

## A hazai kettősműtrágya (NIFOSZ) hatékonyságának vizsgálata a foszfortartalmának oldhatóságától függően

DEBRECZENI BÉLÁNÉ

Öntözési és Rizstermesztési Kutató Intézet, Szarvas

A foszforműtrágyák hatékonyságát egyéb tényezők mellett jelentősen befolyásolhatja a tápanyag mozgás és talajbahatolás mértéke. HAASJES és SISSINGH [8] különböző foszfátvegyületek talajbahatolását vizsgálva megállapították, hogy a foszfor maximálisan 4 cm mélyre vándorolt le, és a talajbahatolás mélysége függ a foszfátok oldhatóságától is. KOZÁK [9] tápanyagmozgás vizsgálataiban a kérdés iródmával megegyezően szintén azt tapasztalta, hogy a megszűs homoktalajon a szuperfoszfát foszforának 97%-a a talajbajuttatás helyétől 4 cm-es rétegben maradt. A jelentéktelen foszformozgás azzal magyarázható, hogy a szuperfoszfát vízoldható monokálcium foszfát tartalma a talajjal való kölcsönhatására átalakul kevésbé oldható dikálcium-, sőt nehezen oldható trikálcium-, vas- és alumínium-foszfátokká is.

A legtöbb összetett műtrágya foszfor komponense nagyrészt dikálcium-foszfát. A nehezebben felvehető dikálciumfoszfát a legtöbb talajon alaptrágyaként jól érvényesül [11]. A nehezebben felvehető dikálciumfoszfátnak nagy előnye a vízoldható foszfáttal szemben, hogy nem kötődik le úgy a talajban és olyan mértékben oldódik benne, amilyen mértékben a növény igényli [13]. Ezzel többé-kevésbé biztosítja a talajoldat állandó P-koncentrációját is. DEMOLON [5] szerint nem a vízoldhatóság határozza meg a műtrágyák gyakorlati értékét, hanem az, hogy mennyire növelik a talajoldat foszforkoncentrációját és hogy megtartsák ezt a szintet a vegetáció folyamán.

Egyes kísérletek szerint határozott összefüggés van az összetett műtrágyák vízoldható foszfortartalma és a terméshnövekedés között [14]. CARPENTIER szerint ha a nitrofosz összes foszforának legalább 40%-a vízoldható, akkor a szemcseméret nem befolyásolta a termés nagyságát [1]. GRACSEV [7] szerint, ha a szemcsés összetett műtrágyákban nincs vagy kevés a vízoldható foszfor, akkor a legtöbb talajon csökken a hatásuk. Szerinte savanyú talajon 40%, csernozjom talajon 60—75% vízoldható foszfort tartalmazó összetett műtrágyákra lenne szükség. TURCSIN és SZOKOLOVA [12] a vízoldhatóság és a szemcseméret összefüggésének tanulmányozása során olyan következtetésekre jutottak, hogy az összetett műtrágya vízoldható foszfora ne legyen kevesebb 50%-nál. Ha a nitrofosz csak ammóniumcitrátban oldható foszfort tartalmaz, akkor poralakban nagyobb a terméshnövelő hatása.

### Kísérleti rész

A hazai kettősműtrágya (NIFOSZ) hatékonyságának vizsgálatára további kísérleteket állítottunk be abból a célból, hogy a foszforoldhatóság jelentőségét tisztázzuk a kettősműtrágya érvényesülésénél.

## 1. táblázat

## Az alkalmazott műtrágyák vizsgálati adatai

(1) Műtrágyaféleségek	(2) Műtrágyák kémiai vizsgálata %-ban			
	Összes N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %		
		vízben oldható	citrát oldható	összes
1. NIFOSZ (a) „15”	20,4	2,9	19,2	20,4
2. NIFOSZ (b) „23”	20,8	4,3	18,3	20,3
3. NIFOSZ (c) „37”	20,9	6,4	17,3	19,9
4. NIFOSZ (d) „40”	22,1	7,7	19,3	19,9
5. Monokálciumfoszfát	—	32,5	—	—
6. Dikálciumfoszfát	—	0,3	32,1	34,6
7. Szuperfoszfát	—	17,6	—	—
8. Pétisó	24,9	—	—	—

Az idézőjelbe tett számok az adott műtrágya vízben oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>%-os értékét mutatja a semleges ammóniumcitrátban meghatározott P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-hoz viszonyítva.

Korábbi kísérleteink szerint [2, 3, 4] a NIFOSZ kottósműtrágya hatása ugyanolyan jó, mint a megfelelő hatóanyag tartalmú szuperfoszfát és pétisó keverékműtrágyáé. Gyártástechnológiai szempontból a műtrágya vízoldható foszfortartalmának növelése költségesebb, ezért a kérdés tisztázása népgazdasági szempontból is fontos. Kísérleteinket az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet kísérleti telepein végeztük 1960—61 években.

