

Trágyázási tartamkísérletek rövid értékelése (1950-1985)

A szabadföldi kísérletezés módszere ismert, alkalmazása a kutatók, oktatók és a mezőgazdaságban dolgozó szakemberek részére szinte nélkülözhetetlen. A szabadföldi kísérletezés során azonban a trágyázás területén is felvetődhetnek olyan kérdések, amelyek megválaszolásához csak hosszabb ideig, több éven át végzett kísérletek eredményei alapján adható szabatos válasz. E tekintetben különös jelentősége van a tartamkísérleteknek.

Egy adott probléma azonos helyen, azonos parcellákon, azonos tematikával, hosszabb időn át történő vizsgálata betekintést enged a talajban lejátszódó folyamatok során kialakult, a talaj termékenységére jellemző állapotra, amely a trágyahatásokat és a trágyázás szükséges módszerét befolyásolja.

Ismert, hogy a klasszikus értelemben vett első trágyázási tartamkísérleteket például Angliában, Rothamstedben már 150, illetve Halléban (Németország) 120 évvel ezelőtt állították be. Hazánkban sajnos ilyen régi tartamkísérletekről nem számolhatunk be. A legrégebbiek a Westsik-féle homoki vetésforgó kísérletek (1929), amelyek azonban nem szabatos trágyázási kísérletek. A 30-as 40-es évek kezdeményezései sem vezettek eredményhez. Az 1950-es évek második felére már hazánkban is megérett a mezőgazdasági kutatás helyzete, mind szellemiekben, mind az anyagi le-

hetőségeket illetően arra, hogy hosszabb időre tervezett trágyázási kísérletek kerüljenek beállításra.

A témák adottak voltak: egyrészt az egyre nagyobb mennyiségben rendelkezésre álló műtrágyák leghatékonyabb felhasználása, másrészt a szerves- és műtrágyák hatásának és alkalmazásának kérdései álltak az érdeklődés középpontjában. Ezenfelül továbbra is megoldandó maradt hazánk szikes és savanyú talajainak problémája is. A szigorúan vett trágyázási kérdéseken kívül olyan talajjavítási és talajművelési problémák is felvetődtek, amelyek szoros kapcsolatban álltak a trágyázással, a növények tápelemellátásával.

Ennek megfelelően a vizsgált kérdéseket a következő két nagy csoportra oszthatjuk:

1. Trágyázási kísérletek.
2. Talajjavítási és talajművelési kísérletek.

A fenti csoportosításnak megfelelően elsősorban csak a trágyázási kísérletek összefoglaló eredményeinek ismertetésére szorítkozunk, és pedig elsősorban azokra, amelyeknek legalább 8 éves feldolgozott és közölt adatai állnak rendelkezésünkre.

A kísérleti anyagból egyértelműen kitűnik, hogy a régebbi kísérletek terméseredményei sokszor - a mai szemmel nézve - igen alacsonyak voltak, még a trágyázott parcellákon is. Ez a

korábbi években felhasznált alacsonyabb műtrágyaadagokkal és az adott időszaknak megfelelő kevésbé intenzív növényfajtákkal magyarázható.

Mint az összefoglaló értékelésből is látható, a kísérletek feldolgozása sokoldalú volt és az eredmények feldolgozása során korszerű matematikai vizsgálati módszereket (variancia-analízis, összefüggés-vizsgálatok) alkalmaztak. A terméseredmények megállapításán túlmenően meghatározták a növények tápelemtartalmát, és kiszámították a felvett tápelemmennyiségeket is. Számításokat végeztek a tápanyagok érvényesülésére, a növények fajlagos tápelemtartalmára, az 1 kg tápanyagra jutó termésnövekedésre vonatkozólag. Vizsgálták a kísérleti talajokat, összefüggést állapítottak meg a tápanyagmérlegek és a talajvizsgálatok között. Vizsgálták továbbá az egységnyi talaj-tápanyagtartalom növeléséhez szükséges egyes műtrágyák mennyiségét, sok esetben a talajban maradt tápanyag felvehetőségét, illetve egyes esetekben a növényanalízis használhatóságát és határértékeit is.

Trágyázási kísérletek

1. Szerves- és műtrágyák hatásának összehasonlítása

A szerves trágya kontra műtrágya probléma, melynek eredete még a Thaer-Liebig vitában gyökerezik, hazánkban nagyrészt gyakorlati eredetű is volt. Hazánkban az 50-es években ugrásszerűen megnövekedett a felhasznált műtrágya mennyisége. Ekkor merült fel az a kérdés, hogy felhasználhatjuk-e külön az istállótrágyát (istállóhoz közel, kisebb szállítási költséggel) és külön a műtrágyát (istállótól távol),

vagy a hatékonyság növelése érdekében együttesen kell alkalmaznunk a kettőt; vagy valóban vannak olyan növények, amelyek csak az istállótrágyát hálálják meg.

A fenti kérdések megválaszolásához olyan kísérletek beállítására volt szükség, amelyek eredményei konkrét, egyértelmű választ adhatnak a felvetett kérdésekre. Ezt felismerve, az 50-es évek második felében az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, valamint több vidéki kísérleti intézmény állított be kísérleteket (ezeknek egy része még ma is folytatódik). E közleményben elsősorban az MTA TAKI Trágyázási Osztályának eredményei - az irodalomban megjelent feldolgozás alapján - kerülnek összegzésre.

A. Martonvásári tartamkísérletek

(BALLA, 1973, 1974, 1979, 1980; KRÁMER, 1979; SARKADI, 1966, 1976; SARKADI, GYÓRFFY & BALLA, 1964; SARKADI et al., 1979)

A martonvásári kísérleti terület talaja löszön kialakult erdőmaradványos csernozjom. Közel semleges, változó CaCO_3 és 2,5-3 % humusztartalommal. Könnyen oldható foszforban szegény, káliummal közepesen ellátott.

A kísérletek egyik csoportja: (a) az istállótrágya (a kezdeti években egyéb szerves anyagok is) és a műtrágyák hatásának összehasonlításával foglalkozik, a másik csoport: (b) az istállótrágya és a műtrágyák kölcsönhatásait vizsgálja (1. táblázat).

a) Az istállótrágya és a műtrágyák hatását összehasonlító, szám szerint öt kísérlet 18-20 éves eredményeit közöljük.

