.
- CSATHÓ P., LÁSZTITY B. & SARKADI J., 1991. Az „évjárat” hatása a kukorica termésére és terméselemeire P-műtrágyázási tartamkísérletben. *Növénytermelés.* **40**. 339–351.
- CSERHÁTI S. & KOSUTÁNY T., 1887. A trágyázás alapelvei. Orsz. Gazd. Egtl. Könyk. Váll. Budapest.
- DEBRECZENI B. & DEBRECZENI B.-NÉ, 1983. A tápanyag- és vízellátás kapcsolata. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- EGERSZEGI S., 1958. A laza homoktalajok mély termőrétegének kialakítása és tartós megjavítása. *MTA Agrártud. Közlem.* **13**. 83–111.
- FAO, 2002. Adatbázis. Róma.

- GERICKE, S., 1949. Beziehung zwischen den Wachstumsfaktoren Wasser, Phosphorsäure und Kali. I. Zeitschr. Pflanzenern. Düngung und Bodenk. **44**. 171–198.
- GERICKE, S., 1950. Beziehung zwischen den Wachstumsfaktoren Wasser, Phosphorsäure und Kali. II. Zeitschr. Pflanzenern. Düngung und Bodenk. **49**. 170–190.
- GYÖRFFY B., 1988. Az 1983. évi aszály hatása és tanulságai. Magyar Tudomány. 1988/4. 249–254.
- GYURICZA CS. & BIRKÁS M., 2000. A szélsőséges csapadékellátottság hatása egyes növénytermesztési tényezőkre barna erdőtalajon, kukoricánál. Növénytermelés. **49**. 691–706.
- HARNOS ZS., 1993. Időjárás és időjárás–termés összefüggéseinek idősoros elemzése. In.: Aszály 1983 (Szerk.: BARÁTH CS.-NÉ, GYÖRFFY B. & HARNOS Zs.) 9–43. KÉE. Budapest.
- HEPP F., 1992. Homoktalajokon, szántóföldi növényekkel végzett hazai tartamkísérletek eredményeinek ismertetése 1950–1990. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium kiadványa. Budapest.
- HORVÁTH S. & MÁRTON L., 1985. A burgonya műtrágyázás hasznosulásának üzemi elemzése. Növénytermelés. **34**. 409–415.
- KÁDÁR I., 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest.
- KÁDÁR I. & SZEMES I., 1994. A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve. MTA TAKI. Budapest.
- KÁDÁR I., SZEMES I. & LÁSZTITY B., 1984. Az „évhatás” és a tápláltság összefüggése őszi rozs tartamkísérletben. Növénytermelés. **33**. 235–241.
- KOVÁTS A., MÁRTON L. & SZABÓ L., 1985. A humusz és a pH kapcsolatának elemzése nagyüzemi táblák talajvizsgálati eredményei alapján. Növénytermelés. **34**. 507–512.
- LÁNG G., 1971. Az intenzív műtrágyázás néhány növénytermesztési problémája Magyarországon. Nemz. Mg. Szemle. **15**. (4) 33–37.
- LÁNG I., 1971. A nitrogén és a foszfor érvényesülés, valamint kölcsönhatás tartamkísérletekben homoktalajon. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **30**. 507–510.
- LÁNG I., 1993. Bevezetés. In.: Aszály 1983 (Szerk. BARÁTH CS.-NÉ, GYÖRFFY B. & HARNOS Zs.) 5–7. KÉE. Budapest.
- MÁRTON L., 2000. Az NPK műtrágyázás hatása a burgonya (*Solanum tuberosum* L.) termésére. PhD disszertáció. VE GMK. Keszthely.
- MÁRTON L., 2001. Évhatás vizsgálata Tisza-vidéki műtrágyázási tartamkísérletben. Kézirat. SZIE. Gödöllő.
- MÉSZÁROS E., 1996. Módosított üvegházhatás. Magyar Tudomány. 1996/3. 292–297.
- NÉMETH I., 1975. Trágyázás hatása a különféle burgonyafajták hozamának és beltartalmának alakulására. III. Trágyázás és csapadék hatása a különböző burgonyafajták tövenkénti gumószámának alakulására, annak összefüggése a terméssel. Növénytermelés. **24**. 227–234.
- NÉMETH T., 1996. Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA TAKI. Budapest.
- RÁCZ, L., 1999. Climate History of Hungary Since 16<sup>th</sup> Century: Past, Present and future. Discussion paper. Center for Regional Studies of the Hungarian Academy of Sciences, Pécs.