## Szabadföldi kísérletek

A kísérletekben a vetést és a szükséges talajmunkákat a szokásos agrotechnikai műveletekkel — az aratást kézi erővel, a cséplést pedig parcellacséplőgéppel végeztük el. A kísérletekben a felhasznált műtrágyákat és a kísérlettel kapcsolatos fontosabb adatokat az 1., 2. táblázatban találhatjuk.

## 2. táblázat

## Szabadföldi kísérletek fontosabb agrotechnikai adatai

(1) Agrotechnikai adatok	(2) Kísérletek helyei	
	Nagyhőrség	Nagykálló
Kísérleti növény	őszi búza	őszi rozs
Elővetemény	kukorica	őszi rozs
Parcella méret	100 m <sup>2</sup>	75 m <sup>2</sup>
bruttó	72,25 m <sup>2</sup>	36 m <sup>2</sup>
nettó	8	8
Kezelések száma	4	4
Ismétlések száma	4 × 2 latin téglá	4 × 2 latin téglá
Elrendezés	1960/1961	1960/1961
A kísérlet éve	1961. VII. 4	1961. VII. 7.
Termésbetakarítás ideje	Fejér-Tolna megyei lösz-	Homokos barna erdő-
Talajtípus	hátra jellemző mész-	talaj
	lepedékes csernozjom	

A kísérletekben a kettősműtrágya és a szuperfoszfátos kezelések azonos mennyiségű foszfort és nitrogént kaptak, csupán a foszfor vízoldhatóságában voltak különbségek.

A felhasznált műtrágyák mennyisége hatóanyagban egységesen 26 kg N és 26 kg  $P_2O_5$ /kh. A nagykállói kísérletben talajadottságok miatt 26 kg/kh káliumot is felhasználtunk.

### *Tenyészedény kísérlet*

A fent említett célból 10 kezeléssel 4 ismétlésben tenyészedény kísérletet állítottunk be zab növénnyel. A kísérlet talaja nagykállói homokos barna erdőtalaj. Minden edénybe 6 kg talajt tettünk, 30 magot vetettünk. A nedveséget a természetes vízkapacitás 60%-ára állítottuk be és hetenkénti ellenőrzéssel súlyra kiegészítve öntöztük. Az alkalmazott műtrágyákat az edény talajával egyenletesen összekevertük. A kezelések a következők voltak:

1. Trágyázatlan
2. Pétisó + Kálisó
3. Pétisó + Kálisó +  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$  (monokálciumfoszfát)
4. Pétisó + Kálisó +  $CaHPO_4 \cdot 2 H_2O$  (dikálciumfoszfát)
5. Pétisó + Kálisó + Szuperfoszfát (szemcsés)
6. Pétisó + Kálisó + Szuperfoszfát (por)
7. NIFOSZ (szemcsés) „40” + Kálisó
8. NIFOSZ (por) „40” + Kálisó
9. NIFOSZ (szemcsés) „23” + Kálisó
10. NIFOSZ (por) „23” + Kálisó

A kísérlet beállítása: 1960. V. 17. Vetés ideje: V. 18. Kelés ideje: V. 22—23.

Kezelésenként egy edényre felhasznált műtrágya mennyiség 560 mg nitrogén és 500 mg  $P_2O_5$  a különböző foszforműtrágyákban, valamint 500 mg  $K_2O$  kálisó formában.

A műtrágyák kémiai elemzését az 1. táblázat mutatja. Kelés után az edényeket 20 növényre ritkítottuk. A tenyészidő folyamán fejlődési szakaszonként (3 levél fázis, szárbaindulás, virágzás) növénymintát vettünk. A mintáknak mértük a szárazanyagsúlyát és megvizsgáltuk kémiai összetételét.

### **A kísérletek eredménye**

A búza és a rozs fejlődésében a foszfor vízoldhatósági foka nem okozott szemmel látható különbségeket. Jelentős különbségekre nem is nagyon számíthattunk korábbi [2, 3, 4] kísérleteink alapján sem. A kezelések hatására kapott termések eredményeit a 3—4. táblázatban ismertetjük. Az adatok megbízhatóságát értékeltük a Fischer-féle variancia analízis módszerrel.