1. táblázat
Az istállótrágya-műtrágya összehasonlító kísérletek adatai
(Martonvásár, 2.11 kísérlet)

2.14: 18 év átlaga	2.21-22-23: 12 év átlaga	2.23: 20 év átlaga
--------------------	--------------------------	--------------------

A. Adott tápanyag, kg/ha

Keze- lés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Keze- lés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	62,5	35,0	81,5	5.	98	68	101	105	66	11
2.	62,5	35,0	78,0	6.	98	67	94	105	64	9
3.	124	65	100	7.	99	67	89			
4.	120	63	82							

B. Szemtermés, t/ha

Keze- lés	t/ha	Keze- lés	t/ha	t/ha
Ø	5,41	Ø	3,25	3,6
1.	6,75	5.	4,56	5,2
2.	7,08	6.	4,96	-
4.	7,65	7.	5,19	6,0
5.	7,65	SzD ₅ %	0,5	0,5

C. N-hasznosulás, %

Keze- lés	%	Keze- lés	%	%
1.	36	5.	35	36
2.	46	6.	49	-
3.	37	7.	59	60
4.	43			

D. Talajtulajdonságok változása 20 év alatt, 2.23

Év	Kezelés	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Humusz %	AL-P ₂ O ₅ ppm	AL-K ₂ O ppm
1959.	Kiindulás	7,4	6,9	2,7	40	180
1974.	Trágyázatlan	7,5	6,9	2,6	30	170
	Ist. trágya	7,5	7,0	2,9	110	240
	Műtrágya	7,3	6,7	2,7	90	240

Kezelés: 1. Ist. tr.; 2. M₁; 3. Ist. + M.; 4. M₂; 5. Ist. tr.; 6. ½ I + ½ M; 7. M.

E kísérletekben a kétféle alakban adott tápanyagok - főképpen a NP - mennyisége közel azonos volt.

A búza, ill. kukorica szemtermés eredményeket értékelve megállapítható, hogy a műtrágya minden kísérletcsoportban nagyobb termést adott, mint az istállótrágya (istállótrágya 4,6-6,8; műtrágya 5,2-7,1 t/ha), és az istállótrágya + műtrágya együttes alkalmazása sem mutatott előnyt a csak műtrágyával szemben. A tápanyag hasznosulási értékek a nitrogénre vonatkozólag mutatják a legnagyobb különbséget: istállótrágyából az összes N 35-36 %-a, a műtrágya nitrogénjének 46-59 %-a hasznosult. A foszfornál, az irodalmi adatokkal egyezően, az eltérés nem volt számottevő.

A talajtulajdonságok változásait a trágyázás hatására 16-18 év után a mért paraméterek alapján mutatjuk be. A talaj pH-t a műtrágyázás csökkentette, bár a mezősegi jellegű talajon ez a csökkenés aránylag csekély volt (0,2). A humusztartalom az istállótrágyázott parcellákon 0,2 %-kal nőtt, a trágyázatlanon 0,1 %-kal csökkent, a műtrágyázott parcellákon változatlan maradt. A műtrágyázott növények tarló- és gyökérmaradványai az adott viszonyok között tehát elegendők voltak a talaj szervesanyag-szintjének fenntartására.

A trágyázás legnagyobb mértékben a talaj AL-P-értékekre hatott. Ezek változása szoros összefüggést mutat a talaj P-mérlegével, vagyis az adott P-trágyából a talajban maradt foszfor mennyiségével. 100 kg P_2O_5 1 mg-mal növelte a talaj AL- P_2O_5 -tartalmát, függetlenül attól, hogy a foszfort istállótrágya vagy műtrágya alakjában vittük be a talajba.

Két kísérletben utóhatásokat is vizsgáltunk. A kezeléseket úgy alakítottuk

át, hogy azok a 12 évig adott trágyák, elsősorban a P-trágya vizsgálatára alkalmasak legyenek. A P-trágyázás megszüntetése az azt követő 9 évben nem okozott törést a P-felvételben. Az utóhatás-vizsgálatok során a látszólagos P-hasznosulás istállótrágyázás esetén 18 %-ról 37 %-ra, míg a műtrágyázás esetén 24 %-ról 46 %-ra növekedett. Ez évi 2, ill. 2,5 % utóhatásnak felel meg. A P-utóhatás mellett az újból adott "friss P-trágya" további terménynövekedést eredményezett, mégpedig a régi P hatását mintegy megkétszerezte. A friss P-trágya tehát mindenképpen szükséges, de a rendszeres trágyázás után felhalmozódott foszfor mennyiségét is számításba kell venni.

b) Az istállótrágya és műtrágya kölcsönhatásának kérdése összekapcsolja a kétféle trágyázás problémakörét. Fontos annak ismerete, hogy milyen műtrágya-kiegészítések szükségesek az istállótrágya hatásának növelésére és hogyan hat egymásra a kétféle trágya-szer. E célt szolgálják az 1958 és 1959 őszén Martonvásáron beállított kísérletek (2. táblázat).

Ezek első 16 évében 8-kezeléses hiánykísérletnek megfelelő műtrágyakezelések szerepeltek (0, PK, NK, NP és NPK) önmagukban és istállótrágyázott alapon. A kísérleti növény kukorica és őszi búza volt.

A búza jelzőnövény esetében az istállótrágya önmagában, ill. N-kiegészítés nélkül jelentősen kisebb terméseket adott, mint a műtrágya, kukoricánál nem volt lényeges különbség. N-kiegészítéssel az istállótrágya búbából is megközelítette a műtrágyakezelés termését. A műtrágyás kezelésekhöz viszonyítva a műtrágya + istállótrágya már további szignifikáns terménynövekedést

2. táblázat
Istállótrágya - műtrágya kölcsönhatás kísérletek,
1955-1975 (Martonvásár)

I. kísérlet				II. kísérlet				
A. Adott tápanyagok mennyisége, kg/ha								
Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Kezelés	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Ist. t.	62	36	85	Ist. t.	58	33	84	
Műtr.	104	61	69	Műtr. 1	64	39	61	
				Műtr. 2	128	74	80	
B. Szemtermés, t/ha								
Keze- lés	Kuko- rica	D	Őszi búza	D	Kuko- rica	D	Őszi búza	D
Ø	5,0		1,8		4,6		2,5	
Ist. t.	5,9	0,9	2,3	0,5	5,2	0,6	2,9	0,4
NPK	6,0		3,5		5,8		4,5	
Ist. + NPK	6,2	0,2	3,7	0,2	5,6	-0,2	4,6	0,1
SzD _{5%}	0,5		0,4		0,5		0,4	
C. Látszólagos tápanyag-hasznosulások, %								
Kezelés	N %		P ₂ O ₅ %		K ₂ O %			
Ist. t.	19		14		16			
NPK	61		23		21			
Ist. + NPK	44		20		18			

nem adott. A látszólagos tápanyaghasznosulás a N-műtrágyából többszöröse volt annak, mint az istállótrágyából, az irodalmi adatokkal egyezően. A foszfor és kálium esetében nem volt ilyen nagy különbség. A műtrágya-hatóanyagok érvényesülését az istállótrágyának tulajdonított, nem tápanyag-jellegű hatások az adott esetben nem növelték.

