

FOSZFOR-REAKCIÓK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE ERDŐMARADVÁNYOS CSERNOZJOM TALAJON

ÁRENDÁS TAMÁS¹, CSATHÓ PÉTER², BÓNIS PÉTER¹,
MOLNÁR DÉNES¹ és SARKADI JÁNOS²

¹MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár
²MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest

Erdőmaradványos csernozjom talajon beállított trágyázási tartamkísérlet V-X. ciklusának (1976-1999) eredményei alapján kétévenkénti váltással termesztett kukorica és őszi búza P-reakcióit vizsgáltuk. A kiválasztott és N-nel egységesen trágyázott kezelések között a kukoricával végzett 12 kísérlet közül négy, búzában nyolc évben volt statisztikailag igazolható különbség. A terméstebbletek búzában nemcsak a relatív, hanem az abszolút differenciákat tekintve is nagyobbak voltak, mint a kukoricában. A középérték százalékában kifejezett szórás (CV%) azt igazolta, hogy a harmonikus tápelem ellátottság növelte a kukorica és az őszi búza termésstabilitását. Hat trágyázási ciklus átlagában a búza szemtermése a maximális mennyiséget adó kombinációhoz viszonyítva a P-utóhatás elemzésére alkalmas parcellákon csak 7%-kal volt kevesebb, de a variációs koefficiens értéke jelentősen nőtt. A nagy adagú P-trágyák utóhatása búzában 8 kísérleti év összesített eredményei alapján még nem, 12 év után már szignifikánsan eltért a legtöbb termést adó kezeléstől.

Kulcsszavak: P-reakció, P-utóhatás, kukorica, őszi búza

COMPARATIVE EVALUATION OF PHOSPHORUS RESPONSES ON CHERNOZEM SOIL WITH FOREST RESIDUES

T. ÁRENDÁS¹, P. CSATHÓ², P. BÓNIS¹, D. MOLNÁR¹ and J. SARKADI²

¹Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár

²Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

The P responses of maize and winter wheat grown in a two years maize – two years wheat diculture were analysed in the 5th–10th cycles (1976–1999) of a long-term fertilisation experiment set up on chernozem soil with forest residues. In the selected treatments, statistically significant differences were observed in four of the 12 maize experiments and in 8 years for wheat. In wheat the yield surpluses were greater both relatively and absolutely than in maize. The deviation, expressed as a percentage of the mean value (CV%), confirmed that balanced nutrient supplies improved the yield stability of maize and winter wheat. Averaged over six fertilisation cycles the wheat grain yields on plots suitable for the analysis of the P after-effect were only 7% lower than in the fertiliser combination giving the maximum yield, but the coefficient of variance increased substantially. The after-effect of high rates of P fertilisers did not exhibit a significant difference from the treatment giving the highest yield when the results were summed after 8 experimental years, but the difference was significant after 12 years.

Key words: P response, P after-effect, maize, winter wheat

Bevezetés

A XX. század közepéig Magyarországon a szuperfoszfátot tekintették a legfontosabb műtrágyának. Ugyan az ekkor megindult kutatások eredményei a N hatóanyag meghatározó szerepét igazolták, de a kielégítő foszfor-ellátottság főként a kalászos gabona termesztésben napjainkban is kulcsfontosságú (Sarkadi 1963, Krisztián és Holló 1992, Arendás et al. 1998).

Az 1960-as évekig jellemző negatív hazai tápelem-mérlegek a felhasznált műtrágya adagok növekedésével megszűntek. A mezőgazdaságilag hasznosított területek foszfor egyenlege ettől az időszaktól kezdve vált pozitív előjelűvé. A makroelemeket tekintve a

legnagyobb mértékben a P-ellátottság változott. Amíg a '60-as évek elején hazánkban még nem voltak foszforral jól, vagy igen jól ellátott területek (*Stefanovits és Sarkadi* 1963), addig 1987-ben - a kukoricatermesztő területek döntő hányadán végzett felmérések eredményei szerint - a talajok több mint 80 %-a már e két kategóriába tartozott (*Buzásné et al.* 1988). Az elmúlt évtized negatív tápelem-mérlegei miatt Magyarországon a makroelemekkel legjobban ellátott területek részaránya a legutóbbi becslések szerint 15-25 %-kal csökkent (*Kádár* 1997). Az agrokémiai kutatásoknak ezért napjainkban is fontos feladata a talajba juttatott P-trágyák hatásának, hasznosulásának, növények által történő felvehetőségének elemzése. A szabadföldi kispárcellás trágyázási kísérletekben a talajba dolgozott és a visszamaradt foszfor felvehetőségének alapvető biológiai vizsgálati módszere a termésreakciók mérése. Ennek klasszikus módja, amikor vízben jól oldódó P-trágyákkal beállított friss P-kezelések termésmenvelő hatását hasonlítják össze a régebben P-trágyázott parcellák eredményeivel (*Williams et al.* 1971).