Az eredményeket értékelve megállapíthatjuk azt, hogy a nagykállói kísérletben lényeges műtrágyahatás van. A nitrogén 77,1%-kal, a nitrogén + foszfor a NIFOSZ „23” kezelésben 102,8%-kal növelte a rozs szemtermését a kontrollhoz viszonyítva. Nagyhörcsögön pedig a nitrogén 15,8%-kal, a nitrogén + foszfor a NIFOSZ „23” kezelésben 34,5%-kal a búza szemtermését. Szignifikánsan megbízható foszforhatást mindkét kísérletben csak a NIFOSZ „23” kezelésben láthatunk.

## 3. táblázat

## Őszi rozs terméseredménye 1960–61. év, Nagykálló

(1) Kezelések	(2) Terméseredmények						(3) Szalma és szem aránya
	a) szem			b) szalma			
	q/kh	D	%	q/kh	D	%	
1. Kontroll	10,5	—	100,0	22,5	—	100,0	2,14
2. NIFOSZ „15”	20,8	10,3	198,0	44,0	21,5	195,5	2,11
3. NIFOSZ „23”	21,3	10,8	202,8	45,5	23,0	202,0	2,14
4. NIFOSZ „34”	19,1	8,6	181,9	42,2	19,7	187,4	2,21
5. NIFOSZ „40”	20,6	10,1	196,1	43,9	21,4	195,2	2,13
6. Szuperfoszfát + pétisó (összel)	20,0	9,5	190,4	42,0	19,5	186,7	2,10
7. Szuperfoszfát + pétisó (tavaszszal)	19,9	9,4	189,5	39,2	16,7	174,1	1,97
8. Pétisó (összel)	18,6	8,1	177,1	37,3	14,8	165,8	2,00
SzD <sub>s</sub> %		2,7	25,7				

Minden kezelés, a kontroll is kapott káliumsót talajadottságok miatt.

A különböző foszforoldhatóságú kettősműtrágyák és a szuperfoszfát termésmenvelő hatásai közel állóak, szignifikánsan nem különböznek egymástól. Mindkét kísérlet adatai szerint leghatékonyabbnak a NIFOSZ „23” kezelés bizonyult, a vízben oldható foszfortartalom mennyiségének növelése nem adott nagyobb termést.

A tenyészedeny kísérletben jól megfigyelhető volt az egyes kezelések hatása a zab fejlődésére. A foszforműtrágyát kapott kezelésekben a zab bokrosodása sokkal intenzívebben és két héttel hamarabb indult meg, mint a P nélküli kezelésekben. Az egyes fejlődési szakaszokat a következő időpontokban figyelhettük meg.

Bokrosodás kezdete 3—10 kezelésekben VI. 4; 1—2 kezelésekben VI. 17.  
 Szárbaindulás kezdete VI. 20.  
 Virágzás VII. 15.  
 Teljes érés VIII. 15.

## 4. táblázat

## Őszi búza terméseredménye 1960–61. év, Nagyhorcsög

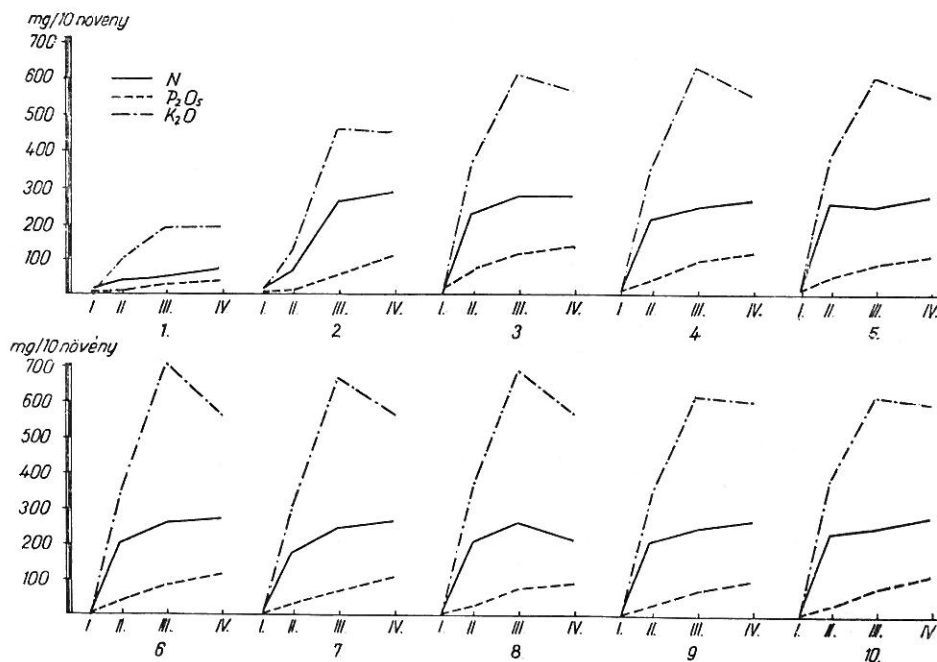
(1) Kezelések	(2) Terméseredmények						(3) Szalma és szem aránya
	a) szem			b) szalma			
	q/kh	D	%	q/kh	D	%	
1. Kontroll	10,7	—	100,0	21,3	—	100,0	1,99
2. NIFOSZ „15”	13,3	2,6	124,2	28,7	7,4	134,7	2,16
3. NIFOSZ „23”	14,4	3,7	134,5	32,0	10,7	150,2	2,21
4. NIFOSZ „37”	13,4	2,7	125,2	32,4	11,1	152,2	2,42
5. Szuperfoszfát + Pétisó (összel)	14,1	3,4	131,7	30,3	9,0	142,2	2,14
6. Szuperfoszfát + Pétisó (tavaszszal)	14,1	3,4	131,7	29,9	8,6	140,3	2,12
7. Pétisó (összel)	12,4	1,7	115,8	26,4	5,1	123,9	2,13
SzD <sub>s</sub> %		1,8	16,8				