- RUZSÁNYI L., 1996. Az aszály hatása és enyhítésének lehetőségei a növénytermesztésben. In.: Éghajlat, időjárás, aszály II. Az aszály enyhítésének lehetőségei (Szerk.: CSELÓTEI L. & HARNOS ZS.) 5–48. KÉE. Budapest.
- SARKADI J., BALLA A.-NÉ & MIKLAYNÉ TUDÓS E., 1984. Műtrágyázási tartamkísérletek eredményei mezőföldi mészlepedékes csernozjom talajon. I. N- és P-műtrágyahatások az őszi búza kísérletekben. *Agrokémia és Talajtan*. **33**. 355–374.
- STEFANOVITS P., 1966. Hazánk homoktalajainak jellemzése. In: Növénytermesztés homokon. (Szerk.: ANTAL J.) 9–22. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- SVÁB J., 1979. Többváltozós módszerek a biometriában. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- SVÁB J., 1981. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- VAN DER PAAUW, 1959. Stikstofbehoefte in afhankelijkheid van het weer in de voorafgaande winter. *Landbouwk. Tijdschr.'s Grav*. **20**. 679–688.

*Érkezett: 2001. augusztus 31.*



**Analysis of the Year Effect in a Long-term Fertilization Experiment in Nyírlugos. 1. Effect of Rainfall and Nutrient Supplies on the Yield of Rye (*Secale cereale* L.)**

L. MÁRTON

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry (RISSAC) of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

**Summary**

The effect of rainfall quantities and N, P, K and Mg fertilization on rye yield was examined in five years (1964, 1966, 1968, 1970, 1972) of a long-term fertilization experiment set up on acidic, sandy brown forest soil with thin interstratified layers of colloid and sesquioxide accumulation in Nyírlugos (Hungary). The major soil characteristics were: pH(H<sub>2</sub>O): 5.2–6.5; pH(KCl): 4.4–4.9; hydrolytic acidity: 5.9–10.8; hy<sub>1</sub>: 0.2–0.4; humus %: 0.4–0.9; total N: 20.6–48.0; AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 20–66; AL-K<sub>2</sub>O: 20–100 mg kg<sup>-1</sup> (LÁNG, 1973). The 2×16×4=128 treatments were carried out in 4 replications in a split-split-plot design on a total of 512 plots. The fertilizer doses were: nitrogen 0, 30, 60, 90, phosphorus 48 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potassium 80 (K<sub>2</sub>O) and magnesium 15 (MgO) kg ha<sup>-1</sup> in the form of 25% calcium ammonium nitrate, 18% superphosphate, 40% potassium chloride, and magnesium sulphate of technical quality. The PK fertilizers were applied in autumn prior to ploughing, while the N and Mg salts were given in spring after snow-melting. Each year rye was sown in September or early October after potato (varieties: Gülbaba, Aranyalma) as forecrop. The main results were as follows:

– Based on the limit values for „general” (HARNOS, 1993) and rye-specific rainfall deficiency, the years could be divided into average (1965–1966), dry (1963–1964, 1967–1968, 1971–1972) and wet (1969–1970) years.

– The year effect during the experiments was determined primarily by the rainfall conditions during the summer half-year, the vegetation period and the months preceding sowing.

– Without fertilization there were no significant differences in yield (average year: 1.66; dry year: 1.51; wet year: 1.47 t ha<sup>-1</sup>) despite the weather anomalies (drought, excessive rainfall).

– With poor nutrient supplies (N: 30 kg ha<sup>-1</sup> + NP, NK, NPK, NPKMg combinations) the yields varied between 2.01 and 3.04 ha<sup>-1</sup>. Due to the great deviations (0.5–1.0 t ha<sup>-1</sup>) the fertilizer effects were not stable. The yield of the average year was more than 1.0 t ha<sup>-1</sup> higher than that of the control plots. In the wet and dry years the yield was reduced by 10 and 14%, respectively.