A kísérletek 16 év után a kezelések átalakításával a talajban felhalmozódott

P utóhatásainak vizsgálatára is alkalmaztak lettek. Ugyanakkor egyes, régi P nélküli kezelésekre adtak friss P-t, hogy a "régi" és az "új" P hatását össze lehessen hasonlítani. Az eredmények szerint az utolsó 4 évben adott P-műtrágya (új P) lényegesen kevésbé növelte a termés P-felvételét, mint az első 16 évben a talajban visszamaradt P-műtrágyák utóhatása (régi P). Az alacsony AL-P-szinteken tehát a várható

3. táblázat
P-utóhatások az istállótrágya-műtrágya kölcsönhatás kísérletekben
(Martonvásár, I-II. kísérlet)

I. kísérlet						
Kezelés	P nélkül		"Új P"		"Régi P"	
	<i>P-felvétel 4 év alatt, kg/ha</i>					
Ist. trágya nélkül	91		165		194	
Ist. trágyázott	121		176		202	
	<i>P-hatás</i>					
Ist. trágya nélkül			74		103	
Ist. trágyázott			55		81	
	P nélkül		"Új P"		"Régi P"	
	1974- ben	1978- ban	1974- ben	1978- ban	1974- ben	1978- ban
	<i>A talaj AL-oldható P₂O₅-tartalma, mg/100 g talaj</i>					
Ist. trágya nélkül	3,8	4,3	4,2	7,0	11,4	8,5
Ist. trágyázott	6,4	5,0	7,0	9,8	15,2	11,3
II. kísérlet						
	P nélkül		"Új P"		"Régi P"	
	1979-ben		1979-ben		1979-ben	
	<i>A talaj AL-oldható P₂O₅-tartalma, mg/100 g talaj</i>					
Ist. trágya nélkül	3,3		5,5		8,3	
Ist. trágyázott	3,8		5,4		9,4	

termés P-tartalmának megfelelő P-adag még nem volt elegendő az elérhető maximális termésekhez (3. táblázat).

Az eddigi kísérletek eredményei azt a felfogást erősítik meg, hogy az istállótrágyázás a növények tápanyagigényét kielégítő műtrágyázás hatását sem az alkalmazás évében, sem az azt követő években nem növeli tovább.

Annak ellenére, hogy talajaink termékenységének fenntartásában ma már a műtrágyázás jelentősége nem vitatható, a tápanyagok biológiai körforgásába nagy energia- és anyagrafordítással bevitt újabb és újabb készletek megóvása érdekében szükséges a szerves hulladékok minél gondosabb kezelése és visszajuttatása a talajba.

4. táblázat
A nagykállói és pesthidegkúti tartamkísérletek eredményei

Kezelés	Nagykálló			Pesthidegkút		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O

A. Adott tápanyag, kg/ha

Ø	-	-	-	-	-	-
Ist. tr.	93	55	137	100	56	158
½ Ist.	93	55	117	100	56	126
tr+ ½ M						
Műtr.	93	55	97	100	56	95
½ Műtr.	47	28	49	50	28	47

B. Szemtermés, t/ha

Kezelés	A.	B.	C.	A.	B.	C.
Ø	22,9	11,2	27,2	19,4	15,2	25,0
Ist. tr.	36,8	22,2	42,1	32,2	25,2	39,0
½ Ist.	40,0	20,2	44,6	38,0	26,4	44,2
tr+ ½ M						
Műtr.	43,0	23,9	44,2	39,9	29,5	44,2
½ Műtr.	39,8	19,4	40,9	31,9	22,1	38,2

C. ABC-átlag

Kezelés	N-hasznosulás	K-hasznosulás	N-hasznosulás	K-hasznosulás
Ist. tr.	32	28	26	16
½ Ist. tr+	41	35	36	24
½ M				
Műtr.	46	42	50	36
½ Műtr.	49	56	43	34

B. Más kísérleti telepeken folyó kísérletek.

Nagykálló, Pesthidegkút, 1962-1969
(BALLA, 1974)

Az előbbiekhöz hasonló kísérletek kerültek beállításra a nagykállói sava-

nyú, homok barna erdőtalajon és a pesthidegkúti vályogos barna erdőtalajon. A kísérletben az istállótrágya és a műtrágya kétféle adagjával és együttes alkalmazásával 8 kezelés szerepelt, 3 növényi sorrenddel: éspedig: A) búza-kukorica kétéves vetésváltással; B) búza

monokultúrával, és C) kukorica monokultúrával. Az istállótrágya-műtrágya összehasonlítás alapja itt is a NP-hatóanyagazonosság elve volt. A 8 éves eredmények az előzőekhez hasonlóak voltak, vagyis a csak műtrágyakezelés hatása egyik talajon sem maradt le az istállótrágyáé mögött, egyik növényi sorrendben sem. Az istállótrágya és a műtrágya együttes alkalmazása kukorica monokultúrában gyakorlatilag azonos hatású volt a műtrágyáéval. A műtrágya hatása tehát a vizsgált barna erdőtalajokon is azonos volt az istállótrágya hatásával a vizsgált időszakban, 8 év alatt (4. táblázat). A nitrogén és foszfor látszólagos hasznosulása az előzőekhez hasonlóan alakult.

Pesthidegkút és Őrszentmiklós, 1962-1969 (LATKOVICS, 1977)

Pesthidegkúton, vályogos barna erdőtalajon, valamint Őrszentmiklóson, gyengén lúgos, meszes homokon 8 éves kísérlet folyt az évenként és kétévenként adott istállótrágya és az NPK-műtrágyák, valamint a N- és P-műtrágyával kiegészített istállótrágya hatásának vizsgálatára, kukorica monokultúrában (5. táblázat).