5. táblázat

A zab légszáraz súlya fejlődési szakaszonként g/10 növény

(1) Kezelések	(2) Fejlődési szakaszok						
	(3) 3 levél fázis	(4) Szárba- indulás	(5) Virág- zás	(6) Teljesérés			
	egész növény			szem	szár	levél	összesen
1. Trágyázatlan	0,33	2,14	6,0	2,8	2,4	2,3	7,5
2. NK	0,32	2,00	13,2	9,1	5,8	4,5	19,4
3. NK + Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	0,44	6,56	24,9	11,8	8,9	8,6	29,3
4. NK + CaHPO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	0,41	6,42	25,6	11,4	8,6	8,1	28,1
5. NK + szuperfoszfát (szemesés)	0,43	6,86	24,3	11,7	8,7	8,1	28,5
6. NK + szuperfoszfát (por)	0,44	6,34	27,2	12,7	9,5	8,5	30,7
7. NK + NIFOSZ (szemesés) „40”	0,41	5,77	25,5	12,2	8,7	8,0	28,9
8. NK + NIFOSZ (por) „40”	0,40	6,25	25,1	10,8	8,5	7,5	25,8
9. NK + NIFOSZ (szemesés) „23”	0,42	6,03	22,4	11,5	8,7	7,5	27,7
10. NK + NIFOSZ (por) „23”	0,42	6,34	23,7	11,8	8,7	7,7	28,2
SzD <sub>3</sub> %	—	—	—	2,5	—	—	—

A bugahányás pedig a kontrollkezelésekben kezdődött hamarabb egy-pár nappal. A továbbiakban a fejlődés üteme gyakorlatilag azonosan haladt. A növények tápanyagellátását az egyes kezelésekben híven tükrözték a növé-



1. ábra

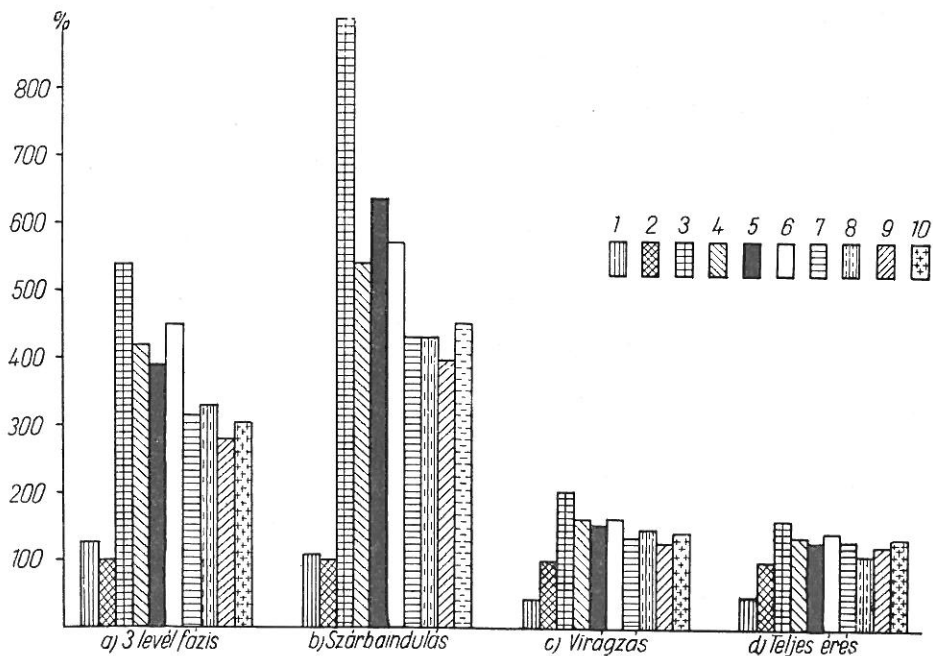
A zab tápanyagfelvétele különböző fejlődési szakaszokban I: a 3 levél fázisban, II: szárbainduláskor, III: virágzáskor, IV: teljeséréskor. 1—10 kezelést lásd 5. tábl.

nyek morfológiailag is. A trágyázatlan kezelésben halványzöld, a nitrogén-kálium kezelésben haragoszöld, az NPK kezelésekben üde középzöld színben díszlettek a növények.

