

## Tápelem-felhalmozódások 17 éves kukorica monokultúra talajában

FÜLEKY GYÖRGY és DEBRECZENI BÉLA

Gödöllői Agrártudományi Egyetem Talajtani és Agrokémiai Tanszék, Gödöllő és Pannon Agrártudományi Egyetem Agrokémiai és Talajtani Intézet, Keszthely

A műtrágyázási tartamkísérletek feldolgozása során fontos szempont annak megállapítása, hogy az alkalmazott műtrágyaadagok miként növelik a talaj felvehető tápelemtartalmát és az adott körülmények között mekkora műtrágya-hatóanyag szükséges a talaj felvehető tápelemtartalma egységnyi megnöveléséhez /FÜLEKY és KÁDÁR, 1975; FÜLEKY és THAMNÉ, 1979/. Az értékelés során általában a szántott réteget veszik figyelembe és eltekintenek a talaj mélyebb rétegeiben bekövetkezett változásoktól. Pedig különösen laza, homokos talajokon nem elhanyagolható mértékű a mélyebb rétegekben történő tápelem-felhalmozódás. A természetett növények tápelemigényét meghaladó műtrágyázás esetén a feleslegben lévő tápelem mozgékonyságától, a természetett növények gyökérzetétől, a csapadékmennyiségtől, a talaj tulajdonságaitól és egyéb más tényezőktől függően kerülhet a mélyebb talajrétegekbe.

Munkánk során arra voltunk kíváncsiak, hogy 17 éves műtrágyázás után miképpen tükröződik a növekvő adagú műtrágyázás hatása a felvehető tápelemtartalomban. A nitrogén-, foszfor- és káliumműtrágyák esetében hogyan mutatható ki a rendszeres műtrágyázás hatása a talaj mélyebb rétegeiben.

### Anyag és módszer

A kísérlet 1969-ben indult a Gödöllői Agrártudományi Egyetem szárítópusztai kísérleti területén, rozsdabarna erdőtalajon. A talaj szövete a szántott rétegben homok, a mélyebb rétegekben homokos vályog, illetve vályog. A humuszos réteg vastagsága 35 cm, a  $\text{CaCO}_3$  60 cm mélységben jelenik meg. A humusztartalom a szántott rétegben 1,3 %, ez alatt 1 %-nál kisebb. Az anyakőzet lösz, a talajvízszint 4 méternél mélyebben helyezkedik el.

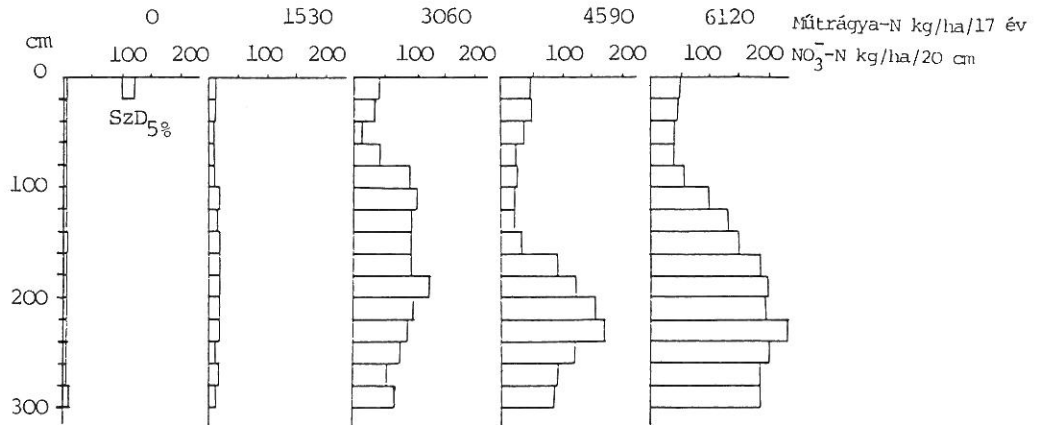
A kísérletben 1969 őszétől növekvő adagban 0, 90, 180, 270, 360 kg N/ha/év mennyiségben alkalmazták a N-műtrágyát. A N-kezelésekkel együtt növekedett a foszfor- és káliumadagok nagysága is. A foszforadagok 0, 60, 120, 180, 240 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha/év, a káliumadagok pedig 0, 50, 100, 150, 200 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha/év voltak. A N-, P- és K-műtrágyák egyaránt ősszel, alaptrágyaként lettek kiszórva és beszántva. A kísérletben általában szárazgazdálkodás folyt, kivéve három évet, amikor évente mintegy 100-100 mm vizet öntöztek ki a területre.