Az eredmények azt mutatták, hogy az évente és kétévente adott istállótrágya hatása azonos volt mindkét talajon. A termések azonban jelentősen és szignifikánsan kisebbek voltak, mint az NPK-műtrágyázott kezelésekben. A P-trágyázásnak sem önmagában, sem istállótrágyával nem volt hatása. A N-műtrágyázás mindkét talajon jelentős terméshozadékat adott. A homoktalajon az istállótrágya és a N-trágya kölcsönhatása pozitív volt. Istállótrágyázás esetén a tápanyagmérték a talajban mindig po-

zitív volt, tehát a növények kevesebbet vettek fel, mint amennyit az adott trágya tartalmazott. Az NPK-műtrágya kezelésekben a kisebb adagok esetén ($N_{60}P_{25}$) negatív, a nagyobb adagoknál pozitív volt a mérleg. A látszólagos tápanyaghasznosulás minden esetben kedvezőbb volt a műtrágyából, mint az istállótrágyából.

1.2. Szalma- és kukoricaszár trágyázási kísérletek (BALLA, 1974)

A kísérletek 8 vagy annál több évig folytak 4 kísérleti helyen, löszön kialakult erdőmaradványos csernozjom (Martonvásár), vályogos barna erdőtalajon (Pesthidegkút), savanyú homokos barna erdőtalaj (Nagykálló) és vályogos agyag, mélyben sós réti talajon (Mezőnagymihály).

A szalma és kukoricaszár trágyahatásának vizsgálatára egy-egy nagyobb kísérlet három kezelése szolgált: 1. Trágyázatlan; 2. Szalma ill. kukoricaszár + műtrágya; 3. Műtrágya. A 2. és 3. kezelések azonos mennyiségű műtrágyát kaptak, a következő mennyiségben: 92-122 kg N/ha; 54-79 kg P_2O_5 /ha; 94-114 kg K_2O /ha.

A kísérletek általában a búzaszalma, ill. a kukoricaszár alászántása a vizsgált időszak alatt nem befolyásolta az adott műtrágyaadagok mellett lényegesen a termést. Az összes kivont tápanyag mennyisége azt mutatja, hogy a szár, ill. szalma pozitív hatása a kísérletek általában nem igazolható statisztikusan, de az bizonyos, hogy károsan sem befolyásolta a növények fejlődését.

A kísérleti parcellák talajának 8 év utáni vizsgálata azt mutatta, hogy a szalma és a szár csökkentette a talajok pH-

5. táblázat
Istállótrágya- és műtrágyahatások és kölcsönhatások
(Órszentmiklós és Pesthidegkút, 1962-1969)

Kukoricaszem, t/ha

Keze- lés	Órszentmiklós				Pesthidegkút			
	Ter- més- többlet	N	P	NP	Ter- més- többlet	N	P	NP
			hatás				hatás	
A - 1	1,76				1,89			
B - 2	0,90				0,79			
A - 2	1,75				1,98			
B - 1	-0,29				-0,06			
B - 3	0,86		-0,04		0,75		-0,04	
A - 3	2,05		0,30		1,96		-0,02	
C - 1	0,75				1,96			
C - 2	2,45	1,55			2,89	2,10		
D - 2	2,22	0,86			3,45	1,47		
D - 1	0,83				2,21			
C - 3	2,50			1,59	2,86			2,06
D - 3	2,68			0,93	3,48			1,49

Trágyakezelések, kg/ha

A = Műtrágyák

1. Ø

2. $N_{60}P_{25}K_{75}$

3. $N_{60}P_{50}K_{75}$

B = Istállótrágya + P

1. P_{25}

2. 10 t ist. tr. évente

3. 10 t ist. tr. évente + P_{25}

C. Istállótrágya + N

1. N_{60}

2. 10 t ist. tr. évente + N_{60}

3. 10 t ist. tr. évente + $N_{60}P_{25}$

D. Műtrágyák

1. $N_{60}P_{25}$

2. $N_{120}P_{25}K_{75}$

3. $N_{120}P_{50}K_{75}$

ját. A homokos és vályogos barna erdőtalajokban (Nagykálló és Pesthidegkút) növelte a talaj humusz- és AL-oldható K-tartalmát.

1.3. Műtrágyázás kísérletek

a) *NPK-műtrágyázási kísérlet (Pesthidegkút) (LATKOVICS & KRÁMER, 1968)*

Tápanyagokban szegény, évtizedek óta nem trágyázott területen folyt a 3x3x2 faktoriális NPK-kísérlet, búza és kukorica jelzőnövényekkel (6. táblázat).

A trágyázatlan parcellák igen alacsony terméseket adtak, míg a trágyázás e terméseket több mint háromszorosára növelte. A N-műtrágya mindkét növénynél szignifikáns terméstöbbletet eredményezett, amely az utolsó két évben az NPK-kombinációban már 120 kg/ha adagig lineáris volt.

A P-műtrágyázás, nitrogénnel együtt adva is, csak a kalászosoknál volt hatásos, évi 30-60 kg-os adagokban. Ennél nagyobb adagok már nem növelték tovább szignifikánsan a kalászosok termését sem. A K-hatás csak az utolsó két évben volt szignifikáns, és erős volt a NPK-kölcsönhatás.

Másodfokú polinom hatásfüggvények illesztésével megállapítást nyert, hogy a maximális szemtermést biztosító P_2O_5 -adag 80 kg/ha, míg a nitrogén maximuma nagyobb volt 120 kg/ha N-adagnál.

A B kísérleti év átlagában az NPK-kezelésben az adott N 46 %-ban, a P 14 %-ban érvényesült. A fajlagos NPK-felvételek kiegyensúlyozott NPK-műtrágyázás mellett a kalászosokra és a kukoricára közelálló értékeket mutat-

tak (22-24 kg N; 7-9 kg P_2O_5 és 17-18 kg K_2O /t szemtermés).

A szemtermések hatásfüggvényeiből kiszámítható, hogy az adott viszonyok között elérhető maximális termés eléréséhez nitrogénből átlagosan 30 %-kal többet kellett adni, mint amennyit a növények föld feletti részei éréskor tartalmaztak. Foszforból a kísérlet első két évében ennél 100 %-kal többet kellett adni, míg a kísérlet utolsó két évében - a talaj megfelelő P-szintjének kialakulása után - elegendő volt a növény föld feletti részében felvett P-mennyiség kijuttatása.

b) *Búzakísérletek (Martonvásár, Nagyhorcsók, Pesthidegkút) (KRÁMER, 1973)*

A három kísérleti helyen, helyenként 6-12 évig folyó műtrágyázási kísérletek, összesen 23 részkísérlet adataiból a Bezostaja 1 őszibúza fajta műtrágya reakcióit értékelve megállapítható, hogy az NPK-műtrágya átlagosan megkészszerelte a termést. Ez a többlet NPK-trágyázással is csaknem elérhető volt, míg az NK-trágyázás csak feleannyi többletet adott. A N-trágya növelte a szem N-tartalmát és fajlagos N-felvételét. Az NK-kezelés a fajlagos K-felvételt növelte, míg a szem P-tartalmát csökkentette.

