

Összefüggés-vizsgálatok néhány talajtulajdonság, a műtrágyázás, valamint a termesztett növények jellemzői között

KÁDÁR IMRE, ELEK ÉVA és FEKETE ATTILA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
és MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest

A mezőgazdaságban megfigyelhető jelenségek összetettek, ebből adódóan vizsgálatuk sajátos megközelítést igényel. Szabatos kísérleteinkben egy vagy néhány tényezőt mesterségesen megváltoztatunk, míg a többi tényezőt igyekszünk változatlanul tartani, hogy a beavatkozásunk hatását megítélhessük. A természettudományban általában a kísérletet tekintik a tudományos megismerés egyetlen módszerének, a hipotézisek bizonyítása kritériumának. A mezőgazdasági kutatásokban az aktív beavatkozás (egyes tényezőknek, mint pl. a talaj humusztartalmának, kötöttségének, stb. megváltoztatása) nehézségekbe ütközik. Az utóbbi típusú vizsgálatokban, felvételezéseknél a kísérletező nem az aktív beavatkozásra, hanem a természeti tényezők megfigyelésére, regisztrálására törekszik. A természeti jelenségek ilyen elemzését, a kutatás e típusát FERRARI [7] a „vizsgálatok beavatkozás nélkül” fogalomkörbe sorolta be, megkülönböztetve a szabatos, aktív beavatkozáson alapuló kísérletektől.

Mindkét típusú vizsgálatok során a megfigyelt, illetve bekövetkezett változások, különbségek okait igyekszünk feltárni. A passzív megfigyelésen alapuló vizsgálatokban minél több tényező és lehetőleg minél nagyobb, reprezentatívabb mintaszám figyelembevételére törekszünk. A kiértékelés ebből adódóan bonyolultabbá és nehezekebbé válik. Mindkét típusú vizsgálatnak megvannak a maga korlátai és veszélyei, melyeket a kísérletezőnek ismernie kell. A két módszer bizonyos fokig ellentétes egymással, ugyanakkor ki is egészíthetik egymást. A szabatos kísérletekkel szemben a passzív megfigyelés módszerét az alábbiak jellemzik:

- előzetes hipotézisekhez nem kötődik, a hipotézis az adatokból következik;
- a megfigyelhető tényezők száma nem korlátozott, megválasztásuk szabad;
- a vizsgálat természetes, változatlan körülmények között folyik;
- fontos a megfigyelendő tényezők heterogenitása, a szükséges variációk biztosítása, a mintaanyag reprezentatív ereje, nagy száma;
- a vizsgálat központi, legnehezebb eleme a kiértékelés. A kísérletező általános szakmai műveltségén túlmenően a számítástechnikai háttér elengedhetetlen.

A passzív megfigyelésen, adatgyűjtésen alapuló vizsgálatok az agrokémiai kutatásokban leginkább arra irányulnak, hogy áttekintést nyerjünk egy-egy ország, régió stb. talajainak tulajdonságairól, tápanyag-ellátottságáról, a rajtuk termő növény

tápanyagállapotáról, valamint a talaj- és növényvizsgálati paraméterek közötti kapcsolatokról. Így pl. GUSENLEITNER [10, 11, 12] a burgonya, kukorica és a búza felső-ausztriai tápelem-ellátottságát elemzi a talaj- és növényvizsgálati adatok felhasználásával. SCHACHTSCHABEL [19] a talaj különböző módszerekkel meghatározott könnyen oldható foszfortartalmának és a fiatal zabnövény foszfortartalmának összefüggését vizsgálta az NSZK-ban. SARKADI [17] az őszi búza tápelemfelvételére ható környezeti tényezőket elemzi Magyarországon. KERESZTÉNY és munkatársai [14] a talaj könnyen felvehető Mn-tartalmának „kalibrálását” kísérik meg a kukoricalevél Mn-tartalmának ismeretében.