Pioneer fajtájú kukoricát természetünk monokultúrában 17 éven keresztül. A kukorica termésmennyiségének meghatározása mellett megmértük a szem és

a szár N-, P- és K-tartalmát is. 1986 novemberében, a termés betakarítása után, 3 méter mélységig 20 cm-enként megmintáztuk a parcellákat 6 ismétlésben. A talajmintákban meghatároztuk a 1M KCl oldható nitrát-N, valamint az AL-oldható P- és K-tartalmat.

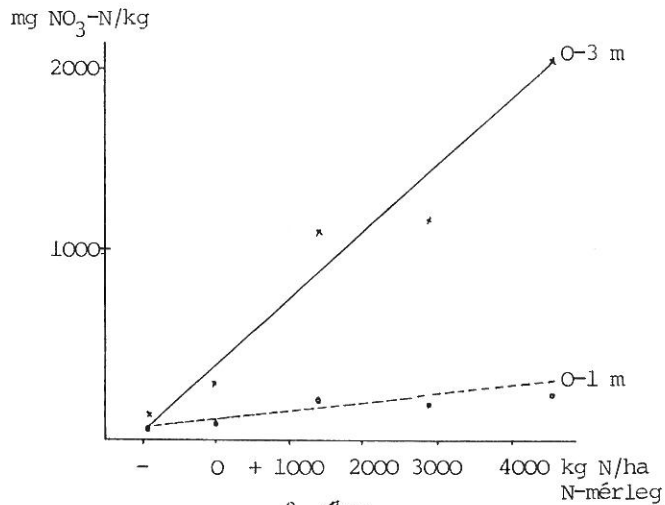
### Az eredmények és értékelésük

A nitrát mélységi eloszlását  $1,3 \text{ t/m}^3$  térfogattömeggel számolva az egyes kezelések esetében az 1. ábrán mutatjuk be. Látható, hogy a kontrollterületen a 3 méteres mélység egyes rétegeiben csupán néhány kg-nyi nitrát-N



1. ábra

A N-műtrágyázás hatása a nitrát-N felhalmozódására a gödöllői rozsdabarna erdőtalajon



2. ábra

A talaj N-mérlegének és nitrát-N-tartalmának összefüggése

található. A N-műtrágya-adagok növekedtével a talajban kimutatható nitrát-N mennyisége rohamosan növekszik. A nitrát-felhalmozódás maximuma minden esetben 2 méteres mélység körül van. A maximum mellett minimuma is van a nitrát-eloszlásnak, mégpedig általában 40-30 cm mélységben. Látható, hogy a gyökérszet N-felvételének hatása a nitrát elmozdulására mintegy 100 cm mélységig érzékelhető. Ennél nagyobb mélységbe kerülve a nitrát tulnyomó része elvesz a növények számára és további sorsa elsősorban a lefelé mozgó víztöbblettől függ. 3 méternél mélyebb talajrétegekben is jelentős nitrátdúsulással számolhatunk 180 kg N/ha és annál nagyobb N-adagoknál.

Az 1. és 2. ábrán látható nitrát-felhalmozódást összevethetjük a kijuttatott nitrogén mennyiségével és a növények által felvett N-mennyiséggel. Az 1. táblázatban a kukoricánövény N-tartalmára vonatkozó adatok, a 2. táblázatban pedig a nitrát-felhalmozódás értékelése látható. Megállapíthatjuk, hogy a növekvő műtrágyaadagok ezen a termőhelyen csupán 90 kg N/ha adagig növelték a kukorica termését, a további N-adagok már csupán a szem és szár N-tartalmát növelték kismértékben. A kukoricaszem és -szár által évente felvett nitrogén mennyisége 1:1 szem:szár arányt feltételezve a kontrollparcellán átlagosan 53 kg N/ha. A nitrogénnel trágyázott parcellákon pedig 100 kg N/ha körül ingadozik. A kontrollnál a nitrogén majdnem teljes egészében a talaj szerves anyagának ásványosodásából származik /905 kg N/ha 17 év alatt/.

1. táblázat  
17 éves kukorica monokultúra talajának nitrogénmérlege

/1/ N-mérleg jellemzői	/2/ N-műtrágya-adagok, kg N/ha/év				
	0	90	180	270	360
a/ Átlagos kukorica szemtermés t/ha	2,80	4,24	4,44	4,44	4,24
b/ A kukoricaszem átlagos N-tartalma, N %	1,30	1,40	1,44	1,45	1,48
c/ A kukoricaszár átlagos N-tartalma, N %	0,61	0,70	0,74	0,77	0,77
d/ A kukoricánövény /szem+szár/ átlagos N-tartalma, kg N/t	19,1	21,0	21,8	22,2	22,5
e/ A kukorica átlagos évi N-felvétele kg N/ha/év	53	90	98	98	95
f/ Összes műtrágya N, kg N/ha	0	1530	3060	4590	6120
g/ Terméssel felvett összes nitrogén, kg N/ha	905	1528	1659	1672	1606
h/ N-mérleg egyenlege 1986-ban, kg N/ha	-905	+2	+1401	+2913	+4514

