

## NPK-műtrágyahatás vizsgálata kukorica-monokultúrában

### II. A trágyában adott és a terméssel kivont tápanyagok mennyisége és az adott tápanyagok érvényesülése

LATKOVICS GYÖRGYNÉ

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest*

Előző közleményekben [1, 2, 3] részletesen ismertettem a különböző éghajlati és talajviszonyok között végzett kísérleteket és terméseredményeket. A kísérletekben a N-műtrágya hatására jelentős terméstöbbletet kaptunk. A N-adagok mellett, illetve a N-adagok átlagában szignifikáns PK-hatás is mutatkozott. Az eredményekből az is kitűnt, hogy a hosszabb időn át történő rendszeres műtrágyázás szisztematikus trágyahatásokat, halmozott műtrágyahatásokat eredményez és ennek következtében az adagok hatása közötti különbség csökken, viszont előtérbe kerül a tápanyagok kölcsönhatása.

A N-műtrágya hatására nőtt a szemtermés N-tartalma. A szemtermés  $P_2O_5$ -tartalmát a P- és PK-kezelések növelték. A  $K_2O$ -tartalom a műtrágyázás hatására az adott viszonyok között lényegében nem változott.

A termésadatok és a szem, továbbá a melléktermékek (szár, csutka) kémiai elemzése alapján kiszámítottam az összterméssel kivont tápanyagmennyiséget, melynek adatait az 1. táblázatban foglaltam össze.

Az 1. táblázat adataiból megállapítható, hogy 8 év átlagában az összterméssel kivont N a mezőnagyimihályi mélyben sós réti csernozjom talajon volt a legnagyobb. A trágyázatlan kontroll parcellán az összterméssel kivont N 75,5 kg volt, az N-kezelések hatására 104,6–124,8 kg-ra növekedett. A P-, K-, ill. PK-trágyázás lényegesen nem befolyásolta a terméssel kivont N-mennyiséget. A nagyhőrsögi mészlepedékes csernozjom talajon és a nagykállói homokos barna erdőtalajon a kontroll terméssel kivont N mennyisége azonos volt — 49,7–49,1 kg. A nitrogén-műtrágyázás hatására mindkét kísérleti helyen közel azonos növekedés figyelhető meg — 77,6–81,1 kg — a terméssel kivont nitrogénben.

A P-, K-, ill. PK-kezelések számottevően ezeken a talajokon sem növelték a terméssel kivont nitrogént. Bár megállapítható, hogy mindhárom kísérleti helyen a N-kezelésekhez viszonyítva az N-PK és az N-2PK kezelésekben több nitrogént vittünk el a terméssel. Az összterméssel kivont  $P_2O_5$  mennyisége a 8 év átlagában ugyancsak a mezőnagyimihályi, mélyben sós réti csernozjom talajon volt a legnagyobb. A trágyázatlan növények össztermésével kivont foszfor 33,6 kg volt, míg a nagyhőrsögi mészlepedékes csernozjom talajon 21,4 kg, a nagykállói homokos barna erdőtalajon 21,2 kg volt. Az önmagában

1. táblázat

A kezelek hatása az összterméssel kivont nitrogén, foszfor és kálium mennyiségére (kg/ha/év), 1962-1969

