

A foszfor és kálium műtrágyázás növényre gyakorolt hatásának vizsgálata karbonátos homokon

LÁSZTITY BORIVÓJ, KÁDÁR IMRE és ELEK ÉVA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A növekvő műtrágyafelhasználás és a műtrágyaárak emelkedése egyre élesebben veti fel Magyarországon is a műtrágyázás hatékonyságának kérdését. Talajaink jelentős részét a közelmúltig rosszul ellátottnak tekinthetjük a főbb makrotápelemek (NPK) tekintetében, tápanyagmérlegünk jelentős negatívummal zárult évente, így a felhasznált tápanyagok mennyiségének egyszerű növelése együttjárt a talaj termékenységének, kultúrnövényeink termés-átlagainak emelkedésével.

Viszonylag kevés ismerettel rendelkezünk azonban arra vonatkozólag, hogy a talaj könnyenoldható PK-tartalmának, illetve a növekvő műtrágya-adagoknak milyen hatása van a talajra és a növényre, milyen mechanizmusok befolyásolhatják a talaj termékenységét, a növények harmonikus tápelem-ellátottságát. Intenzív mezőgazdasági termelés viszonyai között a talaj tápanyagállapota igen gyorsan változhat, a fellépő aránytalanságok, a talaj reakcióállapotának esetleges változása veszélyeztetheti a talajok termékenységét. A talajtermékenység kontrollja megköveteli a talaj- és növényvizsgálatok együttes alkalmazását, eredményeinek értelmezését [2, 8, 18].

A harmonikus növénytáplálás és makroelemtrágyázás hatékonysága iránti igény egyre inkább előtérbe helyezi a mikroelem-ellátottsággal összefüggő kutatómunkát. Az e téren végzett vizsgálatok jelentős helyet foglalnak el a szakirodalomban. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy az erre vonatkozó közlemények zöme tenyészedény, vagy tápoldatos kultúrákra vonatkozik [5, 17, 20, 21, 22, 24]. Még nehezebb találni szabadföldi kísérletekben végzett részletes makro- és mikroelem-felmérést a főbb kultúrnövényeinknél [7, 9, 12, 16].

A foszfortrágyázás és a mikroelemfelvétel — elsősorban Zn — kölcsönhatásaival foglalkozó irodalom eléggé kiterjedt és sokirányú. Többben hangsúlyozzák az egyes talajtulajdonságok (pH, CaCO_3 , agyagtartalom) befolyásoló szerepét a P—Zn összefüggésében [17, 25]. A Zn felvehetősége az alkalmazott műtrágya-P formáinak is függvénye [15, 24]. Összefüggés állapítható meg a talajoldat P és Zn-tartalmának aránya, és a Zn hiánytünetek [10], valamint a talajvizsgálati adatok és a növényi P illetve Zn felvétele között is [5, 19].

A foszforműtrágyázás hatására csökken az őszi búza Zn-tartalma, illetve a növény magasabb P%-aival, alacsonyabb Zn, Fe-koncentráció jár együtt [9, 12, 23]. Egyes vizsgálatok szerint a P—Zn ionantagonizmus a növények gyökerében lép fel és ennek tudható be, hogy a növény gyökerében és a hajtás-

ban eltérően alakul a Zn-tartalom, P-trágyázás hatására [20, 21]. Az egészséges növény fejlődéséhez a tápanyagok bizonyos koncentrációját, illetve a tápelemek adott optimális arányát igényli. Így pl. Zn-hiányos fiatal zöld búzanövényben a P/Zn arány az egészségeshez képest 2—6-szorosára is megnőhet [22]. Ami a tápelemkoncentrációt illeti, Zn esetén 15 ppm, Mn esetén 30, Cu esetén 5 ppm alatt rosszul ellátottnak tekinthető a szárbaszökésben levő búza [16].

A K és más elemek közötti összefüggéseket vizsgálva általában a Ca, Mg ionantagonizmus jelenségére hívják fel a figyelmet a növénytáplálkozásban [11, 26]. A kálium műtrágyák egyrésze azonban jelentős mennyiségű Mg-ot is tartalmaz, így az intenzív K műtrágyázás még a Mg-mal rosszul ellátott talajokon is ritkán indukál Mg-hiányt.

Munkánk első részében a PK műtrágyázás néhány talajtulajdonságra gyakorolt hatását mutattuk be [14]. E munkánkban a növény tápelemviszonyait vizsgáljuk a talaj eltérő PK-szintjeinek függvényében.

Vizsgálatainkat a tenyészidő folyamán vett őszi búzaminták anyagán 1975-ben a mikroelemekre is kiterjesztettük, így lehetőségünk nyílt összefüggéseket vizsgálni a műtrágyázás, illetve a talaj AL-oldható PK-tartalma és néhány mikroelem felvétele között.

Kísérleti rész

Szabadföldi kísérletünket 1974 őszén állítottuk be egy Duna—Tisza-közi karbonátos homoktalajon, az MTA TAKI Órbottyáni kísérleti telepén, véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben.