Egyes fejlődési szakaszokban (3 levél fázis, szárbaindulás, virágzás és teljesérés) növénymintákat szedtünk (5 növény/edény), melyeket tápanyagra megvizsgáltunk. Mértük a szárazanyag súlyát is. A növények kénsavas + hidrogénperoxidos roncsolása után a nitrogént desztillálással, a foszfort kolorimetrikusan, a káliumot lángfotométerrel vizsgáltuk. A növény fejlődési ütemét kifejező légszáraz anyag súlymérési adatokat az 5. táblázatban találhatjuk. A kémiai vizsgálatok alapján a zab tápanyagtartalmát kezelésként és fejlődési szakaszonként grafikusan ábrázoltuk (1. ábra).

Az 5. táblázatból láthatjuk, hogy a foszfor a növénytáplálkozásban már a kezdeti időszakban fontos szerepet játszik. A növények súlya a foszforműtrágyás kezelésekben szárbaindulás idején majdnem megháromszorozódott és még virágzáskor is jóval meghaladta a 2-es kezelés termését. A foszforhatás az össztermésben is látható.

A trágyázatlan kezelésben a zab fejletlen apró magot, silány szalmát és leveleket termett. A különböző oldhatóságú foszforműtrágyák hatása az egyes fejlődési szakaszokban gyakorlatilag azonosnak tekinthető. A szemtermésben szignifikánsan több termést adott az NK kezelés a trágyázatlanhoz viszonyítva és általában szignifikáns a foszforműtrágyák termésmenövelő hatása is. A növekedés kezdeti foszforhiánya a növény egész fejlődésén nyomot



2. ábra

A foszfortartalom változása a különböző fejlődési szakaszokban arányszámokban kifejezve, 1—10 kezelést lásd 5. táblázat

hagyott és megmutatkozott a termésben is. A különböző foszforműtrágyák, valamint azok szemcsézett és poralakú változatainak hatása között nincsen szignifikáns különbség sem a fejlődés folyamán, sem a szemtermésben.

A nagyállói homoktalajon tenyészedényben is igen jelentős termés-növelő hatása van a különféle műtrágyáknak.

A zab tápanyag (N, P, K) felvételét szintén befolyásolja a műtrágyázás. A NK kezelésben valamivel később indul meg a tápanyagok felhalmozódása a növényben, míg a foszforműtrágyát kapott kezelésekben ez a folyamat sokkal intenzívebb, ezért a tápanyagfelvételi görbe meredeken ível felfelé egész a virágzásig. A 6. táblázatból és a 2. ábrából — összehasonlítva a keze-