2. táblázat  
A nitrát-N felhalmozódása a talajszelvényben

/1/ Nitrát-N	/2/ N-műtrágya-adagok, kg N/ha/év				
	0	90	180	270	360
a/ A 3 m-es talajrétegben, kg N/ha	134	298	1125	1189	2051
b/ Az 1 m-es talajrétegben, kg N/ha	41	43	205	198	235
c/ A 3 m-es talajrétegben az összes műtrágya-N %-ában	-	19	37	26	34
d/ A 3 m-es talajrétegben a mérleg %-ában	-	>100	80	41	45

Mint azt a N-mérleg egyenlege mutatja, a 90 kg N/ha adag esetében a növények által felvett nitrogén mennyisége éppen megegyezik a 17 év alatt kiszórt műtrágya-N mennyiségével. A talajban mégis számottevő nitrátmennyiséget találunk a 3 méteres talajrétegben /298 kg N/ha/. Ennek magyarázata egyfelől a talajban lévő szerves anyagok ásványosodása, majd az innen származó nitrát azt követő mélységi elmozdulása, másfelől egyes éveken a műtrágya-N egy részének elmozdulása lehet. 180 kg N/ha és ennél nagyobb N-adagok esetében a N-mérleg egyenlege egyre pozitívabbá válik, vagyis elméletileg is nagyon jelentős mennyiségű műtrágya-nitrogénnek kell visszamaradni az egyes éveken a termés betakarítása után. A nitrát mélységi eloszlása azt mutatja, hogy ezeknél a kezeléseknél számottevő mennyiségű nitrát mutatható ki a talaj 3 méteres talajrétegében. A 0, 90, 180, 270 és 360 kg N/ha adagok esetében 134, 298, 1125, 1189, 2051 kg nitrát-N/ha található a 3 méteres talajrétegben. Ebből csupán 41, 43, 205, 198, 235 kg N/ha van a növényi gyökerek számára gyakorlatilag még elérhető 1 méteres talajrétegben. Ez azt mutatja, hogy a többi nitrát-N már gyakorlatilag elveszett a növények számára és előbb-utóbb a talajvízbe kerül a talajban lefelé mozgó vízzel. Az évi átlagos víztöbblet ugyanis a 17 év során évi 116 mm és ez éppen elegendő ahhoz, hogy a növény számára felesleges nitrátmennyiséget a 100 cm-nél mélyebb talajszintekbe mozgassa le.

Amennyiben a 3 méteres rétegben található nitrát mennyiségét az összesen kiadott műtrágya-N százalékában nézzük, látható, hogy a nagy N-adagok esetében a műtrágya N-tartalmának 20-40 %-a a 3 méteres talajrétegben található. Ha a N-mérleghez viszonyítjuk a talaj 3 méteres rétegében felhalmozódott nitrát-N mennyiségét, látható, hogy a 90 kg N/ha adagnál a mérleg szerint visszamaradt N-mennyiség teljes egésze megtalálható nitrát formájában a 3 méteres talajrétegben. 180 kg N/ha adagnál 85 %, a 270 kg-os és 360 kg-os N-adagoknál pedig csak 41-45 % mutatható ki a 3 méteres talajrétegben nitrát formájában. Ez utóbbinak - az 1. ábrán láthatóan - nem az az oka, hogy a többi műtrágya-N gázalakban távozott el, hanem inkább az, hogy még mélyebb talajrétegekbe mozdult el a lefelé szivárgó vízfelesleggel. A jelentős nitrát-felhalmozódások oka továbbá az is, hogy a növekvő műtrágyaadagoknál a növények egyre inkább a műtrágyából származó nitrogént veszik fel és a ta-

### 3. táblázat

17 éves kukorica monokultúra talajának foszformérlege

/1/ A P-mérleg jellemzői	/2/ P-műtrágya-adagok, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/év				
	0	60	120	180	240
a/ A kukoricaszem átlagos P-tartalma, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	0,46	0,48	0,48	0,48	0,48
b/ A kukoricaszár átlagos P-tartalma, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16
c/ A kukoricánövény /szem+szár/ átlagos P-tartalma, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /t	6,3	6,5	6,4	6,4	6,4
d/ A kukorica átlagos évi P-felvétele, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/év	18	26	23	23	27
e/ Összes műtrágya-P kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	0	1020	2040	3060	4080
f/ Terméssel felvett összes foszfor, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	291	433	490	476	476
g/ Foszformérleg egyenlege 1986-ban, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	-291	+587	+1550	+2584	+3604