A kezelésekből 4—4 szintű foszfor és kálium műtrágyázást alkalmaztunk, egységes nitrogén műtrágyázás mellett. Jelzőnövényként az *MV. 2.* fajtájú őszi búzát vetettük. Műtrágyaként 25%-os pétisót, 18%-os szuperfoszfátot és 40%-os kálisót alkalmaztunk.

Az adott P, illetve K adagok 0, 500, 1000, 1500 kg P₂O₅ illetve K₂O és 200 kg N/ha voltak. 1976-ban csak N műtrágyázást végeztünk. Az említett PK műtrágyadózisok segítségével olyan eltérő AL-oldható P és K szinteket hoztunk létre a talajban, amelyek ma már a nagyüzemek gyakorlatában is megtalálhatók.

A mintavétel mindkét évben a zöld növénynél a bokrosodás vége (április közepe) stádiumában történt, parcellánként 2 + 2 = 4 folyóméteren, azaz kezelésenként 16 folyóméter földfeletti anyag felhasználásával. Aratáskor hasonlóképpen 4—4 folyóméter növényanyagból parcellánként mintakévév vettünk a szem/szalma arány, illetve a melléktermékek beltartalmi vizsgálataihoz. Talajvizsgálatok céljára a szántott rétegből 1975 őszén 20—20 pontminta egyesítésével nyert átlagminták szolgáltak. Az analíziseket parcellánként végeztük. Az értékelések variancia és regresszió analízissel történtek.

Kísérleti eredmények megvitatása

A bokrosodáskor vett zöld növényminták kétévi és azok átlagának fajlagos tápanyagtartalmát az 1. táblázatban mutatjuk be. Az egységes nitrogén műtrágyázás hatására a kezelésekből a N-tartalom változása minimális volt, közel azonos értékeket mutatott, néhány tizedet százalékos eltéréssel.

1. táblázat

Az őszi búza zöldnövény bokrosodáskor mért NPK- és mikroelemtartalma

(1) Tápelemtartalom	(2) Kezelések								SZD _s %
	N ₂₀₀ P ₀ K ₀	N ₂₀₀ P ₂₁₈ K ₀	N ₂₀₀ P ₄₃₆ K ₀	N ₂₀₀ P ₀ K ₄₁₆	N ₂₀₀ P ₀ K ₈₃₃	N ₂₀₀ P ₂₁₈ K ₄₁₆	N ₂₀₀ P ₄₃₆ K ₈₃₃	N ₂₀₀ P ₆₅₅ K ₁₂₅₀	
N % 1975	3,78	3,80	3,78	3,63	3,75	3,77	3,62	3,76	—
1976	3,77	4,10	4,09	4,15	4,05	3,97	4,27	4,18	—
átlag	3,78	3,95	3,94	3,89	3,90	3,87	3,95	3,97	—
P % 1975	0,29	0,41	0,42	0,29	0,26	0,38	0,40	0,42	0,09
1976	0,26	0,35	0,39	0,32	0,25	0,32	0,38	0,36	0,05
átlag	0,27	0,38	0,41	0,31	0,26	0,35	0,39	0,39	0,07
K % 1975	2,46	2,69	2,86	3,66	3,65	3,75	3,77	4,03	0,59
1976	2,68	2,73	2,83	3,67	3,54	3,52	3,52	3,67	0,47
Átlag	2,57	2,71	2,85	2,85	3,60	3,63	3,65	3,74	0,26
Mg % 1975	0,18	0,17	0,19	0,12	0,13	0,14	0,13	0,15	0,02
<i>Mikroelemek</i>									
Fe ppm 1975	216	119	143	116	133	104	118	126	44
Mn ppm 1975	44	40	44	42	44	41	44	45	—
Zn ppm 1975	38	28	29	29	32	27	27	28	7
Cu ppm 1975	10	7	8	8	8	6	7	8	3

A fajlagos foszfortartalom a kezelésekben alkalmazott P-műtrágya adag-tól függően változott. A növekedés meghaladta a 40%-ot és a foszfort nem tartalmazó kezeléshez viszonyítva szignifikáns mértékben nőtt. A három adag között szignifikáns eltérést nem kaptunk, de az adagok növekedésével bizonyos mértékű P-tartalom növekedést figyelhetünk meg.

A kálium-tartalomnál a kezelésekben a K műtrágyázás hatására szintén közel 40%-os növekedést mértünk. A növekedés a K₀ kezeléshez viszonyítva szignifikáns, a többi adagok között csak növekedési tendenciát tapasztaltunk.

A zöld növény tápanyagtartalma és a talaj felvehető AL-oldható tápanyagkészletének összefüggését regresszió-analízissel vizsgáltuk. Az összefüggést az 1. és 2. ábrákon mutatjuk be. Mind a foszfor, mind a kálium esetében látható, hogy az összefüggés pozitív, a PK-tartalom a zöld búzánövényben egyenesen arányos a talaj AL-oldható PK tartalmával.