6. táblázat  
A zab %-os tápanyagtartalma

(1) Fejlődési szakaszok	(2) Kezelések											
	o	NK Pétisó + Kálicsó	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ + $\text{H}_2\text{O}$ + NK	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + NK	Szuper- foszfát (szemes.) + NK	Szuper- foszfát (por) + NK	NIFOSZ „40” szemes. + K	NIFOSZ; „40” por + K	NIFOSZ „23” szemes. + K	NIFOSZ „23” por + K		
a) 3 levél fázis	N	4,05	4,45	5,11	5,26	4,55	5,20	5,02	5,30	5,19	4,89	
	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,74	0,63	2,45	2,06	1,81	2,04	1,54	1,66	1,34	1,46	
	$\text{K}_2\text{O}$	0,63	0,61	0,68	0,67	0,63	0,69	0,65	0,70	0,66	0,68	
b) szárba indulás	N	1,82	3,46	3,31	3,20	3,58	3,25	3,22	3,33	3,48	3,62	
	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,35	0,36	0,98	0,60	0,66	0,64	0,53	0,49	0,47	0,51	
	$\text{K}_2\text{O}$	4,27	6,18	5,63	5,46	5,53	5,60	5,61	5,81	5,78	6,00	
c) virágzás	N	0,83	1,92	1,09	0,94	0,99	0,94	0,97	1,02	1,10	1,04	
	$\text{P}_2\text{O}_5$	0,40	0,40	0,43	0,34	0,34	0,32	0,28	0,31	0,30	0,32	
	$\text{K}_2\text{O}$	3,16	3,49	2,46	2,47	2,48	2,59	2,60	2,72	2,73	2,57	
d) teljes érés	levél	N	0,46	0,75	0,52	0,52	0,51	0,55	0,48	0,50	0,51	0,59
		$\text{P}_2\text{O}_5$	0,17	0,08	0,13	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07
		$\text{K}_2\text{O}$	2,80	2,87	2,20	2,33	2,30	2,18	2,35	2,71	2,79	2,74
	szár	N	0,18	0,25	0,18	0,16	0,18	0,16	0,16	0,20	0,18	0,16
		$\text{P}_2\text{O}_5$	0,28	0,04	0,19	0,10	0,06	0,09	0,04	0,07	0,04	0,08
		$\text{K}_2\text{O}$	4,30	4,43	3,26	3,31	3,23	3,14	3,31	3,38	3,58	3,44
	szem	N	2,08	2,59	1,79	1,81	1,79	1,67	1,78	1,67	1,83	1,82
		$\text{P}_2\text{O}_5$	0,98	0,84	0,88	0,85	0,79	0,80	0,81	0,83	0,80	0,83
		$\text{K}_2\text{O}$	0,80	0,69	0,67	0,69	0,68	0,66	0,74	0,70	0,67	0,65
	összesen	N	0,90	1,19	0,83	0,83	0,82	0,79	0,80	0,79	0,84	0,85
		$\text{P}_2\text{O}_5$	0,47	0,32	0,40	0,34	0,30	0,32	0,30	0,32	0,30	0,32
		$\text{K}_2\text{O}$	2,63	2,66	2,04	2,11	2,07	1,99	2,13	2,26	2,34	2,27

léseket — megállapíthatjuk, hogy a foszfornek a fejlődés kezdeti szakaszaiban igen nagy jelentősége van. A NP tápanyag koncentráció a tenyészidő végére fokozatosan csökken. A tápanyagfelvétel virágzaskor éri el a maximumot.

Virágzás után a tápanyagfelvétel csökken, majd megszűnik. A vegetatív szervekből átvándorol a tápanyag a generatív szervekbe, ahol a termés kialakulása történik. A növényekben egyes tápanyagok reutilizálódnak, vagyis másodlagosan is felhasználódnak. A növény a levelekből és a szárból a magba gyűjti a tápanyagokat. A virágzás utáni kémiai vizsgálatok azt mutatják, hogy a szalma (levél + szár) nagyon kevés N, P-t tartalmaz a maghoz viszonyítva, sőt a virágzás előtti tápanyagkoncentrációhoz viszonyítva is. A káliumnál fordított a helyzet.

A másodlagos felhasználódás a többi elemnél csak igen kis mértékben figyelhető meg [10]. A tápanyagtartalom bizonyosfokú csökkenése virágzás után, mely a grafikonon is jól látható, főleg a kálium esetében arra mutat, hogy kismértékű tápanyag visszaáramlás történik a talajba is.

Ilyen visszaáramlást mások [6] is megfigyeltek már. Ez valószínű a kálium mozgékonyásával magyarázható. A kálium a növényben nincsen tartósan megkötve a sejtekben csaknem teljesen ionok alakjában található, és egyszerű vízzel vagy esővel történő kimosással kivonható a növényből.

### Összefoglalás

A hazai kettősműtrágya (NIFOSZ) foszforhatóanyaga nehezebben oldható dikálciumfoszfát ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) míg az összehasonlító műtrágya a szuperfoszfát foszfora vízben oldható monokálciumfoszfát [ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ]. Az irodalomban különböző vélemények vannak az összetett műtrágyák hatékonyságával kapcsolatban, mely nem kis mértékben az egyes műtrágyák foszfortartalmának oldhatóságával is összefüggésben van. A kettősműtrágyák hatékonyságának vizsgálatára további szabadföldi és tenyész-edény kísérleteket állítottunk be. A különböző műtrágyákból azonos mennyiségű foszfort és nitrogént adtunk a talajba, csak a foszfor oldhatóságában voltak különbségek.

Kísérleteinkből megállapítható, hogy a NIFOSZ terménynövelő hatása gyakorlatilag azonos a szuperfoszfát + pétisó keverék műtrágyák hatásával. Mindkét szabadföldi kísérlet adatai szerint legjobbnak a NIFOSZ „23” kezelés bizonyult, vagyis a 23% vízoldható foszfort tartalmazó kettősműtrágya. A vízoldhatóság növelése e kísérletekben nem biztosított további terménynövekedést.