(1) Kísérleti hely és adott N kg/ha	N						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						K <sub>2</sub> O					
	Ø	P	K	PK	2PK	(2) Átlag	Ø	P	K	PK	2PK	(2) Átlag	Ø	P	K	PK	2PK	(2) Átlag
<b>Mezőnagymihály</b>																		
0	75,2	74,6	82,5	77,7	80,2	78,1	33,6	38,1	35,3	36,3	40,8	36,8	71,8	78,0	77,5	80,1	85,6	78,6
45	103,3	106,5	102,3	107,4	103,4	104,6	34,5	36,9	35,3	39,4	41,7	37,6	84,3	84,8	92,5	97,5	96,6	91,1
60	114,1	113,7	113,6	122,0	121,4	117,0	36,9	39,7	37,9	41,6	43,9	40,0	79,8	80,5	81,6	95,2	97,4	86,9
90	122,6	118,2	121,7	127,0	134,6	124,8	37,7	38,7	37,1	40,3	46,0	40,0	94,2	79,0	95,8	94,7	106,4	94,0
a) Átlag	103,9	103,3	105,0	108,5	109,9	106,1	35,7	38,4	36,4	39,4	43,1	38,6	82,5	80,6	86,9	91,9	96,5	87,7
<b>Nagyhőrség</b>																		
0	49,7	48,6	50,5	50,7	45,7	49,0	21,4	24,5	21,6	25,9	26,3	23,9	35,6	35,6	39,5	40,5	42,7	38,8
45	68,4	69,1	74,5	75,6	76,1	72,7	24,7	30,4	25,0	33,2	37,2	30,1	40,5	49,2	51,9	50,6	61,9	52,0
60	77,6	79,7	81,4	89,3	87,6	83,1	24,0	29,5	25,2	33,2	36,8	29,7	45,6	45,8	50,9	54,1	59,5	51,2
90	81,2	84,8	84,0	93,8	93,9	87,5	25,1	32,4	26,5	34,5	40,7	31,8	47,6	40,7	55,5	55,4	64,4	53,9
a) Átlag	69,2	70,6	72,6	77,4	75,8	73,1	23,8	29,2	24,6	31,7	35,3	28,9	43,8	44,3	49,5	50,2	57,1	49,0
<b>Nagykálló</b>																		
0	49,1	49,1	49,9	49,6	47,9	49,1	21,2	21,4	20,0	21,7	21,4	21,1	52,2	49,3	56,2	56,9	56,6	54,2
45	70,2	73,1	70,8	77,1	68,5	71,9	21,6	26,3	23,5	28,1	27,4	25,4	54,6	56,9	62,0	70,6	67,7	62,4
60	72,1	78,6	75,7	82,5	82,8	78,3	24,3	29,2	25,3	29,8	31,9	28,1	62,2	61,9	64,2	74,0	82,6	69,0
90	78,6	85,6	74,1	87,6	87,2	82,6	24,7	28,0	23,8	30,6	31,9	27,8	60,1	62,2	66,2	69,5	75,5	66,7
b) Átlag	67,5	71,6	67,6	74,2	71,6	70,5	23,0	26,2	23,2	27,6	28,2	25,6	57,3	57,6	62,2	67,8	70,6	63,1

adott nitrogénműtrágya hatására mindhárom kísérleti helyen kisebb növekedés figyelhető meg a kivont P mennyiségében. Az önmagában, de különösen a különböző N-szinteken adott P-műtrágya valamennyi kísérleti helyen növelte a terméssel kivont foszfort. Ugyancsak hasonló növekedés figyelhető meg a N-PK, ill. N-2PK kezelésekre hatására is.

A trágyázatlan növények össztermésével kivont  $K_2O$  mennyisége, hasonlóan a nitrogénhez és a foszforhoz, szintén a mezőnagymihályi mélyben sós réti csernozjom talajon volt a legnagyobb — 71,8 kg. A nagyhőrsögi mészlepedékes csernozjom talajon 35,6 kg, míg a nagykállói barna erdőtalajon a trágyázatlan növények által kivont kálium 52,2 kg volt. A kontrollhoz viszonyítva a nitrogénműtrágyák hatására, az önmagában, de különösen a N-szinteken adott P-, K- és PK-trágyázás hatására jelentősen megnőtt a terméssel kivont kálium mennyisége.

A 3. kísérleti hely átlagára vonatkozó adatokból megállapítható, hogy a trágyázatlan növények N-hozama a 8 év átlagában 58,1 kg, a N-kezelések átlagában elérte a 91,4 kg-t. A különböző N-szinten a PK-műtrágyázás hatására nőtt a terméssel kivont N mennyisége. A trágyázatlan növények termésével kivont P és K mennyiségéhez viszonyítva a N-trágyázás, valamint a P-, K- és PK-kezelések önmagukban is növekedést eredményeztek a terméssel kivont káliumban és foszforban. Ugyanakkor megállapítható az is, hogy a legnagyobb növekedést a NP, NK, de különösen a N-PK, ill. N-2PK műtrágyázás hatására kaptuk.

A 2. táblázatban a műtrágyákkal talajba adott és a terméssel kivont tápanyagok különbségét, az egyenleget mutatom be. A táblázat adataiból látható, hogy a mélyben sós réti csernozjom talajon mindhárom N-szinten a talajból kivont N-mennyiség több, mint amennyit a trágyával a talajba adtunk. Viszont azt is megfigyelhetjük, hogy az évi 90 kg N/ha adagnál már csökken a negatív érték. A nagyhőrsögi mészlepedékes csernozjom talajon és a nagykállói homokos barna erdőtalajon a 45 és a 60 kg N/ha adagnál ugyan csak negatív N-mérleget kaptunk, vagyis 8 év átlagában a terméssel kivont N-mennyiség 18,3—27,7 kg-mal több volt, mint amennyit a talajba vittünk. Az adatokból az is látható, hogy az évi 90 kg N/ha adagnál a fenti két kísérleti helyen a 8 év átlagában már pozitív a N-mérleg, éspedig évi átlagban 2,5—7, 4 kg N/ha maradt vissza a talajban.