A növények fejlődésükhöz nemcsak a tápelemek bizonyos koncentrációját, hanem azok optimális arányát is igénylik. Ez utóbbi bizonyos vonatkozásban még fontosabb is, hiszen míg a tápelem koncentráció viszonylag tág határok között változhat és gyakran nincs összefüggésben a terméssel — nagyságát számos környezeti tényező befolyásolja — addig a tápelemarányok tekintetében megállapított optimumok adott növényfajra, fejlődési fázisra, viszonylag állandónak tekinthetők. Korábbi saját vizsgálataink, valamint irodalmi adatok alapján pl. őszi búzánál a bokrosodás vége stádiumában az optimális N/P és K/P arány 10, N/K arány pedig 1,0 körül ingadozott [1, 4, 6, 13].

A 2. táblázatban bemutatott tápelemarányok megjegyzően jelzik a növény táplálkozásában mutatkozó egyenetlenségeket. Viszonylagos nitrogén túlsúlyra, illetve a talaj eredeti gyenge P ellátottságára utal a 14,3-as N/P arány, foszfor műtrágyázás nélkül. Az N/K arányok szintén megbízhatóan

2. táblázat

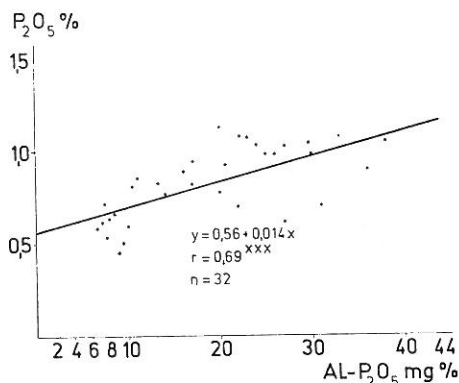
A tápanyagarány változása az őszi búza zöldnövényben a PK műtrágyázás és az AL-tápanyagkészlet függvényében

(1) A talaj tápanyag tartalma és tápanyagarány	(2) A foszfor és kálium műtrágya adagok P ₂ O ₅ illetve K ₂ O kg/ha			
	0	500	1000	1500
<i>P-kezelésben</i>				
AL-P ₂ O ₅ mg %	9,2	21,9	24,4	31,1
N/P	14,3	10,3	9,9	10,2
P/Fe	17,4	34,8	31,3	33,3
P/Zn	82	139	146	150
P/Mn	93	102	93	91
P/Cu	410	586	512	512
<i>K-kezelésben</i>				
AL-K ₂ O mg%	7,3	11,8	13,5	13,9
N/K	1,4	1,1	1,1	1,1
K/P	10,0	9,9	9,1	9,6
K/Mg	14,8	28,4	28,5	25,2

mutatják be a relatív N túlsúlyt, illetve az abszolút K-hiányt, a K műtrágyázás nélkül.

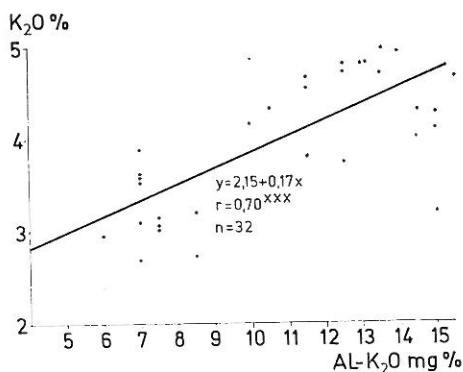
A mikroelemek mennyiségi változását tekintve, jól látható a kezeléseken a K műtrágyázás hatására bekövetkező Mg-tartalom, illetve a jobb P el-látottságnál jelentkező Zn és Fe tartalom csökkenés (1. táblázat).

Az arányokat tekintve elsősorban a P/Zn, illetve a P/Fe arányok figyel-meztetnek arra, hogy ezen a meszes homoktalajon, ahol a kedvezőtlen éghajlati feltételek miatt a kapott szemtermés eredmények 29 és 36 q/ha között változ-tak szignifikáns különbségek nélkül és a mikroelemek felvétele amúgy sem túl magas, könnyen mikroelemhiányt idézhetünk elő a talaj egyre növekvő P



1. ábra

Összefüggés a talaj AL-oldható P₂O₅ és a zöldnövény P₂O₅ tartalma között



2. ábra

Összefüggés a talaj AL-oldható K₂O és a zöldnövény K₂O tartalma között

ellátottságával. Hasonló megállapításokat tehetünk a K/Mg arány esetén. A talaj emelkedő K-ellátottságával a Mg relatív minimumba kerülhet.