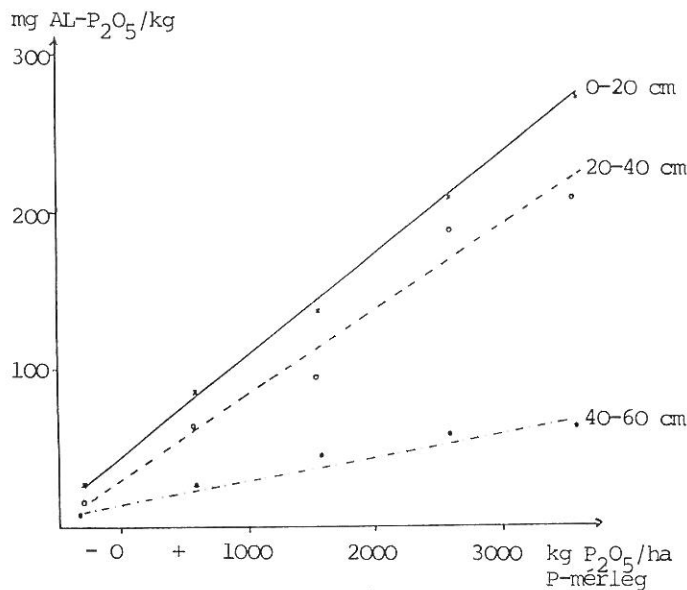
laj szerves anyagából ásványosodó nitrát nagyrésze szabadon mozdulhat el a lefelé mozgó csapadékvízzel. További magyarázat lehet a nagyon jelentős nitrát-felhalmozódásra az is, hogy a nagyadagú N-műtrágyák teljes mennyisége őszi lett kiszórva és így növényborítottság hiányában, valamint az időszaki víztöbblet hatására szabadon mozdulhatott el nagyobb mélység felé /OWEN és JÜRGENS-GSCHWIND, 1986/.

A 3. táblázatban a foszformérleg-számítások láthatók. A P-műtrágyázás gyakorlatilag nem növelte sem a szem, sem a szár P-tartalmát. A legkisebb alkalmazott P-adag /60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ is messze meghaladta a természettel maximálisan kivont foszfor mennyiségét, így a P-mérlegben nagyon jelentős pozitív értékek alakultak ki.

A 4. táblázatban a talaj könnyen oldható P-tartalmának mélység szerinti eloszlása látható 1986-ban, valamint a 0-20 cm-es réteg P-tartalma 1979-ben. Látható, hogy a kontrollkezelés kivételével 1979-hez képest jelentősen

4. táblázat  
A műtrágyázás hatása az AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> felhalmozódására a talajszelvényben /mg/kg/

/1/ Év	/2/ Mélység, cm	/3/ P-műtrágya-adag, kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/év					/4/ SzD <sub>5%</sub>
		0	60	120	180	240	
1979	0 - 20	26	50	67	91	142	
1986	0 - 20	25	84	136	207	270	22
	20 - 40	15	62	96	188	208	
	40 - 60	8	23	43	56	60	
	a/ SzD <sub>5%</sub>			28			



3. ábra  
A talaj P-mérlegének és felvehető foszfortartalmának összefüggése

megnövekedett a talaj szántott rétegének könnyen oldható P-tartalma. A növekvő műtrágyaadagok hatására a P-tartalom nemcsak a szántott rétegben nő, hanem az alatta lévő 20-40 cm-es rétegben, illetve kismértékben a 40-60 cm-es rétegben is. Minden kezelés esetében a mélységgel csökken az AL-oldható P-tartalom. A 3. ábra a P-mérleg értékek és az egyes rétegek P-tartalma közötti összefüggést ábrázolja. A növekvő mérlegértékek hatására a 0-20 cm-es rétegben meredeken nő a könnyen oldható P-tartalom, a 20-40 cm-es rétegben kevésbé meredeken, de még a 40-60 cm-es rétegben is érezhető a műtrágyázás hatása a P-tartalomban. Ennél mélyebben nem volt kimutatható a műtrágyázás hatása a talaj könnyen oldható P-tartalmára.

Az 5. táblázatban a káliummérleg-számítások láthatók. A K-trágyázás elsősorban a szár K-tartalmát növelte, a szem K-tartalmára kevésbé hatott. A K-felvételben megmutatkozó jelentős különbségek szélsőséges mérlegkülönbségeket hoztak létre.