Az egyiptomi talajok és növények Fe-, Mn-, Zn-, Cu-tartalmáról EL-DAMATY és munkatársai [2, 3], GHANEM és munkatársai [9], ELSOKKARY [5] közölnek ilyen módon adatokat. Ezeket az összefüggés-vizsgálatokat ELSOKKARY és LÄG [6] a nehézfémekre is kiterjesztik. Hasonlóképpen a passzív megfigyelés módszeréhez tartoznak az üzemi táblasoros adatok bázisán folyó vizsgálatok, az egyes növények termését befolyásoló tényezők elemzése (pl. [20]). A passzív megfigyelés és adatgyűjtés, valamint a szabatos kísérletek módszerét gyakran együtt alkalmazzuk, pl. a különböző helyen vagy különböző talajjal beállított kísérletsorozatok összevont értékelésénél (pl. [1, 13, 15, 22]).

A talaj tulajdonságai, valamint a rajta termő növény hozama és ásványi összetétele közötti kapcsolatok kutatása az agrokémia központi kérdései közé tartozik. Egységes szaktanácsadási rendszerünk ma már magában foglalja a főbb talajtulajdonságok, valamint a növényi paraméterek figyelemmel kísérését, és ismeretük birtokában igyekszik a műtrágya-felhasználást tudományosabb alapokra helyezni. A talajvizsgálatok során egyre több talajtulajdonságot, a növényelemzéssel egyre több ásványi tápelemet határoznak meg. Az automatizált analitikai eljárások lehetővé teszik a nagyszámú mintaanyag gyors és sokoldalú elemzését, a számítógépek pedig az adatok kiértékelését segítik. Annak ellenére, hogy az elmúlt közel másfél évszázad alatt sok ismeret gyűlt össze a talajról és a növényről, a jellemzőik közötti kapcsolatok jelentős részben nem tisztázottak. A hatótényezők sokfélesége, a kölcsönhatások bonyolult és nehezen megismerhető jelenségeket takarnak.

Jelen munkánk célja adatokat szolgáltatni a MÉM NAK, a hazai szaktanácsadás által vizsgált talajtulajdonságok és növényelemzési paraméterek, valamint a műtrágyázás közötti kapcsolatokhoz, az üzemi adatfelvételezés bázisán. Ezen belül is elsősorban a különböző módszerekkel meghatározott talaj-P- és a növényi P-tartalom összefüggésére, ill. az összefüggés szorosságát befolyásoló tényezőkre fordítjuk a fő figyelmet. Az összefüggések megítélésére első közelítésben csak kétváltozós regressziós összefüggéseket számítottunk.

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálatok céljaira 1975 tavaszán 145 helyről, az ország különböző pontjairól, üzemi táblákról és kisebb részben szabadföldi kísérletekből talaj- és növénymintákat gyűjtöttünk be. A talajmintavétel a szántott rétegből történt, az átlagmintákat 20—25 pontminta egyesítésével nyertük. A talajmintavétellel egyidőben került sor a növénymintavételre. Az őszi búzát a bokrosodás végén (a fejlődési fázis a

Feekes-skála szerint 4—6, Keller—Baggiolini szerint G—J volt), a kukoricát 4—6 leveles állapotban gyűjtöttük be a talajmintavételi helyekről. A mintákat részben a MÉM NAK laboratóriumai vizsgálták meg a hazánkban elfogadott módszerekkel [16, 21]. Ezen túlmenően a TAKI laboratóriuma meghatározta a talajminták Olsen-P-, valamint a DATE Kémiai Tanszéke — LOCH JAKAB irányítása mellett — a H₂O-P-tartalmát is. A vizes kioldás 2 órás rázatással történt 1 : 20 talaj : víz arány mellett. A növényelemzés 11 elemet foglalt magában. Nem minden mintában tudunk minden egyes tulajdonságot meghatározni. A sokoldalú és hosszadalmas vizsgálati eljárás során egy-egy növény minta anyaga elfogyott, így egyes összefüggés-vizsgálatokban az alapadatok száma eltérő.