A foszformérleg kísérleti helyenként változott. A mélyben sós réti csernozjom talajon 30 kg  $P_2O_5$  adagnál mindkét esetben negatív az egyenleg, vagyis a növények évenként 8,4—9,4 kg foszforral többet vettek fel a talajból, mint amit műtrágyával adtunk. Az évi 60 kg  $P_2O_5$  adagnál viszont pozitív a P-mérleg, 16,9 kg/ha  $P_2O_5$  maradt évente a talajban. A nagyhőrsögi mészlepedékes csernozjom talajon 30 kg  $P_2O_5$  adagnál a N-kezelések átlagában + 0,8 kg  $P_2O_5$  pozitív, míg a NK kezelésekre átlagában —1,7 kg  $P_2O_5$  negatív mérleget kaptunk. Az évi 60 kg  $P_2O_5$  adagnál erősen pozitív az egyenleg, a műtrágyából 24,7 kg/ha  $P_2O_5$  maradt évente a talajban. A homokos barna erdőtalajon a foszformérleg minden esetben pozitív, vagyis a növények kevesebb foszfort vettek fel a talajból, mint amennyit a trágyával adtunk. A fentiekhez hasonlóan az is megfigyelhető, hogy a P-műtrágyából 30 kg  $P_2O_5$ /ha adagnál mindössze 2,4—3,8 kg  $P_2O_5$ /ha, míg a 60 kg-nál 31,8 kg  $P_2O_5$  maradt vissza évente a talajban.

A káliummérleg, egy esetet kivéve, negatív volt, vagyis az összterméssel évente kivont  $K_2O$  jelentősen meghaladta a műtrágyával bevitt  $K_2O$  mennyi-

ségét. Az adatok azt is mutatják, hogy az évente adott 30 kg adaghoz viszonyítva az évi 60 kg  $K_2O$  adagnál valamennyi esetben jelentősen csökken a negatív értékű egyenleg, vagyis a talajból származó  $K_2O$ -mennyiség.

A 2. táblázatban az adott tápanyagok látszólagos hasznosulására vonatkozó adatokat tüntettem fel. A különbség-módszerrel számított értékeket adom, amelyeket úgy számítottam ki, hogy a trágyázott növények tápanyagtartalmából levontam a trágyázatlan (kontroll) növények tápanyagtartalmát és a kapott különbséget az adott tápanyag %-ában fejeztem ki. Az adatok azt mutatják, hogy a talajba adott nitrogénműtrágya a mélyben sós réti csernozjomon érvényesült a legjobban, a N-adagok átlagában 58%. A mészlepedékes csernozjom talajon és a homokos barna erdőtalajon a 45—60 kg N/ha adagnál a nitrogénműtrágya érvényesülése 52% körül volt, a 90 kg N/ha adagnál 42, ill. 37%-ra csökkent.

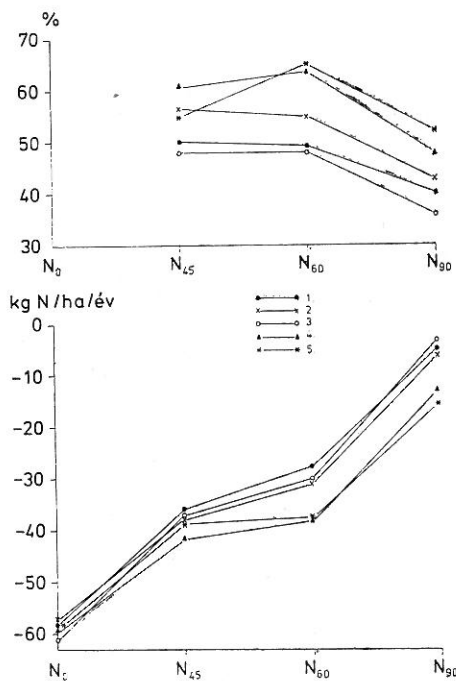
A foszforérvényesülési értékek azt mutatják, hogy a foszforműtrágya hatóanyaga a mészlepedékes csernozjom talajon érvényesült a legjobban, a P-kezelések átlagában 20 % volt. A mélyben sós réti csernozjom talajon és a homokos barna erdőtalajon a P-kezelések átlagában 10 % körüli látszólagos hasznosulást kaptunk. Az adatokból az is kitűnik, hogy mindhárom kísérleti helyen a legnagyobb P-hasznosulási értékeket 30 kg  $P_2O_5$  adagnál, a NPK kombinációkban kaptuk.