A 6. táblázatban a talaj könnyen oldható K-tartalmának mélység szerinti eloszlása látható 1986-ban, valamint a 0-20 cm-es réteg K-tartalma 1979-ben. Az eredmények meglepőek. A 0, 50, 100, 150 és 200 kg K<sub>2</sub>O/ha műtrágyaadagok hatására már 1979-ben is közel megháromszorozódott a talaj AL-oldható

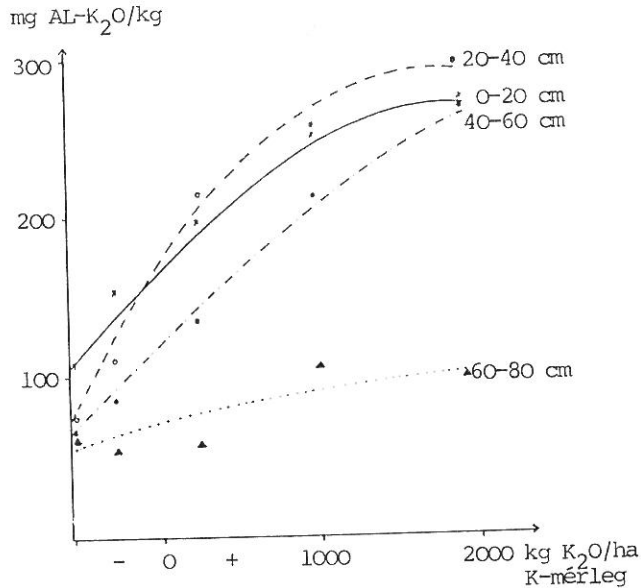
5. táblázat  
17 éves kukorica monokultúra talajának káliummérlege

/1/ K-mérleg jellemzői	/2/ K-műtrágya-adagok, kg K <sub>2</sub> O/ha/év				
	0	50	100	150	200
a/ A kukoricaszem átlagos K-tartalma, K <sub>2</sub> O %	0,37	0,37	0,38	0,39	0,38
b/ A kukoricaszár átlagos K-tartalma, K <sub>2</sub> O %	0,90	1,22	1,55	1,69	1,72
c/ A kukoricánövény /szem+szár/ átlagos K-tartalma, kg K <sub>2</sub> O/t	12,7	15,9	19,3	20,8	21,0
d/ A kukorica átlagos évi K-felvétele, kg K <sub>2</sub> O/ha	35	68	86	93	88
e/ Összes műtrágya-K, kg K <sub>2</sub> O/ha	0	850	1700	2550	3400
f/ Terméssel felvett összes kálium, kg K <sub>2</sub> O/ha	578	1147	1466	1579	1490
g/ K-mérleg egyenlege 1986-ban, kg K <sub>2</sub> O/ha	-578	-297	+324	+971	+1910

6. táblázat  
A műtrágyázás hatása az AL-oldható K<sub>2</sub>O felhalmozódására a talajszelvényben /mg/kg/

/1/ Év	/2/ Mélység, cm	/3/ K-műtrágya-adag, kg K <sub>2</sub> O/ha/év					/4/ SzD <sub>5%</sub>
		0	50	100	150	200	
1979	0 - 20	107	158	194	251	277	
1986	0 - 20	110	156	195	254	277	
	20 - 40	77	114	217	260	301	
	40 - 60	71	86	137	215	277	26
	60 - 80	64	53	56	107	98	
	a/ SzD <sub>5%</sub>			33			

K-tartalma, ezzel szemben 1986-ban a 0-20 cm-es réteg K-tartalma éppen akkora volt az egyes kezelések esetében, mint 1979-ben. További meglepő eredmény, hogy a 20-40 cm-es rétegben a nagy K-adagok esetében nagyobb a könnyen oldható K-tartalom, mint a legfelső talajrétegben. A 40-60 cm-es rétegben a műtrágyázás hatása még jelentősen érződik, sőt a 60-80 cm-es rétegben is megmutatik a K-trágyázás hatása. Ennél mélyebb talajrétegben nem volt kimutatható a K-trágyázás hatása.



4. ábra

A talaj K-mérlegének és felvehető káliumtartalmának összefüggése

A 4. ábra a K-mérleg és a könnyen oldható K-tartalom összefüggését ábrázolja rétegenként. A 0-20 illetve a 20-40 cm-es rétegben a növekvő K-műtrágya-adagok hatására meredeken növekedik a rétegek AL-oldható K-tartalma. A 150 és a 200 kg K<sub>2</sub>O-adagoknál a talaj könnyen oldható K-tartalma már csak kisebb mértékben nő, mint a kisebb K-adagoknál.