A termés mennyiségében megnyilvánuló, növényfajtól függő P-reakciók és az azokat meghatározó főbb agrokémiai jellemzők (AL-oldható P_2O_5 koncentráció, pH, mészállapot, kötöttség stb.) kutatási eredményeinek bővülése – a P-ellátottsági határértékek pontosabb kalibrálása révén – környezetkímélő trágyázási rendszerek kifejlesztését teszi lehetővé (*Csathó* 2002).

Anyag és módszer

Martonvásáron, 1959 őszén állították be Krámer és munkatársai erdőmaradványos csernozjom talaj enyhén kilúgzott változatán az 1.6 jelű trágyázási tartamkísérletet. A vizsgálatok megkezdésekor a 0-20 cm-es talajréteg pH_{H_2O} -ja 7,3, mésztartalma 0-1%, humusztartalma 3,2%, a könnyen oldható makroelem-koncentrációk szerint foszfor-ellátottsága gyenge, kálium-ellátottsága közepes volt.

A klasszikus tápelemhiány-kezelések hatását véletlen blokk elrendezésű, 6,5 m x 7,7 m = 50,05 m² méretű parcellákon, négy ismétlésben vizsgáljuk. A négyéves trágyázási ciklusok első két szakaszában kukoricát, 3-4. évében őszi búzát termesztünk.

A műtrágyák adagja az I-IV. ciklusban (1960-1975) a '60-as évek trágyázási gyakorlatához igazodott. A N-, P_2O_5 - és K_2O -hatóanyagok alap dózisa (N_1 , P_1 , K_1) 64, 39 és 61 kg ha⁻¹ volt. A kezelések 1975 ősztől módosultak, ezáltal a kísérletben lehetővé vált a talajban felhalmozódott eltérő P-mennyiségek utóhatásának vizsgálata is. Az V. trágyázási ciklustól kezdődően a N-, P_2O_5 - és K_2O -hatóanyagok mennyisége 160, 80 és 80 kg ha⁻¹.

A N-t tartalmazó műtrágyák felét, valamint a P és K teljes mennyiségét őszi, a talajművelés előtt, a N második felét tavasszal, vetés előtt, illetve fejtrágyaként szórjuk ki pétisó, vagy NH_4NO_3 (20,5, illetve 34% N), szuperfoszfát (18% P_2O_5) és kálisó (40, illetve 60% K_2O) alakban.

A kísérlet kezeléseiből a $N_1P_1K_1/NPK$, a N_1P_1/NP , a N_1K_1/NK , a N_1/N , a P-utóhatások kimutatására alkalmasak közül a N_2P_1/NK és a N_2P_2/NK kombinációkat hasonlítottuk össze az 1976-1999. évek termésreakciói alapján. Az adatokat a *Sváb* (1981) által megadott metodika szerint varianciaanalízissel elemeztük. Az egyes kezelésekből a törtvonal előtti betűk, illetve számok az I-IV. trágyázási ciklusban (1960-1975) vizsgált hatóanyagokat, illetve azok alap dózishoz viszonyított mennyiségeit jelentik. A törtvonal után megadott betűk az ugyanazon parcellára az 1976. évtől kiadott hatóanyagokat jelölik.

Eredmények

A kísérlet 0-20 cm-es rétegének AL-oldható P_2O_5 -koncentrációi alapján az I-IV. ciklus után a P-hatóanyaggal nem trágyázott parcellák (N_1 , N_1K_1), valamint az $N_1P_1K_1$ és N_2P_1 kezelések talaja a *MEM NAK* (1979) rendszere szerint foszforral gyengén ellátott volt (<60 mg kg⁻¹). Az N_1P_1 , valamint az N_2P_2 kezelések növelték a könnyen felvehető P mennyiségét és közepes, (76 mg kg⁻¹), illetve jó (124 mg kg⁻¹) ellátottságot eredményeztek. A kezelések módosítása után a megnövelt P-hatóanyaggal kezelt parcellák (N_1P_1/NP , $N_1P_1K_1/NPK$) P_2O_5 -koncentrációja két trágyázási ciklus (V-VI.) után meghaladva a 100 mg kg⁻¹ határértéket jó P-