A káliumműtrágya a mezőnagymihályi kísérleti helyen, Nagyhörcsögön és a nagykállói homokos barna erdőtalajon a K-kezelések átlagában közel azonosan 20—24%-ban érvényesült. A foszforhasznosuláshoz hasonlóan mindhárom talajon a 30 kg  $K_2O$ /ha adagnál, a NPK kezelésekben kaptuk a legnagyobb hasznosulást.

A kísérleti helyek átlagára vonatkozó adatokat az 1., 2. és 3. ábrán külön is feltüntettem.

Az 1. ábrán megfigyelhető, hogy az önmagában és a káliumműtrágyával együtt adott N-műtrágya hatóanyagának hasznosulása közel azonos. A nitrogénműtrágyával együtt adott P, PK 2PK hatására jelentősen nő a nitrogén látszólagos hasznosulása. 45—60 kg N/ha adagnál az N érvényesülési százalék lényegesen nem változik, — 50—65 % körüli értékeket mutat — míg 90 kg N/ha adagnál 35—56 %-ra csökken.

A nitrogénműtrágya nélküli kezelésekben a talajból kivont nitrogén elérte a 60 kg-ot. Az N-trágyázás hatására a talajból kivont nitro-



1. ábra

A nitrogénműtrágya látszólagos hasznosulása (%) és a nitrogén mérlege (kg/ha/év) (a három kísérleti hely átlaga, 1962—1969).  
Kezelések: 1 : N; 2 : NP; 3 : NK; 4 : NPK;  
5 : N 2PK

2. táblázat  
A nitrogén-, foszfor- és káliumműtrágya hatóanyagainak látszólagos hasznosulása (%) és tápanyagmérlege (kg/ha/év) 1962-1969

	(1) Látszólagos hasznosulás, %				(3) Tápanyagmérleg, kg/ha/év							
	Ø	P	K	PK	2PK	Ø	P	K	PK	2PK	(4) Átlag	
												(1) Kísérleti hely, és adott N kg/ha
<b>N</b>												
<b>Mezőnagymihály</b>												
45	61,8	70,9	44,0	66,0	51,6	58,9	61,5	57,3	62,4	58,4	39,6	
60	64,3	65,2	51,8	73,8	68,7	64,8	53,7	53,6	62,0	61,4	57,0	
90	52,3	48,4	43,6	54,8	60,4	51,9	28,2	31,7	37,0	44,6	34,8	
a) Átlag	59,4	61,5	46,4	64,8	60,2	58,5	47,8	47,5	53,8	54,8	50,5	
<b>Nagyhőreség</b>												
45	41,6	45,6	53,3	55,3	67,6	52,7	24,1	29,5	30,6	31,1	27,7	
60	46,5	51,8	51,5	64,3	69,8	56,8	19,7	21,4	29,3	27,6	23,1	
90	35,0	40,2	37,2	47,9	53,6	42,8	8,8	6,0	3,8	3,9	2,5	
a) Átlag	41,0	45,8	47,3	55,8	63,6	50,7	10,7	12,9	21,2	20,9	16,1	
<b>Nagykálló</b>												
45	46,9	53,3	46,4	61,1	45,8	50,7	28,1	25,8	32,1	23,5	26,9	
60	38,3	49,2	43,0	54,8	58,2	48,7	18,6	15,7	22,8	22,8	18,3	
90	32,8	40,6	26,9	42,2	43,7	37,2	11,4	15,9	2,4	2,8	7,4	
a) Átlag	39,3	47,7	38,7	52,7	49,2	45,5	8,6	8,5	17,4	14,5	12,6	
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>												
<b>Mezőnagymihály</b>												
0	—	15,0	—	3,3	12,0	9,2*	8,1	—	6,3	19,2	1,6	
45	—	8,0	—	13,7	12,0	10,9	6,9	—	9,4	18,3	0,7	
60	—	9,3	—	12,3	11,7	10,8	9,7	—	11,6	16,1	1,7	
90	—	3,3	—	10,7	13,8	7,0	8,7	—	10,3	14,0	1,7	
a) Átlag	—	9,0	—	10,0	12,3	9,5	8,4	—	9,1	16,9	0,3	