A 7. táblázat a talaj AL-oldható P- illetve K-tartalmában 100 kg/ha mérlegváltozás hatására létrejött növekedést mutatja be rétegenként. Látható, hogy az AL-oldható P-tartalom a 0-20 cm-es rétegben 6,7 mg-mal, majd lefelé haladva fokozatosan csökkenő mértékben növelte a trágyázás a vizsgált réteg könnyen oldható P-tartalmát. Az AL-oldható K-tartalom esetén a 0 mérlegpontban a legmeredekebb növekedés a 20-40 cm-es rétegben volt, a növekedés mértéke közel azonos volt a 0-20 és a 40-60 cm-es rétegben. A teljes mérlegtartományban a három rétegben gyakorlatilag azonos volt az AL-oldható K-tartalom növekedése.

A 8. táblázatban a talaj reakcióállapotára vonatkozó vizsgálati eredmények láthatók. A talaj pH-ja 1979-től tovább savanyodott, a kontroll esetében a pH-érték 5,4-ről 4,4-re csökkent. Az idő múlásával bekövetkező változás a kisebb pH-értékeknél kisebb mértékű volt. A növekvő műtrágyaadagok hatására fokozatosan bekövetkező elsavanyodás a legnagyobb műtrágyaadagok ese-

tében volt a legnagyobb, itt a pH 3,85-ra csökkent. A műtrágyázás hatására bekövetkező pH-csökkenéssel párhuzamosan lecsökkent a talaj EDTA-oldható Mg-tartalma, valamint a talaj AL-oldható Ca-tartalma is. A Mg-tartalom a legnagyobb műtrágyaadagnál a kontrollkezelés közel felére csökkent le.

7. táblázat  
A felvehető P- és K-tartalom növekedése 100 kg/ha mérlegnövekedés hatására /mg/kg/

/1/ Mélység cm	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AL-K <sub>2</sub> O
0 - 20	6,7	7,3
20 - 40	5,3	19,4
40 - 60	1,7	9,6
60 - 80	0	0,6

8. táblázat  
A talaj reakcióállapotának alakulása a szántott rétegben /0-20 cm/

/1/ Év	/2/ Talaj- tulajdonság	/3/ Műtrágyaadag, kg N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O/ha/év				
		0 - 0 - - 0	90-60- -50	180-120- -100	270-180- -150	360-240- -200
1979	pH /KCl/	5,40	5,24	4,83	4,56	4,35
1986	pH /KCl/	4,41	4,17	4,12	3,96	3,85
1979	EDTA-Mg, ppm	116	97	87	84	77
1986	EDTA-Mg, ppm	110	92	83	80	65
1986	AL-Ca, ppm	2131	2100	1887	1817	1647
1986	AL-Mn, ppm	139	170	179	182	184

9. táblázat  
Kukoricaszár mikroelemtartalma /mg/ /1986/

/1/ Elem	/2/ Műtrágyaadag, kg N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O/ha/év				
	0 - 0 - 0	90-60-50	180-120-100	270-180-150	360-240-200
Zn	20,0	14,1	12,9	12,5	11,3
Mn	91,1	98,3	125,0	130,0	167,0

#### Az eredmények és értékelésük

Az eredmények azt mutatják, hogy a laza, humuszban szegény talajban a nitrát mélység irányú elmozdulása nagyon jelentős, különösen a növények N-felvételét jelentősen meghaladó N-műtrágya-adagok esetében. A nitrát lemosódása még 3 m alá is bekövetkezhet az évenkénti 270 ill. 360 kg N/ha adagoknál. A legmozgékonyabb nitrátió után a kevésbé mozgékony káliumion mozdult



el nagyobb mértékben a mélyebb talajrétegekbe. A növekvő K-műtrágya-adagok hatása 80 cm-ig mutatkozott meg a talaj felvehető K-tartalmában. A növények K-felvételét meghaladó műtrágyaadagok esetében /100, 150, 200 kg K<sub>2</sub>O/ha/ a 20-40 cm-es réteg K-tartalma nagyobb volt, mint a legfelső réteg K-tartalma. Ennek oka a lemosódás mellett a szántás mélysége, ugyanis ebbe a rétegbe került szántáskor a talajfelszínre összettel kiszórt műtrágya. A 40-60 cm-es réteg szintén jelentős felvehető K-tartalma arra utal, hogy a fenti éghajlati és agrotechnikai feltételek mellett /monokultúrás kukoricatermesztés, őszi kiszórás, mély beszántás, évi 100 mm-nyi víztöbblet, stb./ figyelembe kell venni az ésszerű műtrágyázás érdekében a szántott réteg alatti talajrétegek tápelemtartalmát is. Ezt támasztja alá a legkevesbé mozgékony foszfor jelentős felúlsulása is a 20-40 cm-es talajrétegben. Ennél az elemnél is legalább 40 cm mélységig érdemes tekintettel lenni a talaj P-tartalmára a műtrágyaadag meghatározásánál.