Az aratáskor vett szem és szalma minták NPK tartalma (3. táblázat) változásával kapcsolatosan megállapítható, hogy a hatás kevésbé kifejezett és a szemtermésben gyakorlatilag nem is jelentkezett. A szalma ebben a fázisban jobb jelzője a talaj tápanyagállapotának mint a szemtermés. Kísérletünkben a szalma P tartalma 30 %-kal, míg a K-tartalma 50 %-kal növekedett a P, illetve a K műtrágyázás hatására a P₀K₀ kezeléshez viszonyítva.

3. táblázat

Az őszi búza NPK-tartalma %

(1) Kezelés	(2) Szem			(3) Szalma		
	N	P	K	N	P	K
N ₂₀₀	2,21	0,33	0,30	0,77	0,08	0,46
N ₂₀₀ P ₂₁₈	2,25	0,34	0,32	0,94	0,11	0,49
N ₂₀₀ P ₄₃₆	2,23	0,36	0,33	0,87	0,11	0,47
N ₂₀₀ K ₄₁₆	2,30	0,35	0,32	0,89	0,08	0,67
N ₂₀₀ K ₈₃₃	2,36	0,37	0,32	0,74	0,07	0,71
N ₂₀₀ P ₂₁₈ K ₄₁₆	2,23	0,35	0,32	0,80	0,09	0,61
N ₂₀₀ P ₄₃₆ K ₈₃₃	2,26	0,35	0,32	0,69	0,08	0,62
N ₂₀₀ P ₆₅₅ K ₁₂₅₀	2,33	0,36	0,32	0,89	0,10	0,75
Átlagok (P és K):						
P ₀ K ₀		0,34	0,32		0,08	0,47
218 416		0,34	0,32		0,10	0,64
436 833		0,35	0,32		0,11	0,67
655 1250		0,36	0,32		0,10	0,75

A 4. táblázatban irodalmi adatok illetve BERGMANN és NEUBERT [3] kézikönyve alapján bemutatjuk a bokrosodás végén — szárbaingulás elején levő őszi búza tápanyagellátottsági határértékeit a tápelemtartalom és az ebből számított tápelem arányok alapján.

Megállapítások

Az 1. és 2. táblázatokban közölt elemzési adatok, valamint a 4. táblázat határértékeinek összevetése segítséget ad az őszi búza tápanyagellátottságának megítélésében.

Kísérletünk talajának eredeti P és K ellátottsága gyenge, ami az intenzív PK műtrágyázás hatására szignifikánsan növekedett és elérte a jó közepes szintet. Az intenzív P műtrágyázás igazolható Zn és Fe csökkenést idézett elő és P/Zn arány is 82-ről 150-re tolódott el, ami már rossz ellátottságnak felel meg. Az intenzív K műtrágyázás viszont szignifikánsan csökkentette a Mg-tartalmat és K/Mg arány 15-ről 28-ra változott, mely úgyszintén rossz ellátottságot jelez.

Az intenzív PK trágyázás az N/P és az N/K arányt jó közepes és jó ellátottságra változtatta.

A zöld búzanövény P és K tartalma és a talaj AL—PK-tartalma között az összefüggés egyenesen arányos és jól tükrözte az ellátottságot.

4. táblázat

Az őszi búza tápelemellátottságának megítélése a bokrosodás végén – szárbaindulás elején kapott növényelemzés adatok alapján, különböző irodalmi források szerint [3]

(1) Ellátottság	(2) Rossz	(3) Közepes	(4) Jó	(5) Szerző
a) A tápelemtartalom alapján				
N%	< 3,0	3,0 – 4,0	> 4,0	Neubert et al. 1973.
K%	< 3,2	3,2 – 4,5	> 4,5	Anonym 1972.
P%	< 0,29	0,29 – 0,41	> 0,41	Anonym 1972.
Mg%	< 0,20	0,20 – 0,40	> 0,40	Neubert et al. 1970.
Fe ppm	< 21	21 – 200	> 200	Castenson* 1971.
Mn ppm	< 33	34 – 65	> 65	Neubert et al. 1970.
Zn ppm	< 29	29 – 40	> 40	Neubert et al. 1970.
Cu ppm	< 5	5 – 10	> 10	Neubert et al. 1970.
b) A tápelemarányok alapján				
N N/P	< 7,5	7,5 – 12,5	> 12,5	Baier 1972, 1973.
K N/K	> 1,7	1,7 – 1,3	< 1,3	Baier 1972, 1973.
P K/P	> 12,5	12,5 – 7,5	< 7,5	Baier 1972, 1973.
Mg K/Mg	> 22	22 – 11	< 11	Számított**
Fe P/Fe	> 195	195 – 20	< 20	Számított**
Mn P/Mn	> 124	124 – 63	< 63	Számított**
Zn P/Zn	> 141	141 – 102	< 102	Számított**
Cu P/Cu	> 820	820 – 410	< 410	Számított**

* Kaláshányáskor a felső levelekben.