Valamennyi kísérlet átlagában az $N_{112}P_{62}K_{52}$ kezelésben 3,5 t/ha szemtermést adó, 1 tonna szem és hozzátartozó melléktermésekre 26 kg N-, 9 kg P_2O_5 - és 5 kg K_2O -felvétel jutott.

6. táblázat
NPK-műtrágyázási kísérlet, Pesthidegkút (1959-1967)

A. Átlagos évi műtrágyaadagok, N, P₂O₅, K₂O kg/ha

Év	N ₁	N ₂	P ₁	P ₂	K
1960-1961	55	100	42	95	50
1962-1965	60	120	60	120	60
1966-1967	60	120	30	60	45

B. Műtrágyahatások, t/ha szem (86 % száraz anyag)

Időszak	Növény	Kezelés	A K- ill. P-kezelések átlagai			
1960-61	Tav. árpa		P ₀	P ₄₂	P ₉₅	SzD _{5%}
	Őszi	N ₀	1,24	0,22	0,17	
	búza	N ₅₅	0,70	1,17	1,34	0,25
		N ₁₀₀	1,06	1,71	1,91	
1962-65	Kukorica		K ₀	K ₆₀		
		N ₀	1,03	-0,14		
		N ₆₀	1,72	1,86		0,24
		N ₁₂₀	2,43	2,60		
1966-67	Őszi búza		P ₀	P ₃₀	P ₆₀	
		N ₀	1,32	0,32	0,21	
		N ₆₀	0,98	1,65	1,65	0,32
		N ₁₂₀	1,81	2,76	2,86	
			K ₀	K ₄₅		
		N ₀	1,52	-0,05		
		N ₆₀	1,26	1,19		0,27
		N ₁₂₀	2,04	2,51		

c) Tartamkísérletek homoktalajon (Nyírlugos, 1963) (LÁNG, 1971, 1973)

Az N és P hatása és kölcsönhatása

Gyengén savanyú, tápanyagban és humuszban szegény, kovárványos barna erdőtalajon (Nyírlugos) 16 műtrágyázási kezelést 3 N-szinttel, egyszerűsített

7. táblázat
Műtrágyázási kísérletek, Nyírlugos, 1963

A. Burgonyakísérletek, gumó t/ha

Kezelés	1963.	1965.	1967.	1969.
<u>A. Aranyalma fajta</u>				
Trágyázatlan	7,81	8,81	8,68	10,53
N ₃	11,14	19,38	15,00	13,99
N ₃ P	12,32	23,46	16,71	17,58
N ₃ K	11,65	21,17	18,15	17,86
N ₃ PK	12,12	23,88	18,79	20,02
N ₃ PK-Mg	11,87	24,03	19,82	21,36
SzD _{5%}	1,30	1,83	1,69	1,65
<u>B. Gülbaba fajta</u>				
Trágyázatlan	9,16	4,75	8,02	9,90
N ₃	14,42	10,79	11,67	13,39
N ₃ P	14,62	13,57	13,67	15,12
N ₃ K	15,18	12,17	12,75	14,48
N ₃ PK	15,18	14,65	13,72	16,16
N ₃ PK-Mg	15,23	14,65	13,99	17,47
SzD _{5%}	1,11	1,27	1,54	0,81

B. Rozskísérletek, szemtermés t/ha

Kezelés	1963.	1965.	1967.	1969.
Trágyázatlan	1,67	1,63	1,43	1,47
N ₃	2,23	3,21	3,00	2,32
N ₃ P	2,29	3,83	3,58	2,43
N ₃ K	2,29	3,60	3,05	2,51
N ₃ PK	2,22	3,83	3,50	2,58
N ₃ PK-Mg	2,35	3,73	3,64	2,71
SzD _{5%}	0,46	0,36	0,26	0,25

hiánykísérlet formájában, N-, NP-, NK-, NPK- és NPKMg-kezelésekkel állítottak be. Másik tényező a talajművelés mélysége: 20 és 40 cm. A kísérleti növény kétfajta burgonya és rozs volt.

Műtrágyaadagok: a burgonya alá 50-150 kg N/ha, 150 kg K_2O /ha és 30 kg MgO /ha. Rozs alá 30-90 kg N/ha, 80 kg K_2O /ha. 48 kg P_2O_5 /ha volt egységesen minden kezelésben.

A tárgyátlan parcellák termése 4,7-10,5 t burgonya, ill. 1,2-1,7 t/ha rozs volt. A burgonyában a N-kezelések minden évben szignifikáns terméstudbilletet eredményeztek. Első évben a nitrogénhez adott egyéb műtrágya még nem okozott további termésnövekedést. A későbbi években azonban egyre inkább kedvezővé válik a P-műtrágyák hatása, mely főleg a nagy N-adagok mellett szignifikáns, 8 év után a N-trágyázás ke-reken 50 %-kal növelte a termést, ezt a P-trágyázás még 40-60 %-kal fokozta. A K-hatás már nem volt ilyen egyértelmű, 4 év alatt a burgonyakísérletekben csupán az esetek kis részében volt kimutatható K-hatás, ez is elsősorban a későbbi években és a nagyobb N-adagoknál fordult elő. A magnézium-trágyázás mindkét burgonyafajtánál gyakorlatilag hatástalan volt (7. táblázat).

Az őszi rozs N- és P-trágyareakciója általában megegyezett a burgonyáéval. K-hatás csak két esetben volt megfigyelhető. Mg-utóhatás nem volt, ellenben több ízben tapasztaltak szignifikáns N-utóhatást.

Az adott kísérletben a 20 és 40 cm-es szántás hatása között nem volt különbség.

Ugyanezen kísérletben 14 év folyamán vizsgálták a K-, Ca- és Mg-trágyázás hatását a talajtulajdonságokra és a termésre. A 14 év után végzett AL-P-

vizsgálatok azt mutatták, hogy a P nélküli kezeléseken a talaj P-tartalma a kontrollparcellákéhoz képest gyakorlatilag alig csökkent, míg a pozitív mérlegű P-trágyázás hatására, amikor is a növényekkel kiyont foszfor mennyiségének közel kétszeresét adták a P-trágyában, az AL-P értékek mintegy megkétszereződtek.