Érdekes jelenség tapasztalható a 0-20 cm-es réteg könnyen oldható K-tartalma 1979-es és 1986-os eredményeinek az összevetésével. Látható, hogy az egyes kezelések esetében a mért értékek közel azonosak, anéllett, hogy a növekvő műtrágyaadagok hatására az értékek mindkét alkalommal közel megháromszorozódtak, és a növekedés mértéke a nagyobb adagoknál - ahelyett, hogy megugrott volna - inkább lecsökkent. Ez utóbbi jelenség magyarázható a nagyobb K-felesleg nagyobb mértékű lefelé mozgásával is. A szántott réteg K-tartalmának változatlan eredményei azonban csak azzal magyarázhatók, hogy mindegyik kezelés esetében kialakult egy egyensúlyi állapot a talaj könnyen oldható K-tartalmában a műtrágyázás, a növényi K-felvétel, a lefelé mosódás, esetleg a nem kicserélhető formában való beépülés között. Más talajtípusok esetében is érdemes ellenőrizni, ha a mérlegben túlságosan sok kálium szükséges a számítások szerint a könnyen oldható K- vagy P-tartalom növeléséhez hogy a mérleg szerint jelenlévő kálium vagy foszfor egy része nem mutatható-e ki esetleg a mélyebb talajrétegekben és egy része nem maradt-e hozzáférhető a növények számára.

A talaj pH-jában, Ca- és Mg-tartalmában bekövetkező változások két jelentős savanyító hatás jelenlétét tükrözik /8. táblázat/. Egyfelől hat a légköri savanyító hatás, ami a kontrollparcella nagyon jelentős savanyodásában mutatkozik meg, másfelől hat a növekvő adagú műtrágyázás növekvő mértékű savanyító hatása. A kettő együttes hatására következett be e jelenlegi állapot, a túltrágyázott talajban már 4 alá estek a pH-értékek, ami a növénytermesztés és a kísérleti téren különösen a búzatermesztés szempontjából semmiképpen sem megfelelő. Itt kell megemlíteni, hogy a növekvő savanyodással párhuzamosan nő a talajban - és nem csak a szántott rétegben - a könnyen oldható Mg-tartalom, amit a talajvizsgálatoknál következetesebben jeleznek a növényanalízis eredmények /9. táblázat/. A növekvő adagú műtrágyázás fokozódó savanyító hatása a szántott réteg mellett a 20-40 és a 40-60 cm-es réteg pH-jában, Ca-, Mg- és Mn-tartalmában is megmutatkozik.

## Összefoglalás

Rendszeres nagyadagú N-, P- és K-műtrágyázás hatására savanyú homokos talajon jelentősen csökken a talaj pH-ja, Ca- és Mg-tartalma. Ugyanakkor meg-növekszik a mélyebb talajszintek tápelemtartalma. A legmozgékonyabb nitrát-N 3 m alá, a kevésbé mozgékony kálium 80 cm-ig, míg a foszfátionok csak 60 cm mélységig mozdulnak el. A kis agyag- és humusztartalmú homoktalaj tápanyag-mérleget meghaladó műtrágya - különösen N-adagoknál - már nem képes puffernelni a műtrágyázás okozta terhelést. A mélyebb talajrétegek rendszeres vizsgálatával nyomon követhetjük az ide került tápelemek mennyiségének alakulását és ezáltal a műtrágyaadagok meghatározásánál ezt a mennyiséget is figyelembe vehetjük.

## Irodalom

- FÜLEKY Gy. és KÁDÁR I., 1975. A talaj P-állapotának változása tartamkísérletben I. Agrokémia és Talajtan. 24. 29-45.
- FÜLEKY Gy. és THAMM FRIGYESNÉ, 1979. A jelenleg használt foszforvizsgálati módszerek értékelése, különös tekintettel az AL-módszer hazai használhatóságára. In: Az intenzív műtrágyázás hatása a talaj termékenységre. MTA TAKI, 1979. október 29. 152-172.
- OWEN, Tr. and JÜRGENS-GSCHWIND, S., 1986. Nitrates in drinking water: a review. Fertilizer Research. 10. 3-25.

*Érkezett: 1990. október 31.*

## Nutrient Accumulation in the Soil of a 17-Year Maize Monoculture

G. FÜLEKY and B. DEBRECZENI

University of Agricultural Sciences, Gödöllő and Pannon University of Agricultural Sciences, Keszthely /HUNGARY/

### Summary

Studies were made on changes taking place in the soil of a fertilization experiment set up 17 years ago in a maize monoculture on a rust brown forest soil in the experimental area of the Gödöllő University of Agricultural Sciences.