** A tápelemtartalom alapján számítva

Összefoglalás

Órbottyánban egy Duna–Tisza-közi karbonátos homoktalajon, egyseges nitrogén műtrágyázás mellett magas PK (500–1000–1500 kg/ha P₂O₅ és K₂O) adagokkal, őszi búza jelzőnövénnyel beállított szabadföldi kísérletben vizsgáltuk a műtrágyák növényre gyakorolt hatását.

A terület talaja gyengén humuszos (0,8–1,2%) karbonátos homok, gyengén lúgos pH-val, 1–5% CaCO₃-tartalommal, 10–20% leiszapolható résszel és jó közepes tápanyagellátottsággal. A bokrosodás fázisában (április hó) vett zöld növény minta PK tartalma a műtrágyázási kezelések hatására szignifikánsan növekedett a csak N műtrágyában részesülő kezeléshez viszonyítva (1. táblázat).

A zöld búzanövény fajlagos PK tartalma és a talaj AL-oldható PK tartalma között pozitív lineáris összefüggést kaptunk mindkét tápelemnél (1. és 2. ábrák).

A zöld búzanövényben a nagyadagú P műtrágyázás szignifikánsan csökkentette a Fe és Zn tartalmat; a nagyadagú K műtrágyázás pedig a Mg-tartalmat (1. táblázat).

A zöld búzanövényben a tápelemek arányai (2. táblázat) mind a makro- mind a mikro-elemek esetében jól jelezték a növény tápanyagellátottságának viszonyait.

Az aratáskor vett búzaszem és szalma PK tartalma kismértékben változott a műtrágyázás hatására, kevésbé jelezte a tápanyagellátottság mértékét. Összevetve, a szalma jobban jelezte a tápanyagellátottság mértékét, mint a búzaszem (3. táblázat).

Irodalom

- [1] BAIER, J. & BALÁS, J.: Uplatneni vedeckeke rizeni vyzivy rostlin vokrese. Usti nad Orlici. Praga. 1975.
- [2] BERGMANN, W.: Die Bedeutung der Düngung mit Mikronährstoffen für die weitere Steigerung der pflanzenlichen Produktion. Berichte für die Landwirtschaft: 5 Mikronährstoffe. Cunnersdorf. 1975.
- [3] BERGMANN, W. & NEUBERT, P.: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB 6. Fisher Verlag. Jena, 1976.
- [4] BOLDÜREV, N. K.: Analiz liszt'ev kak metod opredelenija potrebnost'i rasztenij v udobrenijah. Sz/h. Inszt. Kirova Omszk. 1970.
- [5] BROWN, A. L., KRANTZ, B. A. & EDDINGS, J. L.: Zinc-phosphorus interactions as measured by plant response and soil analysis. Soil Sci. **110**. 415—420. 1970.
- [6] ČERLING, V. V.: Primenenije udobrenij sz ucsotom potrebnost'i rasztenij. In: GOLL-MICK, F., NEUBERT, P. & VIELEMEYER, H.: Möglichkeiten und Grenzen der Pflanzenanalyse bei der Ermittlung des Mineralstoffbedarfs landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Fortsch. Landwirtsch. Nahrungsgüterwirtsch. **8**. (4). 1—83. 1970.
- [7] CZARNOWSKA, K.: Zawartosc niektórch mikroelementów i azotu w rózných fazach rozwojowych pszenicy ozimej na tle nawozenia azotowego. Roczn. Nauk Roln. Ser. **A. 101**. (2) 63—77. 1975.
- [8] ELEK, É. & KÁDÁR, I.: Talajtermékenység kontrollja növény és talajvizsgálatokkal. Magyar Mezőgazdaság **30**. (51) 9. 1975.
- [9] ELEK, É. & KÁDÁR, I.: A foszforműtrágyázás hatása a makro és mikrotápanyagok felvételére. A mezőgazdaság kemizálása. V. Ankét. **1**. 89—93. Keszthely. 1975.
- [10] MACGREGOR, J. M., SAJJAPONGSE, A. & GUNDERSON, O. M.: Availability of fertilizer zinc to corn in a calcareous mineral soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **38**. 611—616. 1974.
- [11] GRIMME, H., BRAUNSCHWEIG, VON L. C. & NÉMETH, K.: Beziehungen zwischen Kalium, Calcium und Magnesium bei Aufnahme und Ertragsbildung. Landw. Forsch. Sonderh. **30/2**. 93—100. 1974.
- [12] KÁDÁR, I. et al.: Vlijanie vozrastajucesih doz mineralnih udobrenij na pocsvu i rasztenija. Vth Cong. Yugoslav Soc. of Soil Sci. Sarajevo. 409—416. 1976.
- [13] KÁDÁR, I.: A foszforműtrágya igényének becslése növény- és talajvizsgálatokkal. A mezőgazdaság kemizálása. VI. Ankét. 205—212. Keszthely. 1976.
- [14] KAZÓ, B. & LÁSZTITY, B.: A nagyadagú foszfor és kálium trágyázás talajra gyakorolt hatásának vizsgálata karbonátos homoktalajon. Növénytermelés **26**. 1977. (Megjelenés alatt)
- [15] LESSMAN, G. M. & ELLIS, B. G.: Response of Phaseolus vulgaris to zinc as influenced by phosphorus level and source. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **35**. 935—938. 1971.
- [16] MELSTEAD, S. W., MOTTO, H. L. & PECK, T. R.: Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. Agron. J. **61**. 17—20. 1969.
- [17] Micronutrients in Agriculture. Ed.: MORTVEDT, J. J., GIORDANO, P. M., & LINDSAY, W. L. Soil Sci. Soc. America. Madison. 1972.
- [18] MOKRIEVICS, G. L. & JAROVÓJ, N. V.: Vlijanie foszforüh udobrenij na izspol'zovanie cinka rasztenijami. Agrohimiya. (7) 147—149. 1970.
- [19] MOLTON, J. R., ELLIS, B. G. & DOLL, E. C.: Zinc, phosphorus and lime interactions with yield and zinc uptake by Phaseolus vulgaris. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **34**. 91—93. 1970.
- [20] OLSON, R. A., STUKENHOLTZ, D. D. & HOOKER, C. A.: Phosphorus- zinc relations in corn and sorghum production. Better Crops Plant Food. **49**. 19—24. 1965.