Nagyhőrcső	K <sub>2</sub> O									
	10,3	14,3	8,2	12,3	5,5	4,1	33,7	14,4		
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	19,0	27,3	20,8	23,1	0,4	3,2	+22,8	+6,4		
60	18,3	26,6	21,3	22,4	0,5	3,2	+23,2	+6,8		
90	24,3	26,6	26,0	25,4	2,4	4,5	+19,3	+4,1		
a) Átlag	18,0	23,7	19,2	20,8	0,8	1,7	+24,7	+7,9		
Nagykálló										
0	0,6	5,6	0,3	3,1	8,6	8,3	+38,6	+18,5		
45	15,6	15,3	9,7	15,4	3,7	1,9	+32,6	+12,7		
60	16,3	15,0	12,7	15,6	0,8	0,2	+28,1	+9,7		
90	11,0	22,6	12,0	16,8	2,0	0,6	+28,1	+9,8		
a) Átlag	10,7	14,6	8,7	12,7	3,8	2,4	+31,8	+12,7		
Mezőnagymihály										
0	—	19,0	23,0	13,0**	—	—	—	—	—	—
45	—	27,3	20,5	34,8	—	—	—	—	—	—
60	—	6,0	49,0	29,3	—	—	—	—	—	—
90	—	5,3	52,3	28,8	—	—	—	—	—	—
a) Átlag	—	14,6	37,6	26,1	—	—	—	—	—	—
Nagyhőrcső										
0	—	13,0	16,3	14,7	—	—	—	—	—	—
45	—	18,0	4,7	11,4	—	—	—	—	—	—
60	—	17,6	27,7	22,7	—	—	—	—	—	—
90	—	26,3	29,0	27,7	—	—	—	—	—	—
a) Átlag	—	19,0	19,6	19,3	—	—	—	—	—	—
Nagykálló										
0	—	13,3	25,3	19,3	—	—	—	—	—	—
45	—	24,7	45,7	35,2	—	—	—	—	—	—
60	—	6,7	40,3	23,5	—	—	—	—	—	—
90	—	20,3	24,3	22,3	—	—	—	—	—	—
a) Átlag	—	16,3	34,0	25,1	—	—	—	—	—	—

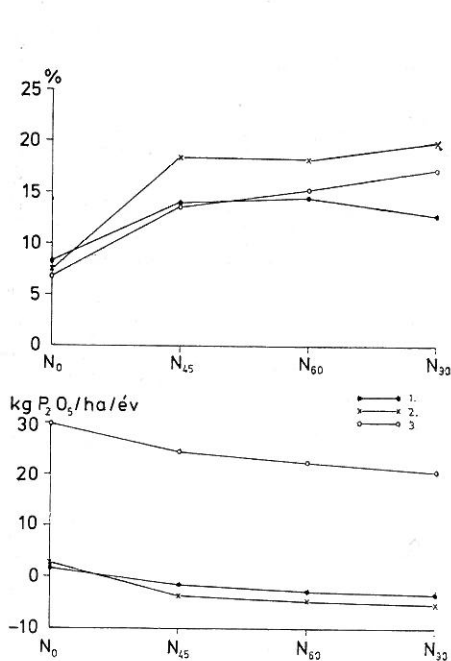
\* = csak P. és PK-kezelések átlaga; \*\* = csak K- és KP-kezelések átlaga.

gén mennyisége csökkent, 90 kg N/ha adagnál az N-, NK- és NP- kezelésekben már csak 5 kg körüli volt a talajból kivont nitrogén. Az N-PK és N-2PK kezelésekben az egyenleg —15 kg N/ha/év.

A 2. ábra jól szemlélteti a N-műtrágya pozitív hatását a foszforműtrágya hatóanyagának érvényesülésére. A nitrogén nélkül alkalmazott P-műtrágya mindössze 7% körüli hasznosulást mutat. A nitrogénműtrágya hatására a foszforműtrágya hatóanyagának látszólagos hasznosulása 15–20%-ra nőtt a kezelésektől függően. A N-adagok hatása között a P érvényesülésében jelentős különbség nincs. A legnagyobb értékeket az N-PK kezelésekben kaptuk.

A P-egyenleg adagtól függően jelentősen változik. 30 kg  $P_2O_5$ /ha kezelésben nitrogénműtrágya nélkül pozitív P-mérleget, míg az NP, NPK kombinációknál kisebb mértékű — 5 kg  $P_2O_5$ —negatív mérleget kaptunk. 60 kg  $P_2O_5$ /ha kezeléseknél az N-adagtól függően évente 20–30 kg  $P_2O_5$ /ha maradt vissza a talajban.