As the result of regular high rates of N, P and K fertilization there was a considerable drop in soil pH, Ca and Mg content on the acidic sandy soil, with a parallel rise in the nutrient content of the deeper soil layers. The most mobile nutrient, nitrate-N, migrates to a depth of more than 3 m, while the less mobile potassium migrates to 80 cm and the phosphate ions to only 60 cm. Fertilizer, especially nitrogen rates exceeding the nutrient balance of the soil with low clay and humous contents are unable to buffer the stress caused by fertilization. By means of regular analyses it is possible to trace trends in the quantities of nutrients migrating into deeper soil layers, so that these quantities can be taken into consideration when determining fertilizer rates.

*Table 1.* Nitrogen balance in the soil of a 17-year maize monoculture.

/1/ Characteristics of the N balance. a/ Maize grain yield average, t/ha; b/ Mean N-content of the maize grain, N%; c/ Mean N content of the maize stalks, N%; d/ Mean N content of the maize plant /grain+stalk/, kg N/t; e/ Mean annual N uptake of maize, kg N/ha/year; f/ Total fertilizer N, kg N/ha; g/ Total nitrogen extracted with the crop, kg N/ha; h/ Result of the N balance in 1986, kg N/ha. /2/ N fertilizer rates, kg N/ha/year.

*Table 2.* Accumulation of nitrate N in the soil profile. /1/ Nitrate N. a/ in the 3 m soil layer, kg N/ha; b/ in the 1 m soil layer, kg N/ha; c/ in the 3 m soil layer as a % of total fertilizer N; d/ in the 3 m soil layer as a % of the balance. /2/ N fertilizer rates, kg N/ha/year.

*Table 3.* Phosphorus balance in the soil of a 17-year maize monoculture. /1/ Characteristics of the P balance. a/ Mean P content of the maize grain, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> %; b/ Mean P content of the maize stalks, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> %; c/ Mean P content of the maize plant /grain+stalk/, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/t; d/ Mean annual P uptake of maize, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/year; e/ Total fertilizer P, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; f/ Total phosphorus extracted with the yield, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; g/ Result of P balance in 1986, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. /2/ P fertilizer rates, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/year.

*Table 4.* Effect of fertilization on the accumulation of AL-soluble P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the soil profile, mg/kg. /1/ Year. /2/ Depth, cm. a/ LSD<sub>5%</sub>. /3/ P fertilizer rates, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/year. /4/ LSD<sub>5%</sub>.

*Table 5.* Potassium balance in the soil of a 17-year maize monoculture. /1/ Characteristics of the K balance. a/ Mean K content of the maize grain, K<sub>2</sub>O %; b/ Mean K content of the maize stalk, K<sub>2</sub>O %; c/ Mean K content of the maize plant /grain+stalk/, kg K<sub>2</sub>O/t; d/ Mean annual K uptake of maize, kg K<sub>2</sub>O/ha/year; e/ Total fertilizer K, kg K<sub>2</sub>O/ha; f/ Total potassium extracted with the yield, kg K<sub>2</sub>O/ha; g/ Result of potassium balance in 1986, kg K<sub>2</sub>O/ha. /2/ K fertilizer rates, kg K<sub>2</sub>O/ha/year.

*Table 6.* Effect of fertilization on the accumulation of AL-soluble K<sub>2</sub>O in the soil profile, mg/kg. /1/-/2/: See Table 4. /3/ K fertilizer rates, kg K<sub>2</sub>O/ha/year. /4/ LSD<sub>5%</sub>.

*Table 7.* Increase in the available P and K content as the result of a 100 kg/ha increase in the balance /mg/kg/. /1/ Depth, cm.

*Table 8.* Trends in the reaction of the soil in the ploughed layer /0-20 cm/. /1/ Year. /2/ Soil properties. /3/ Fertilizer rates, kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ha/year.

*Table 9.* Microelement contents of maize stalks, mg /1986/. /1/ Element. /2/ Fertilizer rate, kg N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ha/year.

*Fig. 1.* Effect of N fertilization on the accumulation of nitrate-N in a rust brown forest soil in Gödöllő. Vertical axis: Fertilizer-N, kg/ha/17 years, NO<sub>3</sub>-N, kg/ha/20 cm.

*Fig. 2.* Correlation between the N balance and nitrate N content of the soil. Horizontal axis: N balance, kg N/ha. Vertical axis: Nitrate content, mg NO<sub>3</sub>-N, kg.

*Fig. 3.* Correlation between the P balance and available P content of the soil. Horizontal axis: P balance, kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Vertical axis: Available P content, mg AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg.

*Fig. 4.* Correlation between the K balance and available K content of the soil. Horizontal axis: K balance, kg K<sub>2</sub>O/ha. Vertical axis: Available K content, mg AL-K<sub>2</sub>O/kg.