A táblatorzskönyvi és egyéb adatok felvételezése az alábbiakra terjedt ki: a mintavétel helye és ideje; a növény faja és fajtája; a vetés ideje; a felhasznált műtrágya mennyisége és a tábla átlagtermése az utóbbi 3 év alatt; az istállótrágyázás és a meszezés ideje, mértéke; esetleges mikroelem-trágyázás; öntözés; elővetemény vagy forgó; növényvédelmi beavatkozások; a talaj típusa és a növényállományra vonatkozó megfigyelések, esetleges hiánytünetek.

Vizsgálati eredmények

Amint az 1. táblázatból látható, a mintavételi helyek hazánk főbb talajtípusait mindkét növény esetében kellően reprezentálták. A legtöbb mintavétel a három magyarországi főtípusra: a csernozjom, a réti valamint az erdőtalajokra esett, és egyaránt érintette a Dunántúlt, a Duna—Tisza közét és a Tiszántúl területét. A talajtípusok megoszlását csupán tájékoztató jelleggel közöljük, munkánkban ugyanis a talajtulajdonságok és a növényi jellemzők közötti összefüggéseket keressük. A termékenységet hordozó legfontosabb talajtulajdonságok tekintetében ugyanakkor egy típuson belül is szélsőségesek fordulhatnak elő (pl. a réti talaj lehet kötött vagy laza szerkezetű, meszes vagy savanyú, tápanyagokkal jól vagy rosszul ellátott, stb.). Amint

1. táblázat

A mintavételi helyek talajainak főbb típusai és előfordulásuk száma
(Mintavétel ideje: 1975. tavasz)

(1) Talaj típusa	(2) Kukorica alatt	(3) Búza alatt	(4) Összesen
1. Humuszos homok	4	8	12
2. Csernozjom	16	12	28
3. Réti csernozjom	9	10	19
4. Réti talaj	17	15	32
5. Csernozjom barna erdőtalaj	9	4	13
6. Barna erdőtalaj	12	16	28
7. Humuszos öntéstalaj	3	5	8
8. Réti szolonyec	2	3	5
Összesen:	72	73	145

VÁRALLYAY és munkatársai [23] Magyarország termőhelyi adottságait vizsgálva megjegyzi: „Ha a talajtípusok a talajtermékenység szempontjából fontos tulajdonságok tekintetében ilyen széles spektrumban oszlanak meg, természetesen nem lehet közvetlen összefüggés a talajtípus és a talaj termékenysége között.”

A mintavételi helyek talajai — a 2. táblázatban bemutatott talajparamétereket tekintve — jelentősen eltérnek egymástól. Mind a talajok reakcióállapotában (pH, CaCO_3), mind a kötöttségben (hy), humusztartalomban és tápanyagállapotban a szélsőséges értékek is képviselve vannak. A variációs koefficiensek értékei, a pH és a kötöttség adataitól eltekintve (statisztikai szempontból ítélve ezek szórása természetesen erősen behatárolt a talajban), általában a 30%-ot jelentősen meghaladják.

2. táblázat

A mintavételi helyek talajainak jellemzése (a 0—30 cm szántott rétegben)

(1) Talajvizsgáló adatok	(2) n	(3) \bar{x}	(4) min.	(5) max.	(6) s	(7) CV%
pH (H_2O)	143	7,05	4,90	8,10	0,86	12,2
pH (KCl)	145	6,30	3,40	7,70	1,08	17,2
$\text{CaCO}_3\%$	145	3,95	0,00	51,10	7,43	187,9
a) y_1	145	5,04	0,00	22,80	4,89	97,1
b) K_A	141	39,08	24,00	62,20	6,70	17,2
c) hy	143	2,57	0,29	6,92	1,16	45,2
d) Humusz, %	145	2,59	0,40	5,50	1,03	40,0
$\text{H}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5$, mg %	127	2,32	0,45	8,00	1,68	72,7
Olsen- P_2O_5 , mg %	145	5,78	1,00	23,70	3,67	63,4
AL- P_2O_5 , mg %	144	18,19	1,80	192,00	24,71	135,8
Al- K_2O , mg %	144	26,69	5,20	120,00	16,09	60,2
KCl-Mg, ppm	132	351,62	10,00	1230,00	246,59	70,1
EDTA-Mn, ppm	132	185,73	7,10	694,60	151,90	81,8
EDTA-Zn, ppm	133	2,36	0,20	11,20	2,04	86,4
EDTA-Cu, ppm	133	4,02	0,30	15,90	2,87	71,3