*Érkezett: 1961. december 20.*

### Irodalom

- [1] CARPENTIER, L. J.: Considerations relatives aux experiences recentes sur la valeur fertilizante des engrais complexes. Bull. Docum. Paris. No 27. 1960.
- [2] DEBRECZENI, B. & DEBRECZENI, B-NÉ: Összehasonlító kísérletek különböző egyszerű és kombinált műtrágyákkal. Agrokémia és Talajtan. **9**. 291—306. 1960.
- [3] DEBRECZENI, B-NÉ & DEBRECZENI, B.: Különböző szemcseméretű és oldhatóságú egyszerű és összetett műtrágyák érvényesülésének vizsgálata. II. Mikroparcellás szabadföldi kísérletek tavaszi árpával. Agrokémia és Talajtan. **9**. 453—468. 1960.
- [4] DEBRECZENI, B.: Szravnitelnoje izucsenie effektivnoszti foszfatov prosztüh i szlozs-nüh udobrenij. Kandidátusi értekezés. Moszkva 1961.
- [5] DEMOLON, A.: Znacsenie oszazsdennovo dikalcijevovo foszfata kak udobrenija. V kn. Primenenie mineralnüh udobrenij v zarubezsnüh sztranah. Szel'hozgis. Moszkva. 1958.
- [6] FRENÝÓ, V.: Növényélettan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1959.



- [7] GRACEV, D. G.: Znacsenije vodnorasztvorimoj  $P_2O_5$  v szmesannüh i szlozsnüh udobrenijah. Udobrenie i urozsaj. (2) 11—16. 1959.
- [8] PAASJES, K. H. S. & SISSINGH, H. A.: An experiment for determining the depth of penetration of various phosphates with the aid of  $P^{32}$ . Netherlands J. Agric. Sci. 1. 15—26. 1953.
- [9] KOZÁK, M.:  $P^{32}$ -vel jelzett szuperfoszfát műtrágya talajbahatolásának vizsgálata meszes homoktalajon. Agrokémia és Talajtan. 10. 217—222. 1961.
- [10] RATNER, E. I.: A növények táplálkozása és a trágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1958.
- [11] SCSEBA, Sz. V.: Effektivnoszt mineralnüh udobrenij na podzolisztüh pocsvah. Goszhimzdat. Moszkva—Leningrád. 1955.
- [12] TURCSIN, F. V. & SZOKOLOVA, V. I.: Effektivnoszt szlozsnüh udobrenij polucsajemüh na osznove azotnokiszlotnoj pererabotki foszfátov. Udobr. i urozsaj. (10) 11—20.
- [13] VAGGAMAN, V.: Foszfornaja kiszlota, foszfutü i foszfornüe udobrenija. Izd. Inosztran. Lit. Moszkva. 1957.
- [14] WEBB, J. R. & PESEK, J. T.: An evaluation of phosphorus fertilizers varying in water solubility. I. Hill applications for corn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22. 533—538. 1958.

## Анализ полезного действия венгерского двойного минерального удобрения (НИФОС) в зависимости от содержания в нем растворимого фосфата

К. ДЕБРЕЦЕНИ

Научно-исследовательский институт орошения и рисоводства, Сарваш (Венгрия)

### Резюме

Фосфорное действующее начало венгерского двойного минерального удобрения (НИФОС) — труднорастворимый дикальциевый фосфат ( $Ca HPO_4 \cdot 2H_2O$ ), а суперфосфат, служащий для сравнения, содержит легко растворимый в воде монокальциевый фосфат [ $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ ]. В специальной литературе по этому вопросу мы встречаемся с различными точками зрения о полезном действии сложных минеральных удобрений, в зависимости от растворимости фосфора в данном удобрении. С целью выяснения влияния двойных минеральных удобрений на урожай растений, нами были заложены полевые опыты и опыты в вегетационных сосудах.

Количество фосфора и азота в разных минеральных удобрениях, применяемых в опытах, было одинаковым, но растворимость фосфора была различна.

Из полученных данных мы сделали выводы, что действие НИФОСа такое же, как и действие сулерфосфата + соль Пети. По данным двух полевых опытов самые хорошие результаты получились в варианте «23» т. е. то двойное удобрение, которое содержит 23% воднорастворимого фосфора.

Табл. 1. Данные анализа применяемых удобрений. (1) Минеральные удобрения. (2) Химический анализ удобрений в %, общий азот, воднорастворимый, цитраторастворимый и общий  $P_2O_5$  в %.

Табл. 2. Данные по агротехнике полевых опытов. (1) Данные по агротехнике. (2) Место опытов.

Табл. 3. Урожай озимой ржи в 1960—61 гг. в Надькалло. (1) Варианты. (2) Урожайность а) зерно, в) солома. (3) Соотношение зерно-солома.