- [21] PAULSEN, G. M. & ROTIMI, O. A.: Phosphorus-zinc interaction in two soybean varieties differing in sensitivity to phosphorus nutrition. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **32**. 73-76. 1968.
- [22] PARIBOK, T. A.: Vlijanje nedosztatka cinka i drugih mikroelementov na szoderzsanie i ispol'zovanie foszfora resztenijami. *Agrohimiya*. (1) 110-116. 1970.
- [23] SINGH, D. V. & TRIPATHI, B. R.: Effect of phosphorus fertilization on zinc nutrition of wheat at different stages of growth. *J. Indian Soc. Soil. Sci.* **22**. 317-320. 1974.
- [24] SINGH, Y. & DARTIGUES, A.: Efficiency of polyphosphates and orthophosphates in zinc-deficient soils. *Plant Soil.* **32**. 397-411. 1970.
- [25] SZELEVCOVA, G. A.: Vlijanje dlitel'nogo primenenija foszforüh udobrenija na szoderzsanie podviznogo cinka v dernovopodzolisztoj pocsve. *Himija Sz/h.* **8**. (3) 7-9. 1970.
- [26] SZUKALSKI, H. & ZEMBECHYNSKA, A.: Wplyw stosowania potasu, waonia i magnezu na ksztaltowanie plonów i zawartosc tych kationów w roslinach. *Pam. Pulawski.* **24**. 149-160. 1967.

Érkezett: 1977. július 15.

Effect of P- and K-Fertilization on Plants Growing on a Calcareous Sandy Soil

B. LÁSZTITY, I. KÁDÁR and É. ELEK

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

Summary

On a calcareous sandy soil in the landstrip between the rivers Danube and Tisza field experiments were carried out with winterwheat and a uniform 200 kg/ha N-dosis, as well as large "reserve" doses (500-1000-1500 kg P₂O₅ and K₂O/ha) of P and K-fertilizers. The effect of the latter variant on the macro- and micro nutrient content of the fresh plants was studied: the direct effect in the first year, the aftereffect of the P- and K-levels in the soil produced by the different P- and K-doses in the second year. The changes in the nutrient ratios were examined too.

The soil of the experimental field is a poorly humous (0,8-1,2%) calcareous sand with a slightly basic pH, with a CaCO₃-content of 1-5%, a silt fraction (<0,02 mm) of 10-20% and with a medium degree of nutrient supply. At the stage of tillering (in April) fresh plant samples were taken from distances of 4 meters. The P- and K-content of these samples increased by 40% (significantly) as an effect of the PK-fertilization. The relationship between the PK-content of the plants and the AL-soluble PK-content of the soil was according to the regression analysis significant and positive linear.

The P fertilization decreased significantly the Fe-content by 50% and the Zn-content by nearly 1/3. As an effect of the K-fertilization the Mg-content was reduced significantly by 30%, too. The P and K-content of the wheat grain and straw samples taken at harvest differed only slightly and compared with the fresh plants were less characteristic of the nutrient conditions in the soil.

The nutrient ratios of the fresh plants showed a good relation to the nutrient supply in the case of the macro- as well as the micro-nutrients. The nutrient ratios shown here give reason for the unevenness of plant nutrition: the N/P ratio of 14,3 supports a relative N excess and a poor P supply; the P/Zn ratio of 150 a Zn deficiency and the K/Mg ratio of 28 a Mg deficiency and a PK excess, resp.

The nutrient content data of the wheat samples taken at tillering together with the data of soil analysis characterized well the nutrient supply conditions of the soil.

Table 1. NPK- and micronutrient content of the fresh wheat plant samples at tillering. (1) Nutrient content. (2) Variants.