Az AL-oldható K-tartalom a K-hiányos kezeléseken kereken 1 mg-mal csökkent, míg az erősen pozitív mérlegű K-trágyázás esetében a talaj szántott rétegének K-tartalma a várakozással ellentétben mindössze 3 mg %-kal növekedett. Mintegy 500 kg K_2O -mérleg többlet, ill. hiány okozott a talaj AL-oldható K_2O -tartalmában 1 mg% változást. A karbonátos homoktalajokon ez az érték mindössze 90-130 kg K_2O . A savanyú homoktalajokban a kálium mobilitása jóval nagyobb, mint a meszes talajokban. A K-trágyázás a szántott réteg alatti szintekben is növelte az AL-oldható K-készletet. Figyelembe véve a 100 cm-es talajréteget, 1 mg AL- K_2O - növekedéshez kb. 150 kg K_2O volt szükséges.

A rendszeres nagyadagú NPK-trágyázás hatására a kísérleti talaj pH értékei csökkentek, y_1 értékei növekedtek. Az elsavanyodás a 20-40 cm-es rétegben is megfigyelhető. Ezt a folyamatot a növények Ca-igényéhez mért Ca-trágyázással, pl. évi 200 kg Ca-adaggal megakadályozhatjuk.

A magnéziummal gyengén ellátott talajban a műtrágya-Mg csak kicserélhető formában volt kimutatható, tehát a vízdoldható $MgSO_4$ formában adott magnézium feltehetően adszorbeálódott.

8. táblázat
Műtrágyázási kísérletek, Órbottyán (1959-1982)*

A. Az adott műtrágyák és a talaj AL-oldható P- és K-tartalmának alakulása

	Ø	PK	N(K)	NPK	SzD _{5%}
<u>Az adott műtrágya, kg/ha évente</u>					
N			100	100	
P ₂ O ₅		54	-	54	
K ₂ O		80	80	80	
<u>Az adott műtrágyák, kg/ha 18 év alatt</u>					
N	-	-	1800	1800	
P ₂ O ₅	-	972	-	972	
K ₂ O	-	1440	1040	1440	
<u>AL-oldható P- és K-tartalom, ppm, 1977</u>					
AL-P ₂ O ₅	53	124	42	107	14
AL-K ₂ O	67	109	100	96	10

B. Az őszi rozs szemtermésének alakulása monokultúrában

Évek	Ø	PK	N(K)	NPK	NPK-O	SzD _{5%}	Csapadék átl.
1961-66	0,58	0,63	1,31	1,79	1,21	0,16	543
1967-72	0,67	0,88	1,24	2,02	1,35	0,26	417
1973-77	0,61	0,69	0,70	1,42	0,81	0,18	442
1978-82	0,73	1,44	1,07	1,79	1,06	0,30	472

Megjegyzés: Az 1970-es évek elejétől Őrszentmiklós neve Órbottyánra változott.

d) Műtrágyahatások őszi rozs monokultúrában, Őrszentmiklós (KÁDÁR et al., 1983)

Az 1963-ban beállított, 10-kezeléses 5 ismétléses kísérlet négy alapkezelés 23 évének eredményeit KÁDÁR és munkatársai dolgozták fel. A kísérleti növény Kecskeméti H fajtájú rozs volt (8. táblázat).

Az őszi rozs szemtermése a trágyázatlan parcellákon igen alacsony volt, 5 éves átlagban 0,58-0,73 t/ha, ez azonban az idő folyamán nem csökkent, sőt még némileg nőtt is. Ugyanez látszik a PK-kezelésnél is. A kísérlet kezdetén az NK-trágyázás hatásosabb volt, mint a PK-kezelés. Idővel azonban megfordult a helyzet, az NK-kezelés termései csök-

9. táblázat

Műtrágyázási kísérlet kukorica monokultúrában (Őrbottyán, 1976-1979)

A. Szemtermés, t/ha

Kezelés	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	SzD _{5%}
Ø	2,80	3,80	4,60	4,60	
N ₁ P ₁	3,47	5,96	6,43	6,05	
N ₁ P ₂	3,23	5,96	6,53	6,79	0,85
N ₂ P ₁	3,20	5,91	6,59	6,75	
N ₂ P ₂	3,82	5,92	6,67	6,84	

B. K-hasznosulás (1972-1979) és a talaj AL-oldható K₂O-tartalma (1979)

Kezelés	Adott K ₂ O, kg/ha	Kivont K ₂ O, kg/ha	K látszó- lagos hasz- nosulása	Mérleg	AL-old- ható K ₂ O, ppm
K ₀	-	334	-	-334	66
K ₁	640	646	49	-6	78
K ₂	1280	877	42	+403	91
K ₃	1920	1069	38	+851	118

10. táblázat

P-utóhatások és új P-hatások, a N- és NK utóhatások átlagában
(Nagyhörcsök, 1961-1972)

Őszi búza szemtermés, t/ha (86 % száraz anyag) 1970-72. évek átlagában

P* (1961- 1968)	Új P szintek, P ₂ O ₅ kg/ha				SzD _{5%}	Ø ₁ **
	0	40	80	120		
P ₀	15,0	25,2	29,7	33,5	3,1	15,1
P ₁	24,9	31,2	35,4	38,2	3,1	11,0
P ₂	30,7	35,5	36,6	37,4	3,8	5,2

* P-adagok: P₁ = 240 ; P₂ = 480 kg P₂O₅/ha; P₀ = 120-200 kg N/ha; 60-100 kg K₂O/ha. ** Ø₁ = az új P (60 kg/ha/év) átlagos marginális hatékonysága

kentek, s az utolsó ciklusban már a PK-trágyázás volt a hatékonyabb, ami a gyenge P-ellátottsággal magyarázható. A legnagyobb hozamú PK-kezelés termései az idő folyamán stagnáltak. Az évenkénti termésingadozás nagymértékű volt, legkisebb mértékben az NPK-kezelés termései változtak.

Megállapítást nyert, hogy a tenyészidőszak alatt lehullott csapadék mennyisége és a termésszintek, ill. műtrágyahatások között nincs egyenes összefüggés, a legcsapadékosabb évek nem járnak mindig együtt a nagy hozamokkal. Nagy szerepet játszhat a csapadék eloszlása a tenyészidő folyamán. A túlságosan nedves években a szártőbetegségeknek is jelentős termés-csökkentő hatása lehet.