– With medium nutrient supplies (N: 60 kg ha<sup>-1</sup> + NP, NK, NPK, NPKMg combinations) the maximum yield in the average year exceeded 3.5 t ha<sup>-1</sup>. The NP, NPK and NPKMg treatments had a significant yield-increasing effect compared with N fertilization alone. The instability of the yield exhibited a pronounced tendency to increase (0.7–1.3 t ha<sup>-1</sup>). In the wet year the yield was reduced by 20%, which was three times as great as the loss recorded as the result of drought.

– In the case of good nutrient supplies (N: 90 kg ha<sup>-1</sup> + NP, NK, NPK, NPKMg combinations) the yields were in excess of 3.5 t ha<sup>-1</sup> in the average year. The effect of N treatments and P, K and Mg combinations was characterized by stagnation and yield declines in years with poor climatic conditions (drought, excessive rainfall). There was a further increase in the instability of the yields (1.0–1.8 t ha<sup>-1</sup>). The yield decreased by 17% in the dry years and by 52% in the wet year. Compared with the N, NP, NK and NPK treatments, NPKMg fertilization greatly reduced the damaging effect of both types of weather anomaly. The 21% and 39% losses recorded in dry and wet years in the NPK treatments were reduced to 4 and 11% by Mg fertilization.

– A close quadratic correlation was obtained between the quantity of rainfall during the vegetation period and the yield, depending on the N rate and on the NP, NK, NPK and NPKMg combinations. The best yields, around 4.0 t ha<sup>-1</sup>, were obtained with 400–500 mm rainfall. Rainfall in excess of 500 mm led to a considerable reduction in yield.

*Table 1.* N, P, K and Mg treatments and combinations used in the experiment (Nyírlugos, 1962–1972). (1) Treatment. a) Control. b) N, P, K, Mg combinations.

*Table 2.* Rainfall means over many years (mm), rainfall during the experimental years (mm), differences between the rainfall quantities of the experimental years and the many years' mean (%) and aridity index of the experimental years (AJ) during various phenological phases of rye (*Secale cereale* L.) (Nyírlugos, 1963–1972). (1) Phenological phase. a) germination; b) emergence; c) tillering; d) shooting; e) flowering; f) ripening; g) full maturity; h) Total for the vegetation period; i) Deviation, mm; j) Annual total; k) Type of experimental year. (2) Month (Sept–Aug.). (3) Many years' mean (D<sub>1</sub>). (4) Experimental year. (5) Mean (D<sub>2</sub>). Aridity index (AJ): ÁT = average; A = dry; B = wet.

*Table 3.* Frequency of weather anomalies during the experimental years, aridity index (AJ) (Nyírlugos, 1963–1972). (1) Anomalies. (2) Experimental years. (3) Total. Note: Anomalies: I. Winter half-year (Oct.–Mar.); II. Summer half-year (Apr.–Sept.); III. Months (Sept.–Aug.); IV. Month prior to sowing (Aug.); V. At harvest (July); VI. During the vegetation period (Sept.–July); VII. Consecutive months during the vegetation period (Sept.–July); VIII. Consecutive months during the experimental year (Sept.–Aug.); IX. Type of experimental year (Sept.–Aug.).

*Table 4.* Correlations between rye yield (t ha<sup>-1</sup>) (*Secale cereale* L.) and weather anomalies in the case of no fertilization or poor, medium or good nutrient supplies, in average, dry and wet years (Nyírlugos, 1963–1972). (1) Without fertilization. (2) Treatment. a) LSD<sub>5%</sub>. B) Mean. (3) Yield. (4) Poor (5) Medium (6) Good nutrient supplies. (7) Weather anomalies. A. Average year. B. Dry years. C. Mean of 3 experimental years. D. Wet year.

*Table 5.* Yield-increasing effects (%) of N, P, K and Mg nutrients in rye plants (*Secale cereale* L.) in average (ÁT), dry (A) and wet (B) years (Nyírlugos, 1963–1972). (1) Treatment. a) Control; b) LSD<sub>5%</sub>; c) Mean. A. N effect. B. NPKMg effect.

*Fig. 1.* Correlation between rainfall sums during the vegetation period and the yield of rye (*Secale cereale* L.) at various N supply levels (Nyírlugos, 1963–1972).

*Fig. 2.* Correlation between rainfall sums during the vegetation period and the yield of rye (*Secale cereale* L.) at various nutrient supply levels (Nyírlugos, 1963–1972).