ellátottságot jelzett. A N₂P₁/NK kezelésben a P-trágyázás beszüntetése után már egy ciklust követően jelentősen csökkent az AL-oldható P₂O₅-koncentráció (83 mg kg⁻¹ = közepes ellátottság). A könnyen felvehető P-tartalom csökkenése következtében négy trágyázási ciklus után (V-VIII.) a N₂P₂/NK parcellák már a foszforral gyengén ellátott kategóriába tartoztak (<60 mg kg⁻¹).

A kétévenkénti váltással termesztett kukorica és az őszi búza reakciói szerint (1. táblázat) a vizsgált évek átlagában mindkét növény esetében a N₁P₁K₁/NPK trágyák eredményezték a legtöbb termést. A kezelések hatásában a kukoricával végzett 12 kísérlet közül csak négy, az őszi búza esetében nyolc évben volt statisztikailag igazolható különbség. A közepes K szolgáltató képességgel rendelkező erdőmaradványos csernozjom talajon K- trágyázás szintjétől függetlenül a foszfor termésmenvelő hatása (N₁/N vs. N₁P₂/NP, N₁K₁/NK vs. N₁P₁K₁/NPK) kukoricában három, őszi búzában hét évben volt igazolható. Az utóhatások elemzésére alkalmas parcellák közül a gyenge ellátottságúakon (N₂P₁/NK) kukoricában négy őszi búzában hat évben, foszforban jól ellátott talajon (N₂P₂/NK) mindkét növény esetében egy-egy évben mértünk szignifikáns differenciákat. A 80 kg ha⁻¹ P₂O₅ hatóanyag K kiegészítés nélkül (N₁/N vs. N₁P₁/NP) 13, K trágyákkal (N₁K₁/NK vs. N₁P₁K₁/NPK) 16 %-kal növelte a kukorica mennyiségét a kísérleti évek átlagában. Az őszi búza termésmenbbletei nemcsak a relatív (39 illetve 43 %) hanem az abszolút differenciákat tekintve is nagyobbak voltak. Az adatok megerősítik azokat a korábbi megállapításokat, melyek szerint a kalászos gabonák, így az őszi búza érzékenyebben reagál a könnyen oldható P-koncentráció változására, mint a kukorica, illetve a széles sortávú szántóföldi növények.

1. táblázat Műtrágyák hatása a kukorica és az őszi búza termésreakciójára (t ha⁻¹) erdőmaradványos csernozjom talajon. Martonvásár 1976-1999

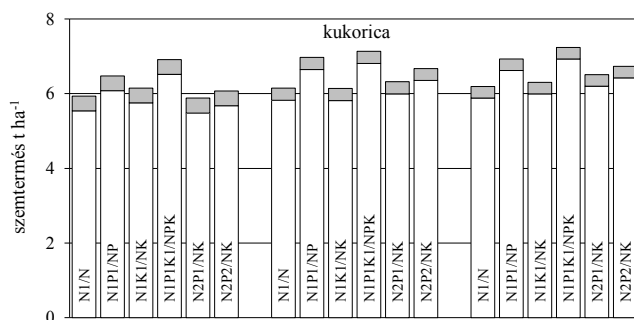
Év	Kezelés						SzD _{5%}
	N ₁ /N	N ₁ P ₁ /NP	N ₁ K ₁ /NK	N ₁ P ₁ K ₁ /NPK	N ₂ P ₁ /NK	N ₂ P ₂ /NK	
	kukorica						
1976	6,05	6,08	6,96	7,32	4,39	4,10	0,89
1977	4,02	4,97	4,20	4,67	4,57	5,45	NS
1980	6,00	6,60	5,50	7,08	6,04	6,66	0,44
1981	6,10	6,68	6,35	6,99	6,92	6,49	NS
1984	5,76	6,46	5,18	7,04	6,30	7,12	0,51
1985	5,74	7,41	5,23	7,62	6,28	7,97	0,56
1988	5,04	5,90	5,08	5,38	4,72	4,94	NS
1989	7,92	9,11	7,99	8,37	8,75	8,08	NS
1992	3,72	3,67	3,93	4,39	3,57	4,04	NS
1993	3,31	4,10	4,70	4,09	4,17	3,60	NS
1996	7,83	8,58	8,28	10,04	9,32	8,32	NS
1997	9,15	9,84	8,56	10,17	9,40	10,27	NS
Átlag	5,88	6,62	6,00	6,93	6,20	6,42	
CV%	13,15	13,73	14,08	10,92	11,37	18,07	
	őszi búza						
1978	3,30	5,57	4,56	6,09	4,53	5,26	NS
1979	2,29	4,93	1,66	4,98	3,12	4,86	0,84
1982	5,73	7,01	5,69	6,94	6,00	6,64	0,69
1983	3,94	6,51	2,80	6,30	5,04	6,33	1,01
1986	4,19	5,14	4,30	5,04	4,40	4,54	NS
1987	2,91	4,00	2,98	4,25	3,47	3,70	0,78
1990	2,49	3,02	2,24	2,82	3,03	3,61	0,81
1991	3,00	5,87	2,35	5,43	3,18	4,57	1,79
1994	5,36	6,20	5,49	6,62	6,00	6,47	0,81
1995	2,28	2,88	2,46	3,15	2,57	2,53	NS
1998	5,52	5,42	5,34	5,59	5,60	5,70	NS
1999	2,20	3,75	2,59	3,66	2,72	2,63	0,54
Átlag	3,60	5,02	3,54	5,07	4,14	4,74	
CV%	20,60	12,13	18,26	10,34	22,19	17,12	