Table 2. Changes of nutrient ratios as a function of PK fertilization and of AL-P₂O₅/K₂O values. (1) Nutrient content of soil and nutrient ratios. (2) P and K fertilizer doses, P₂O₅ and K₂O kg/ha, resp.

Table 3. NPK-content of winter wheat (%). (1) Variant. (2) Grain. (3) Straw.
Table 4. Estimation of the nutrient supply of winter wheat on the basis of analysis data obtained from samples taken at the end of tillering or at the beginning of shooting, according to different literary sources (3). (1) Degree of supply: a) according to the nutrient content; b) according to the nutrient ratios. (2) Bad. (3) Medium. (4) Good. (5) Author.
 * In the upper leaves at the stage of heading. ** Calculated on the basis of nutrient content.

Fig. 1. Relationship between the AL-soluble P_2O_5 -content of the soil and the P_2O_5 -content of the fresh plant.

Fig. 2. Relationship between the AL-soluble K_2O -content of the soil and the K_2O -content of the fresh plant.

Untersuchung der auf die Pflanzen ausgeübte P- und K-Düngerwirkung auf einem karbonathaltigen Sandboden

B. LÁSZTITY, I. KÁDÁR und É. ELEK

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

Zusammenfassung

Auf einem karbonathaltigen Sandboden des ungarischen Zwischenstromlandes von Donau und Theiss wurde ein Feldversuch mit Winterweizen bei einer einheitlichen 200 kg/ha N-Gabe mit grossen (500—1000—1500 kg/ha P_2O_5 und K_2O) Vorratsdüngergaben durchgeführt, wobei die Wirkung auf den Mikro- und Makronährstoffgehalt untersucht wurde. Im ersten Jahr wurden die direkten, im zweiten die Nachwirkungen der durch Düngung im Boden zu Stande gekommenen verschiedenen P- und K-Stufen untersucht. Es wurden der Zusammenhang zwischen der Nährstoffversorgtheit des Bodens und dem Gehalt an Makro- und Mikroelementen der Pflanzen, sowie die Änderung der Nährstoffproportionen untersucht.

Der Boden des Versuchsgebietes ist ein schwach humoser (0,8—1,2%) karbonathaltiger Sandboden mit einem schwach basischen pH-Wert, einem $CaCO_3$ -Gehalt von 1—5%, mit 10—20% abschlämmbaren Teilen (<0,02 mm) und mit einer guten mittleren Nährstoffversorgtheit.

Der P- und K-Gehalt der zur Zeit der Bestockung (im April) in je 4 m Länge genommenen Pflanzenproben stieg infolge der Wirkung der PK-Düngung signifikant (um rund 40%) an. Der Zusammenhang zwischen dem P- und K-Gehalt der Weizenpflanzen und dem AL-löslichen P- und K-Gehalt des Bodens war aufgrund der durchgeführten Regressionsanalyse im Falle beider Nährstoffe positiv linear und signifikant. Die P-Düngung verminderte von den Mikronährstoffen den Fe-Gehalt signifikant fast auf die Hälfte und den Zn-Gehalt nahezu um ein Drittel. Infolge der K-Düngung sank der Mg-Gehalt ebenfalls signifikant um 30%.

Der P- und K-Gehalt der zur Erntezeit genommenen Weizenkorn- und Strohproben wies nur geringe Unterschiede auf und widerspiegelte dadurch — im Vergleich mit der grünen Pflanze — die Verhältnisse der Nährstoffversorgtheit weniger. Die Proportionen der Nährstoffe in der grünen Pflanze kennzeichneten die Nährstoffversorgtheit der Pflanze sowohl im Falle der Makro- wie auch der Mikronährstoffe sehr wohl. Die beschriebenen Nährstoffproportionen bewiesen überzeugend die sich in der Ernährung offenbaren Unstimmigkeiten: das verhältnismässige Übergewicht an N und die schwache P-Versorgtheit durch die Proportion 14,3 N/P, 150 P/Zn den Mangel an Zn, die Proportion von 28 K/Mg den Mangel an Mg, bzw. das Übergewicht an P und K.

Die Verhältnisse der Nährstoffversorgtheit wurden durch die Analysendaten der zur Zeit der Bestockung genommenen Winterweizenpflanzen — in Übereinstimmung mit den Bodenuntersuchungen — richtig gekennzeichnet.

Tab. 1. NPK-, sowie Mikronährstoffgehalt der Winterweizenpflanzen zur Zeit der Bestockung. (1) Nährstoffgehalt. (2) Varianten.

Tab. 2. Änderungen der Nährstoffproportionen der frischen Weizenpflanzen als Funktion der PK-Düngung, sowie des AL-Nährstoffvorrats. (1) Nährstoffgehalt des Bodens und Nährstoffproportionen. (2) P- und K-Düngergaben, P_2O_5 , bzw. K_2O kg/ha.