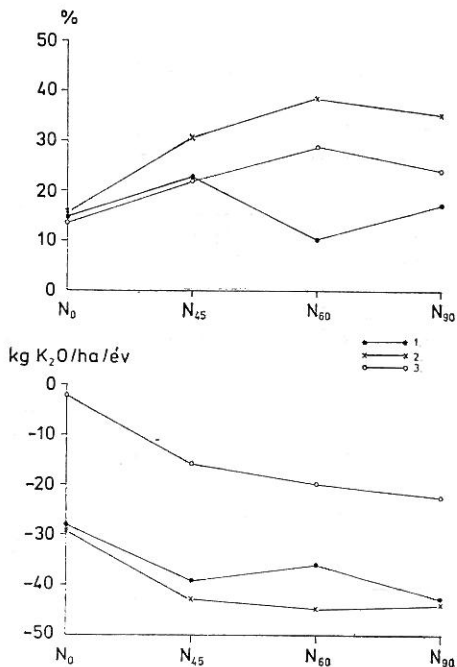
A káliumműtrágya nitrogén nélkül 15%-ban hasznosult. A N-műtrágya ugyancsak kedvezően befolyásolta a kálium látszólagos hasznosulását. 60 kg N/ha adagig a K hasznosulása elérte a 30–40 %-ot, a 90 kg N/ha adagnál ez az érték egy kissé csökkent. A 30 kg  $K_2O$ /ha adagnál az NPK kezelések %-os kálium-érvényesülése jelentősen felülmúlta a 60 kg  $K_2O$ /ha kezelését. Ugyanakkor az is kitűnik, hogy a 30 kg  $K_2O$ /ha adagnál a PK, NPK kombinációk-



2. ábra

A foszforműtrágya látszólagos hasznosulása (%) és a foszfor mérlege (kg/ha/év) (a három kísérleti hely átlaga, 1962–1969).

Kezelések: 1 : P; 2 : PK; 3 : 2PK.



3. ábra

A káliumműtrágya látszólagos hasznosulása (%) és a kálium mérlege (kg/ha/év) (a három kísérleti hely átlaga, 1962–69).

Kezelések: 1 : K; 2 : KP; 3 : 2KP

ban a terméssel évente 30—45 kg káliumot vonunk ki a talajból. A K-adag növelésével jelentősen csökken a talajból kivont K-mennyiség, a nitrogén adaggal fordított arányban.

### Összefoglalás

Különböző éghajlati és talajviszonyok között a 4—4 éves kukorica-monokultúrában a kísérleti helyek és évek átlagában a nitrogén- és a kálium-mérleg negatív volt, vagyis a növények több nitrogént és káliumot vettek fel, mint amennyit a talajba adtunk. Az is megállapítható, hogy a N- és K-adagok növelésével jelentősen csökken a talajból származó N és K mennyisége. A foszfor esetében 30 kg  $P_2O_5$ /ha adagnál ugyancsak negatív mérleget kaptunk, viszont 60 kg  $P_2O_5$ /ha adagnál évi átlagban a trágyából 25 kg  $P_2O_5$  maradt vissza a talajban.

A termésadatokkal együtt értékelve a tápanyagmérlegre vonatkozó adatokat megállapítható, hogy a kukorica-monokultúrában az adott viszonyok között az évi 45—60 kg N, 30 kg  $P_2O_5$ , ill.  $K_2O$ /ha hatóanyagoknak megfelelő műtrágyamennyiség nem volt elegendő a termésképzéshez és a növény a hiányzó tápanyagmennyiséget a talajból vette fel.

A kísérletben a N-műtrágya a kezelések átlagában 50%, a foszfor 14%, míg a káliumműtrágya 25%-ban hasznosult.

A kezeléseket értékelve szembetűnő a tápanyagok kölcsönhatása. A N-műtrágya hasznosulását kedvezően befolyásolta a PK-műtrágya, ugyanakkor a P- és K-műtrágya hatóanyagának érvényesülése jelentősen nőtt a nitrogénműtrágyázás hatására.

Valamennyi tápanyag legnagyobb látszólagos hasznosulását a N-PK és N-2PK kezelésekben kaptuk.

### Irodalom

- [1] LATKOVICS Gy.-né: NPK-műtrágyahatások vizsgálata kukorica-monokultúrában. Trágyázási kísérletek 1955—64. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1967.
- [2] LATKOVICS Gy.-né: NPK-műtrágyahatások vizsgálata kukorica-monokultúrában. Kukoricatermesztési kísérletek (megjelenés alatt).
- [3] LATKOVICS Gy.-né: NPK-műtrágyahatások vizsgálata kukorica-monokultúrában. I. A műtrágyázás hatása a kukorica-szemtermés NPK-tartalmára. Agrokémia és Talajtan 24. 259—267. 1975.