A mintavételi helyek növénytakarójának jellemzését a főbb ásványi tápelem-tartalom alapján a 3. táblázatban tüntettük fel. Amint a táblázat adataiból kitűnik, a variációs koefficiensek értékei a növény jellegéből adódóan kisebbek, mint a talajvizsgáló paraméterek többsége esetén. A legkisebb CV-értékeket a három fő tápelem képviseli 15—24%-kal, míg kiugróan nagy a Mo és a Fe CV-értéke 100 feletti CV%-kal. Mint ismeretes, a minták előkészítése és analízise során éppen e két elem tekinthető kritikusnak. A Fe esetében az előkészítéskor fellépő szennyeződés gyakori veszélye, míg a Mo esetében az igen kis koncentráció meghatározása okozhat hibákat.

A különböző módszerekkel meghatározott talaj-P és a növényi P-tartalom, valamint a termés és műtrágyázás közötti kapcsolatokat 60 őszi búza- és 56 kukorica-mintavételi helyen, azaz összesen 116 termőhelyen tudtuk tanulmányozni. A vizsgálatba vont búza- és kukoricaminták NPK-tartalmát és -arányát a 4. táblázat mutatja be. A növényvizsgáló adatok értelmezéséhez korábban már határértékeket közöltünk [4], melyek alapján megállapítható, hogy a termőhelyek átlagában a NPK-

tartalom, valamint a három tápelem arányai egyaránt a kielégítő ellátottságot jelzik az őszi búza-termőhelyeken. A legkisebb és legnagyobb tápelemtartalmak és -arányok ugyanakkor arra utalnak, hogy a populáció mindhárom elem tekintetében magában foglalt igen gyengén és igen jól ellátott növényállományt is. A búzára elmondottak teljes mértékben fennállnak a kukoricára is.

3. táblázat

A mintavételi helyek növénytakarójának jellemzése az ásványi tápelemtartalom alapján. (Bokrosodáskori őszi búza és a 4—6 leveles korú kukorica földfeletti része együtt)

(1) Tápelem	(2) n	(3) \bar{x}	(4) min.	(5) max.	(6) s	(7) CV%
N, %	123	4,51	2,51	6,09	0,68	15,3
P, %	123	0,44	0,26	0,98	0,10	24,4
K, %	123	3,75	1,48	5,64	0,81	21,7
Ca, %	145	0,60	0,30	1,19	0,20	33,3
Mg, %	145	0,28	0,10	1,07	0,15	53,3
Fe, ppm	145	552,39	85,00	4350,00	691,80	125,2
Mn, ppm	145	91,37	26,70	429,10	49,50	54,2
Zn, ppm	145	30,27	14,20	77,90	10,97	36,2
Cu, ppm	145	11,14	5,10	20,60	3,73	33,5
B, ppm	145	5,26	2,20	12,80	1,98	37,6
Mo, ppm	144	0,51	0,02	3,13	0,53	103,0

4. táblázat

A kiemelt őszi búza- és a kukoricaminták NPK-tartalmának, valamint -arányának jellemzése

(1) Növényvizsgálati adatok	(2) n	(3) \bar{x}	(4) min.	(5) max.	(6) s	(7) CV%
--------------------------------	----------	------------------	-------------	-------------	----------	------------