A P-trágyázás 18 év alatt a talaj $AL-P_2O_5$ -tartalmát 40-60 ppm-ről 100-120 ppm-re, a közepes ellátottsági tartományba, a K-trágyázás pedig 50-80 ppm-ről 100 ppm-re növelte.

e) Műtrágyázási kísérlet kukorica monokultúrában (Örbottyán, 1971-1979) (SZEMES et al., 1984)

A 20-kezeléses műtrágyázási kísérlet főképpen a K-hatás vizsgálatát célozta kukorica monokultúrában 0, 80, 160, 240 kg K_2O -adagokkal, 5 eltérő NP-alapon. A K-ellátottság javulása a kielégítő NP-vel ellátott parcellákon mintegy 2,5-szeresére növelte a kukorica termését, mely a 6 t-t is meghaladta a gyenge homoktalajon. A jobb K-ellátással nőtt a termések stabilitása. A K-mérleg egyenlegét jól tükrözte a talaj AL-K-tartalom alakulása. A 8 év végén a legpozitívabb mérlegű parcellák a jó, közepes ellátottságú tartományba emelkedtek.

A K-ellátottság a foszfor érvényesülését is pozitívan befolyásolta. A mérleg szerinti P-hasznosulási % a K-kontrollon 52 %, míg a káliummal jól ellátott parcellán 87 % volt.

A K, Ca, Mg és Mn levélanalízis adatok összhangban vannak a talajvizsgálati eredményekkel és szaktanácsadási szempontból is felhasználhatók, hasonló viszonyok között.

f) P-utóhatás és friss P-műtrágya hatás vizsgálata, Nagyhörcsök, 1961-1972 (SARKADI & KÁDÁR, 1974)

A kísérlet NPK-faktoriális jellegűnek indult, évenként 0, 30 és 60 kg P_2O_5 /ha adagokkal. A 8 év alatt adott összes P-mennyiség tehát 0, 240 és 480 kg/ha volt. 1969-ben úgy építették át a kísérletet, hogy minden előző P-kezelésre 0, 40, 80, 120 kg friss foszfort adtak, NK-alapon. Az új P-kezelést 1970-ben és 1971-ben megismételték. A 3 éves kísérleti eredmények szerint mind a "régi", mind az "új" foszfornak szignifikáns hatása volt. A régi és az új P kölcsönhatása minden évben szignifikánsan negatívnak mutatkozott: minél több régi P volt a talajban, annál kisebb volt az új P marginális hatékonysága. 3 év átlagában 100 kg régi P hatása 50 kg új P hatásával volt azonos. A P-mérleg szerint a talajban maradt 100 kg foszfor 70 kg új foszforral azonos értékű. A talaj AL- és $NaHCO_3$ -oldható P-tartalma jól jelezte a P-mérleg változásait, és az új P hatékonyságának csökkenését. A vizsgált intervallumban 100 kg talajba adott P az $AL-P_2O_5$ -t 1, az $NaHCO_3$ oldhatót 0,5 mg%-kal növelte a talajban. A termésgörbék alakulása szerint 10-12 mg AL-oldható, ill. 3-16 mg $NaHCO_3$ -oldható P_2O_5 -tartalom

mon felül elég a P-mérleg egyensúly elérésére törekedni, vagyis annyi foszfort adni, amennyit a növények felvesznek (10. táblázat).

g) *Szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata őszi búza monokultúrában (Nagyhőrcsök, 1973-1980)* (KÁDÁR et al., 1984; KÁDÁR & CSATHÓ, 1985)

A kísérletben évi 200 kg N és 100 kg K_2O mellett 1972 őszen fokozatosan növekvő, hat adagban, 0-720 kg P_2O_5 hatóanyagának megfelelő szuperfoszfát került kiszórásra. A további években a P-utóhatást mérték.

A talajba vitt P-műtrágya a talajvizsgálatokkal jól nyomon követhető. Ahhoz, hogy a talaj szántott rétegének AL-P-értéket 10 ppm-mel növekedjen, a tapasztalatokkal egyezően mintegy 100 kg/ha műtrágyára volt szükség a kísérlet negyedik évét követően.

A kumulatív, 8 éves termések a P-adaggal nőttek, különösen a kísérlet későbbi éveiben, amikor is a kisadagú P-trágyázás utóhatása erősen csökkent, ill. el is maradt. A nagy P-adagok utóhatása a 8 év alatt alig változott.

A legnagyobb fajlagos szemtermés-többleteket a legkisebb (40 kg/ha) P_2O_5 -adag eredményezte. Agronómiai szempontból azonban nem lehet célunk a műtrágya-P minél teljesebb hasznosulására törekedni a foszforral gyengén ellátott talajokon, kis termések árán. A foszforban gazdagabb talajokon a mérlegen alapuló - a kivontat visszapótló - trágyázás a magas termésszintek elérése mellett is a maximális P-hasznosulást is biztosítja.

A terméselemezés jól mutatta a P-műtrágyák pozitív hatását a termés-elemekre. A nagy szemtermések eléré-

séhez legalább 500 kalász/m² látszott kívánatosnak. Az őszi búza fajlagos tápelemigénye a vizsgálatok szerint 30-33 kg N, 9-10 kg P_2O_5 és 15-18 kg K_2O . A későbbi években a talajban maradt P hatékonysága, 240 kg adagig, a friss P-trágyához viszonyítva erősen csökkent. Eddigi adatok szerint az adott talajon 3-5 év alatt a 240 kg P_2O_5 hatása a felére csökkent.

A szárbaindulás előtt végzett növényanalízis alapján prognosztizálhatók a trágyahatások. A fiatal növények, különösen száraz években rendkívül P-igényesek.

A kísérletekből az alábbi következtetések vonhatók le:

A kísérletekben a műtrágyázás és az istállótrágyázás hatása a mért paraméterek alapján közel azonos volt. Esetenként - egyes talajokon (barna erdőtalaj, homoktalaj) a műtrágya hatása felülmúlta az istállótrágya hatását.

Istállótrágya és műtrágya együttes alkalmazása nem mutatott előnyt a műtrágyához képest. Szignifikáns volt a műtrágya x szerves trágya kölcsönhatás, negatív irányban - a két trágya külön-külön nagyobb hatású volt, mint együtt.

Az adott körülmények között az istállótrágyának nem tápanyagjellegű hatását nem lehet igazolni.

A műtrágya nitrogénje jobban hasznosult, mint az istállótrágyáé, a foszfor és kálium esetében a hasznosulás hozzávetőlegesen megegyezett.