Érkezett: 1975. február 12.



## Effect of NPK Fertilizers on Yield in Maize Monocultures

### II. Nutrient Balance and Recovery of Fertilizers

#### I. LATKOVICS

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

#### Summary

In the course of experiments carried out under different climatic and soil conditions with 4-year-cycles of maize monocultures, the N and K balances were found to be negative, i. e. in the average of experimental fields and years, the amounts of these nutrients taken up by the plants surpassed those added to the soil. With the increase of the N and K rates, the amounts of N and K taken up from the soil's reserves decreased considerably. The application of a 30 kg  $P_2O_5$ /ha dose resulted in a negative P balance, but from the dose of 60 kg  $P_2O_5$ /ha about 25 kg fertilizer  $P_2O_5$  remained in the soil annually.

The data of nutrient uptake and nutrient balance indicated that under the given conditions of maize monoculture the annually applied amounts of 45–60 kg N, 30 kg  $P_2O_5$  and 30 kg  $K_2O$  did not supply the plants' requirements; the plants took up nutrients also from the reserve of the soil.

In the average of the treatments the recovery percentages of fertilizers were as follows — N: 50%; P: 14% and K: 25%.

There were marked interactions between the different nutrients: P and K influenced advantageously the utilization of N, and, at the same time, N fertilizers promoted the recovery of P and K.

It was in the N-PK and N-2PK treatments that the highest apparent recovery of all nutrients could be observed.

*Table 1.* Effects of the treatments on the N, P and K amounts extracted by the yields (kg/ha/year), 1962–69. (1) Experimental plots and applied N, kg/ha. (2) and a) Average.

*Table 2.* Apparent recovery of N, P and K (%) and nutrient balance (kg/ha/year), 1962–69. (1) Experimental plots and applied N, kg/ha. (2) Apparent recovery, %. (3) Nutrient balance, kg/ha/year. (4) and a) Average. \*Average of P and PK treatments; \*\*Average of K and KP treatments.

*Fig. 1.* Apparent recovery of N fertilizers (%) and N balance (kg/ha/year). Treatments — 1: N; 2: NP; 3: NK; 4: NPK; 5: 2PK.

*Fig. 2.* Apparent recovery of P fertilizers (%) and P balance (average of 3 experimental plots, 1962–69). Treatments — 1: P; 2: PK; 3: 2PK.

*Fig. 3.* Apparent recovery of K fertilizers (%) and K balance (average of 3 experimental plots, 1962–69). Treatments — 1: K; 2: KP; 3: 2KP.

## Über die NPK-Düngewirkung in Maismonokultur

### II. Nährstoffbilanz und Ausnutzung der Düngemittel

#### I. LATKOVICS

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

#### Zusammenfassung

Unter der verschiedenen Witterungs- und Bodenverhältnissen war die N- und K-Bilanz der vierjährigen Maismonokulturen im Mittel der Standorte und Versuchsjahre negativ, d. h. die Pflanzen entzogen mehr Stickstoff und Kalium, als dem Boden zugeführt wurde. Mit dem Anstieg der N- und K-Gaben ging der aus dem Boden stammende Anteil an Stickstoff und Kalium bedeutend zurück. Die 30 kg  $P_2O_5$ /ha P-Gabe resultierte auch in einer negativen P-Bilanz, im Falle der 60 kg  $P_2O_5$ /ha -Gabe blieben aber im Durchschnitt schon 25 kg  $P_2O_5$  im Boden zurück.

Die Angaben der Nährstoffbilanz zeigen, dass eine jährliche Düngergabe von 45–60 kg/ha N, 30 kg/ha  $P_2O_5$ , bzw.  $K_2O$  den Entzug nicht gedeckt haben und die Pflan-

zen ihren Nährstoffbedarf aus den im Boden ursprünglich vorhandenen Reserven ergänzen.

Im Mittel aller Varianten lag die scheinbare, d. h. mit der Differenzmethode berechnete Nährstoffausnutzung für Dünger-N bei 50%, für Dünger-P bei 14% und für Dünger-K bei 25%.

Die Wechselwirkungen der Nährstoffe waren recht bedeutend. Die PK-Düngung förderte die Ausnutzung der N-Düngung, die N-Düngung übte wieder einen günstigen Einfluss auf den P- und K-Düngungseffekt aus.

Die scheinbare Ausnutzung war in den Varianten N-PK und N-2PK für alle Wirkstoffe die höchste.