A) Őszi búza bokrosodásban

N, %	60	4,79	2,51	6,09	0,68	14,2
K, %	60	3,74	1,48	5,60	1,07	28,6
P, %	60	0,44	0,26	0,70	0,11	25,4
N/P	60	11,42	6,00	17,80	2,47	21,6
N/K	60	1,39	0,70	2,60	0,29	20,9
K/P	60	8,32	4,60	15,00	1,41	16,9

B) Kukorica 4—6 leveles állapotban

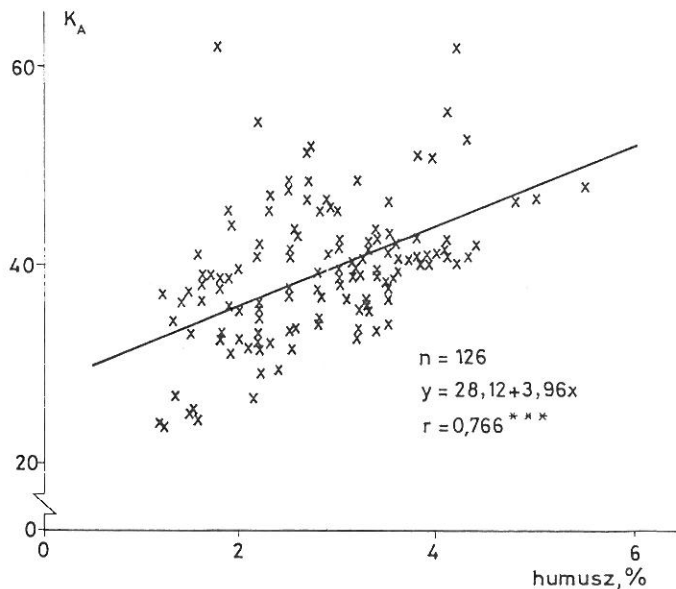
N, %	56	4,27	2,99	5,50	0,59	13,8
K, %	56	3,95	2,24	5,35	0,79	20,0
P, %	56	0,45	0,29	0,98	0,11	24,0
N/P	56	9,59	5,00	12,70	1,99	20,8
N/K	56	1,16	0,60	2,40	0,41	35,3
K/P	56	8,84	5,10	14,10	2,24	25,3

Az adatokból még az is megállapítható, hogy az őszi búza átlagos N-tartalma valamivel nagyobb, így a N/P és N/K aránya is tágabbnak mutatkozott, mint az a kukoricánál megfigyelhető. A különbségek a két növény között ebben az összevethető fejlődési stádiumban azonban nem lényegesek, a P- és K-tartalom pl. lényegében hasonló volt. A N-tartalom szórása mindkét növénynél kisebb volt, mint a P- és K-elemeké (4. táblázat).

Amint az 5. táblázatból látható, a kiemelt 60 őszi búza- és 56 kukoricatermőhely a talaj P-állapotának megítélése szempontjából fontosabb talajtulajdonságok átlagos értékei szerint is (pH, A_K , humusz, $CaCO_3\%$, y_1 , hy) közelálló volt. Az őszi búza alatti talajok annyiban tértek el a kukorica alatti talajoktól, hogy valamivel meszesebbek és P-ral gyengébben ellátottak voltak.

Meglehetősen szoros pozitív összefüggés mutatkozott a talajok kötöttsége valamint humusztartalma között, és ez az összefüggés valóban többé-kevésbé lineárisan jellemezhető (1. ábra). Lazább kapcsolatot találtunk a kötöttség és az AL- K_2O -tartalom között, melyet a 2. ábra szerint szintén lineárisan jellemezhetünk. A talajok kötöttsége ma már egyre kevésbé határozza meg K-ellátottságukat, mivel az intenzív trágyázás eredményeképpen egyre inkább a trágyázási múlt, a műtrágyakáliummal való feltöltő-talajgazdagító beavatkozások mértéke a meghatározó, így a kötöttség és az AL-K kapcsolat egyre lazábbá válhat.