NS - nem szignifikán

A szemtermés mennyisége alapján mért P-reakciók időbeli változását az évek figyelembe vételével három - növekvő időtartamú - periódusra bontva (V-VI., V-VIII. és V- X. ciklus) elemeztük (1. ábra). A kukorica és a búza termése a vizsgált kísérleti időszak hosszától függetlenül (4, 8 illetve 12 év) az $N_1P_1K_1/NPK$ kezelés hatására volt a legtöbb. Az N_2P_2/NK parcellákon a kukorica mennyisége mindhárom időintervallumot tekintve igazolhatóan csökkent az optimális kezeléshez viszonyítva. Ugyanakkor hosszabb periódust figyelembe véve (8, 12 év) a növények által fel nem vett foszfor utóhatása a P-hiányos kontroll-lal (N_1K_1/NK) összehasonlítva szignifikáns volt.

A kukoricához hasonlóan a kis P-trágya adagok utóhatása (N_2P_1/NK) már a vizsgálatok korai periódusában (V-VI. ciklus) kisebb volt, mint az évenként adott friss foszforé ($N_1P_1K_1/NPK$). A kétszeres mennyiségű P-trágyák utóhatása (N_2P_2/NK) nyolc kísérleti évet követően (V-VIII. ciklus) nem különbözött igazolhatóan a legnagyobb termésű kezeléstől. A csökkenés csak tizenkét év összesített eredményei alapján volt szignifikáns.

1. ábra A kukorica és az őszi búza P-reakciója a kísérleti évek száma függvényében, Martonvásár, 1976-1999



A kukoricával megegyezően a P trágyázásban nem részesített kontroll parcellákat (N_1/N , N_1K_1/NK) a vizsgált periódus hosszától függetlenül búzában is azonos termésreakciók jellemezték. Ezekhez a kezelésekhöz viszonyítva még a kis P-trágya adagok utóhatása is igazolhatóan pozitív volt 12 kísérleti adatai szerint.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat a T 38018 sz. OTKA pályázat támogatásával készült.

Irodalom

- Árendás, T., Sarkadi, J., Molnár D. (1998): Műtrágyahatások kukorica-őszi búza dikultúrában erdőmaradványos csernozjom talajon. *Növénytermelés*, **47**, 45-57.
- Berzsényi, Z., Györfly, B. (1996): A vetésciklus és a trágyázás hatása a kukorica termésére és termésstabilitására tartamkísérletben. *Növénytermelés*, **45**, 281-296.
- Berzsényi, Z., Györfly, B. (1997): A vetésciklus és a trágyázás hatása a búza termésére és termésstabilitására tartamkísérletben. *Növénytermelés*, **46**, 145-161.
- Buzás, I.-né, Karkalik, A.-né, Tihanyi, L. (1988): A műtrágyázási szaktanácsadás és a műtrágyázás gyakorlatának összehasonlítása az 1987. évi kukoricatermesztési tapasztalatok alapján. *Hungarochem '88*. 183-198.
- Kádár, I. (1997): Talajaink tápelemgazdálkodása az ezredfordulón. *Növénytermelés*, **46**, 73-84.