*Tab. 1.* Einfluss der Varianten auf die durch den Gesamtertrag entzogene Stickstoff-, Phosphor- und Kaliummengen (kg/ha/Jahr) in den Jahren 1962—69. (1) Versuchsort und Dünger-N, kg/ha. (2) und a) Mittelwert.

*Tab. 2.* Scheinbare Ausnutzung (in %) und Nährstoffbilanz (kg/ha/Jahr) der Düngewirkstoffe (NPK) in den Jahren 1962—69. (1) Versuchsort und Dünger-N, kg/ha. (2) Scheinbare Ausnutzung, %. (3) Nährstoffbilanz, kg/ha/Jahr. (4) und a) Mittelwert. \* Mittelwert der P- und PK-Varianten. \*\* Mittelwert der K- und KP-Varianten.

*Abb. 1.* Scheinbare Ausnutzung (%) des N-Düngers und Stickstoffbilanz (kg/ha/Jahr), Varianten; 1: N; 2: NP; 3: NK; 4: NPK; 5: N 2PK. (Mittelwert der drei Versuchsorte in den Jahren 1962—69.)

*Abb. 2.* Scheinbare Ausnutzung (%) des P-Düngers- und Phosphorbilanz (Mittelwert der drei Versuchsorte in den Jahren 1962—69). Varianten: 1: P; 2: PK; 3: 2PK.

*Abb. 3.* Scheinbare Ausnutzung (%) des K-Düngers und Kaliumbilanz (Mittelwert der drei Versuchsorte in den Jahren 1962—69). Varianten: 1: K; 2: KP; 3: 2KP.

## Изучение эффективности НРК-минеральных удобрений в монокультуре кукурузы

### II. Количество питательных веществ внесенных в почву и вынесенных урожаем и усвоение питательных элементов растениями

И. ЛАТКОВИЧ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии ВАН, Будапешт

#### Резюме

В различных климатических и почвенных условиях в монокультуре кукурузы, в среднем по всем годам опыта, баланс азота и калия был отрицательным, то есть, растения усвоили больше азота и калия, чем их было внесено в почву. Кроме того, можно было установить, что с увеличением доз внесения азота и калия в значительной мере снижалось количество азота и калия, усвоенных растениями из почвы. При внесении 30 кг  $P_2O_5$ /га также получили отрицательный баланс фосфора, при внесении 60 кг  $P_2O_5$ /га из минерального удобрения в почве в среднем оставалось 25 кг  $P_2O_5$ .

Совместно оценивая полученные урожаи и данные по балансу питательных элементов, можно заключить, что в данных условиях в монокультуре кукурузы дозы 45—60 кг азота, 30 кг  $P_2O_5$  и  $K_2O$  действующих начал на гектар еще не достаточны для формирования урожая и недостающие элементы растения были вынуждены извлекать из почвы.

В опытах в среднем по вариантам с внесением азотных минеральных удобрений было усвоено 50% азота, 14% фосфора, 25% калия.

При оценке вариантов хорошо заметно взаимовлияние питательных элементов. На усвоение азотных минеральных удобрений благоприятное влияние оказали РК-минеральные удобрения, в то же время усвоение фосфора и калия значительно возрастало под влиянием внесения азота.

Наиболее заметное усвоение всех питательных элементов отмечали в N—PK и N—2PK вариантах.

*Табл. 1.* Влияние вариантов на количество азота, фосфора и калия, вынесенных с общим урожаем (кг/га/год), 1962—1969. (1) Место заложения опыта и дозы внесенного азота в кг/га. (2) и а) среднее

*Табл. 2.* Кажущееся усвоение действующих начал азотных, фосфорных и калийных минеральных удобрений (%) и баланс питательных веществ (кг/га/год), 1962—1969. (1) Место заложения опыта и дозы внесенного азота в кг/га. (2) Кажущееся усвоение в %. (3) Баланс питательных веществ, кг/га/год. (4) и а) среднее. \* среднее только по вариантам Р и РК; \*\* среднее только по вариантам К и КР.

*Рис. 1.* Кажущееся усвоение азотных минеральных удобрений (%) и баланс азота (кг/га/год). Варианты: 1. N; 2. NP; 3. NK; 4. NPK; 5. 2PK (среднее по трем местам опыта 1962—1969)

*Рис. 2.* Кажущееся усвоение фосфорных минеральных удобрений (%) и баланс фосфора (среднее по трем местам опыта, 1962—1969). Варианты: 1: P; 2: РК; 3: 2PK

*Рис. 3.* Кажущееся усвоение калийных минеральных удобрений (%) и баланс калия (среднее по трем местам опыта, 1962—1969). Варианты: 1: К; 2: КР; 3: 2КР.