A leszántott búzaszalma és kukoricaszár nem befolyásolta a növények fejlődését.

Erdőmaradványos csernozjom talajon a műtrágyázás a talaj pH-ját csökkentette, a humusztartalomban változást nem eredményezett. Az istállótrá-

gyázás hatására viszont némi növekedés mutatható ki a humusztartalomban. Átlagban 100 kg P_2O_5 1 mg-mal növelte a talaj AL- P_2O_5 -tartalmát. Az utóhatás során a P-hasznosulás tovább nő. Minél több "régi P" van a talajban, annál kisebb az "újonnan adott" hatékonysága. A vizsgált talajoknál 10-12 mg AL- P_2O_5 -nél elég a P-mérleg egyensúly elérésére törekedni.

Őszi búza szárbainduiás előtt végzett növényanalízise alapján prognosztizálhatók a trágyahatások.

Irodalom

- BALLA A., 1973. Az istállótrágya és a műtrágya hatását összehasonlító martonvásári tartamkísérletek 12 éves eredményei. *Agrokémia és Talajtan*. **22**. 101-114.
- BALLA A., 1974. Szerves- és műtrágyák hatásának összehasonlító vizsgálata vályogos és homokos barna erdőtalajon. *Agrokémia és Talajtan*. **23**. 391-406.
- BALLA A., 1974. Trágyázási kutatások eredményei. 3. Szalma és kukorica-szár trágyázás. Budapest.
- BALLA A., 1979. A foszfortrágyázás utóhatásának vizsgálata. In: Az intenzív műtrágyázás hatása a talaj termékenységre. MTA TAKI, Budapest.
- BALLA A., 1980. Istállótrágyázási és műtrágyázási kísérletek Martonvásáron 1958-1978-ban. Növénytermelés. **29**. 347-356.
- BALLA H., 1974. The value of residual fertilizer NPK and phosphorus in a long-term experiment. *Agrokémia és Talajtan*. **23**. Suppl. 86-92.
- KÁDÁR I. & CSATHÓ P., 1985. A szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata őszi búza monokultúrákban. II. Fajlagos hatékonyság, tápelemtartalom és -felvétel, a P-előregedés vizsgálata, fenológiai megfigyelések. *Agrokémia és Talajtan*. **34**. 97-130.
- KÁDÁR I., CSATHÓ P. & SARKADI J., 1984. A szuperfoszfát tartamhatásának vizsgálata őszi búza monokultúrában. I. Talajvizsgálati és szemtermés-eredmények. *Agrokémia és Talajtan*. **33**. 375-390.
- KÁDÁR I., SZEMES I. & LÁSZTITY B., 1983. Műtrágya hatások elemzése őszi rozs monokultúrában Duna-Tisza közti meszes homoktalajon. In: Tanulmányok a homokhasznosításról. Westsik Vilmos Tudományos Emlékülés, Nyíregyháza. 160-169.
- KOZÁK M., SZEMES I., VÖLGYESI A., 1983. Kálium, kalcium és magnézium trágyázás hatása a talajtulajdonságokra, a burgonya termés-eredményeire a nyírlugosi tartamkísérletekben. In: Tanulmányok a homokhasznosításról. Westsik Vilmos Tudományos Emlékülés. Nyíregyháza. 170-180.
- KRÁMER M., 1973. Az NPK-műtrágyázás hatása a Bezostája 1 őszi búza szemtermésére és tápanyagfelvételére tartamkísérletekben. In: Búza termesztési kísérletek, 1960-1970. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- KRÁMER M., 1979. Az istállótrágyázás és a műtrágyázás kölcsönhatásának vizsgálata tartamkísérletekben. In: Az intenzív műtrágyázás hatása a talaj termékenységre. MTA TAKI. Budapest.

- KRÁMER M. & LATKOVICS GY., 1971. Az őszi búza és a kukorica műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben (1960-1967) II. A kísérleti eredmények értékelése másodfokú polinomokkal. *Agrokémia és Talajtan*. **20**. 303-322.
- LATKOVICS, I., 1977. Wirkung von organischen und Mineraldüngern in Mais-Monokulturen. *Agrochimica*. **XXI**. 66-74.
- LATKOVICS GY. & KRÁMER M., 1968. Az őszi búza és a kukorica műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben (1960-1967) I. Szemterméseredmények. *Agrokémia és Talajtan*. **17**. 189-200.
- LÁNG I., 1971. A nitrogén és foszfor érvényesülés, valamint kölcsönhatás tartamkísérletek homoktalajon. *Agrártud. Közlem.* **30**. 507-510.
- LÁNG I., 1973. Műtrágyázási tartamkísérletek homoktalajokon. Doktori értekezés. Budapest.
- SARKADI, J., 1966. Über stallmistfreie Düngungssysteme. Tagungsberichte. Sonderdruck 82. DDR. Deutsche Akad. Landw. Berlin.
- SARKADI, J., 1976. Einfluss von organischen und Mineraldüngern auf die Fruchtbarkeit tschernozemartigen Böden. *Agrochimica*. **XX**. (6) 447-457.
- SARKADI, J. & KÁDÁR, I., 1974. The interaction between phosphorus fertilizer residues and fresh phosphate dressings in a chernozem soil. *Agrokémia és Talajtan*. **23**. Suppl. 93-100.
- SARKADI, J., GYÖRFFY, B. & BALLA, H., 1964. Wirkung der Düngersysteme ohne Anwendung von Stallmist auf ungarischen Tsernosemböden. *Agrokémia és Talajtan*. **13**. Suppl. 129-138.
- SARKADI, J. et al., 1979. Wirkung und Nachwirkung von organischen Düngern und Mineraldüngern in langjährigen Versuchen. Tagungsberichte 162. Deutsche Akad. Landw. Wiss. DDR. Berlin. 91-98.
- SZEMES I., LÁSZTITY B. & KÁDÁR I., 1984. A talaj K-ellátottsága és termékenysége közötti összefüggés vizsgálata kukorica monokultúrában. *Agrokémia és Talajtan*. **33**. 253-260.
- WESTSIK V., 1951. Homoki vetésforgókkal végzett kísérletek eredményei. *Mezőgazd. Kiadó*. Budapest.

BALLA ALAJOSNÉ és
FÜLEKY GYÖRGY

MTA Talajtani és Agrokémiai
Kutató Intézete, Budapest és
Agrártudományi Egyetem
Talajtani és Agrokémiai Tanszék,
Gödöllő