Табл. 4. Урожай озимой ржи в 1960—61 гг. в Надьхёрчег. (1) Варианты. (2) Урожайность а) зерно, в) солома. (3) Соотношение зерно-солома.

Табл. 5. Воздушно сухой вес овса в различные стадии его развития, в гр/10 растений. (1) Варианты. (2) Фазы развития. (3) Фаза 3 го листа. (4) Выход в трубку. (5) Цветение. (6) Полная зрелость (листья, стебель, зерно вместе).

Табл. 6. Содержание питательных веществ в овсе в различные стадии его развития. (1) Фазы развития а) фаза 3 го листа, в) выход в трубку, с) цветение, д) полная зрелость (листья, стебель, зерно). (2) Варианты см. табл. 5.

Рис. 1. Усвоение питательных веществ овсом в различные стадии его развития в мг/10 растений. I — фаза 3 го листа, II — выход в трубку, III — цветение, IV — полная зрелость. I—10 варианты см. табл. 5.

Рис. 2. Динамика содержания фосфора в различные стадии его развития в относительном числе. Фазы развития (I—IV) и варианты (1—10) см. Рис. 1.

## Etude de l'efficacité de l'engrais double hongrois (NIFOSZ) en rapport avec la solubilité de sa teneur en acide phosphorique

K. DEBRECZENI

Institut de Recherches pour l'Irrigation et la Culture du Riz, Szarvas (Hongrie)

### Résumé

L'acide phosphorique actif de l'engrais double hongrois (NIFOSZ) est présent sous la forme de phosphate dicalcique peu soluble ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ), tandis que dans le superphosphate, qui a servi pour la comparaison, il est formé par du phosphate monocalcique soluble à l'eau. Dans la littérature l'on trouve des opinions divergeantes concernant l'efficacité des engrais composés, ce qui dépend en un degré considérable aussi de la solubilité du composant phosphorique de l'engrais. Pour déterminer en quel degré l'efficacité de l'engrais double dépend de la solubilité de sa teneur en acide phosphorique l'auteur a fait des expériences en pots et au terrain.

La quantité de l'acide phosphorique et de l'azote ajoutée au sol par les différents engrais a été la même en chaque cas, la solubilité de l'acide phosphorique seule a varié.

Dans tous les deux essais au terrain l'on a pu établir que l'effect grossissant du NIFOSZ sur le rendement a été pratiquement identique avec l'effect d'un mélange de superphosphate et de pétió (pétió =  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$ ). Dans les deux essais c'est le traitement NIFOSZ „23” qui a été le plus efficace, c'est-à-dire l'engrais double à 23% d'acide phosphorique soluble à l'eau. L'augmentation de la solubilité à l'eau n'a pas augmenté davantage le rendement.

Dans les essais en pots, où l'efficacité de l'acide phosphorique a été plus grande que dans les essais au terrain, l'auteur est arrivé aux mêmes conclusions. L'effect sur l'augmentation du rendement des engrais phosphoriques employés a été identique dans ces essais.

*Tableau 1.* Données concernant les engrais employés. (1) Sorte d'engrais. (2) Composition chimique des engrais en % N total,  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble à l'eau, au citrate et total.

*Tableau 2.* Données agrotechniques des essais au terrain. (1) Données agrotechniques. (2) Endroit de l'essai.

*Tableau 3.* Rendement du seigle d'automne en 1960—61 à Nagykálló. (1) Traitements. (2) Rendements a) grain, b) paille, (3) Rapport grain-paille.

*Tableau 4.* Rendement du blé d'automne en 1960—61 à Nagyhorcsög. (1) Traitements. (2) Rendements a) grain, b) paille. (3) Rapport grain-paille.

*Tableau 5.* Poids séché à l'air de l'avoine selon les stades de développement g/10 plantes. (1) Traitements. (2) Stade de développement. (3) Phase à 3 feuilles. (4) Montée (5) Floraison. (6) Maturité complète (grain, tige, feuilles, total).

*Tableau 6.* Teneur en matières nutritives de l'avoine par stades de développement. (1) Stade de développement a) Phase à 3 feuilles, b) Montée, c) Floraison, d) Maturité complète (feuilles, tiges, grains). (2) Traitements.

*Fig. 1.* Absorption des matières nutritives par l'avoine dans les différents stades de son développement mg/10 plantes. I. Phase à 3 feuilles; II. Montée; III. Floraison IV. Maturité complète. 1 à 10 numéro du traitement voir tableau 5.

*Fig. 2.* La variation de la teneur en acide phosphorique dans les différentes périodes du développement exprimée par des nombres proportionnels. 1—10 numéros du traitement, et stade de développement (I—IV) voir fig. 1.