Tab. 3. NPK-Gehalt des Winterweizens in %. (1) Variante. (2) Körner. (3) Stroh.

Tab. 4. Beurteilung der Nährstoffversorgtheit des Winterweizens aufgrund der am Ende der Bestockung bzw. zu Beginn des Schossens erhaltenen Pflanzenanalysendaten nach verschiedenen Literaturangaben (3). (1) Versorgung: a) aufgrund des Nährstoffgehaltes; b) aufgrund der Nährstoffproportionen. (2) Schlecht. (3) Mittelmässig. (4) Gut. (5) Verfasser. * Zur Zeit des Ährenschiebens in den oberen Blättern. ** Aufgrund des Nährstoffgehaltes berechnet.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen dem AL-löslichen P_2O_5 -Gehalt des Bodens und dem P_2O_5 -Gehalt der grünen Pflanzen.

Abb. 2. Zusammenhang zwischen dem AL-löslichen K_2O -Gehalt des Bodens und dem K_2O -Gehalt der grünen Pflanzen.

Изучение на карбонатных песчаных почвах влияния фосфорных и калийных минеральных удобрений на растения

Б. ЛАСТИТЬ, И. КАДАР и Е. ЭЛЕК

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии ВАН, Будапешт

Резюме

В Венгрии на карбонатных песчаных почвах Междуречья Дуная и Тиссы в полевых опытах с озимой пшеницей, наряду с внесением 200 кг/га N азотных удобрений, изучали влияние высоких доз (500—1000—1500 кг/га P_2O_5 и K_2O) минеральных удобрений на содержание в зеленых растениях макро- и микроэлементов. В первом году опыта изучали прямое влияние, во втором году опыта — последствие фосфорных и калийных минеральных удобрений, внесенных на различных уровнях. Исследовали также связь между обеспеченностью почвы питательными элементами и содержанием в зеленых растениях макро- и микроэлементами а также изменение соотношения элементов питания.

Почвенный покров опытного участка представлен слабо-гумустированными (0,8—1,2%) карбонатными песчаными почвами со слабощелочной реакцией среды, содержащими 1—5% $CaCO_3$ и 10—20% илстой фракции (<0,02 мм), средне обеспеченными питательными веществами. Под влиянием внесения РК-минеральных удобрений содержание K и P в образцах зеленых растений (растительная масса с 4—4 погонных метров поделаного взятого в стадии кущения (апрель месяц) достоверно увеличилось на 40%.

Регрессионный анализ показал положительную логарифмическую зависимость между содержанием в растениях фосфора и калия и содержанием в почве АЛ-растворимых P и K. Из микроэлементов фосфорные минеральные удобрения почти на половину снизили содержание Fe и на одну треть содержание цинка. Под влиянием внесения калийных минеральных удобрений содержание магния достоверно снизилось на 30%. Содержание P и K в образцах зерна и соломы пшеницы, взятых в момент уборки, изменялось незначительно и, по сравнению с зеленым растением, в меньшей мере отражало условия обеспеченности питательными элементами.

Соотношение питательных элементов — как макро- так и микроэлементов — хорошо отражает обеспеченность растения питательными веществами. Приведенные соотношения питательных веществ подтверждают неравномерность, проявляющуюся в питании растений, так на относительный избыток азота и слабую обеспеченность фосфором указывает соотношение N: P 14,3; P: Zn 150 — на недостаток цинка; K: Mg 28 — на недостаток магния или избыток фосфора и калия.

Данные растительного анализа пшеницы в стадии кущения, соотношения питательных элементов, в соответствии с почвенными исследованиями, хорошо отражают условия обеспеченности элементами питания.

Табл. 1. Содержание NPK и микроэлементов в зеленом растении озимой пшеницы в стадии кущения. (1) Содержание питательных элементов. (2) Варианты.

Табл. 2. Изменение соотношения питательных элементов в зеленом растении озимой пшеницы в зависимости от внесения РК-минеральных удобрений и содержания АЛ-растворимых питательных веществ. (1) Содержание и соотношение питательных веществ в почве. (2) Дозы вносимых K и P минеральных удобрений в кг/га действующих начал.

Табл. 3. Процентное содержание NPK в озимой пшенице. (1) Варианты, (2) Зерно, (3) Солома.

Табл. 4. Оценка обеспеченности питательными веществами озимой пшеницы в конце кушения — начале выхода в трубку на основании данных растительного анализа, по различными литературными источникам (3). (1) Обеспеченность: а) На основании содержания питательных элементов. б) На основании соотношения питательных элементов. (2) Плохое. (3) Среднее. (4) Хорошее. (5) Автор.* В верхних листьях в стадии колошения.** Расчитано на основании содержания питательных элементов.

Рис. 1. Зависимости между содержанием АЛ-растворимого P_2O_5 в почве и P_2O_5 в зеленом растении.

Рис. 2. Зависимости между содержанием АЛ- K_2O в почве и содержанием K_2O в веленом растении.