A talajok szervesanyag-tartalma, valamint a búza és a kukorica N%-a között megbízható összefüggést nem lehetett kimutatni. A talaj AL-oldható K-tartalma és a fiatal növények K%-a között 1%-os szinten szignifikáns, de meglehetősen laza összefüggés állt fenn (3. ábra). Hasonlóképpen igazolható összefüggést találtunk a nem



A talajok humusztartalma valamint kötöttsége közötti összefüggés. Független tengely: Arany-féle kötöttségi szám.

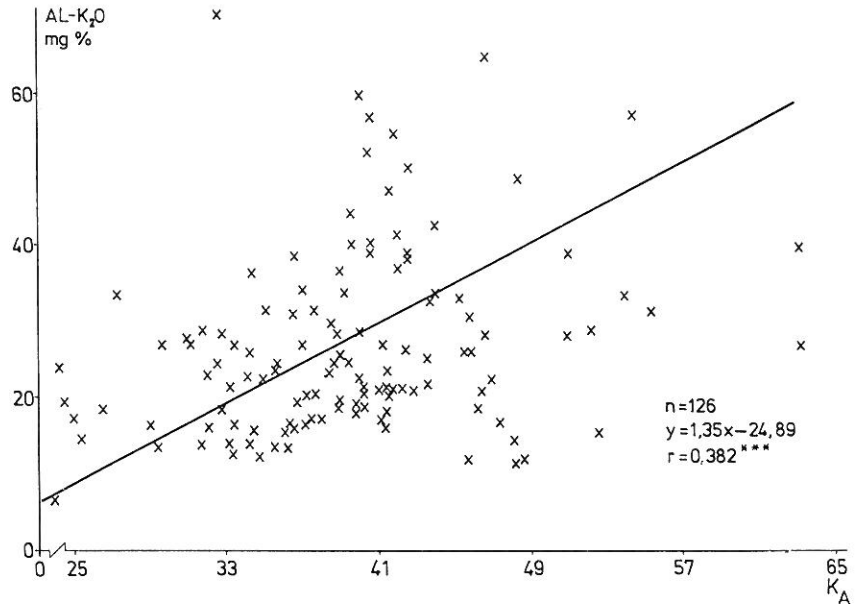
5. táblázat

A kiemelt mintavételi helyek talajának jellemzése a szántott rétegben,
őszi búza és kukorica alatt

(1) Talajvizsgálati adatok	(2) n	(3) \bar{x}	(4) min.	(5) max.	(6) s	(7) CV%
A) Őszi búza						
pH (H ₂ O)	60	6,97	4,9	8,0	0,85	12,1
pH (KCl)	60	6,19	4,0	7,6	1,04	16,8
CaCO ₃ , %	60	3,75	0,0	25,0	6,31	168,4
a) y ₁	60	5,97	0,0	22,8	5,44	91,1
b) K _A	60	38,10	20,0	54,5	9,37	33,7
c) hy	60	2,65	0,4	5,2	1,13	42,8
d) Humusz, %	60	2,65	0,5	5,0	0,91	34,2
AL-P ₂ O ₅ , mg %	60	12,85	1,8	45,2	9,22	72,4
Olsen-P ₂ O ₅ , mg %	60	4,71	1,2	10,8	2,43	51,6
H ₂ O-P ₂ O ₅ , mg %	60	1,76	0,0	5,9	1,34	76,4
B) Kukorica						
pH (H ₂ O)	56	6,93	4,9	8,1	0,92	13,3
pH (KCl)	56	6,14	3,7	7,6	1,12	18,3
CaCO ₃ , %	56	1,75	0,0	14,0	3,17	180,9
a) y ₁	56	5,36	0,0	20,7	4,50	84,5
b) K _A	56	35,80	20,0	55,4	9,62	26,9
c) hy	56	2,61	0,3	6,9	1,29	49,7
d) Humusz, %	56	2,66	0,4	5,5	1,11	41,7
AL-P ₂ O ₅ , mg %	56	16,9	2,8	46,0	15,29	90,4
Olsen-P ₂ O ₅ , mg %	56	6,55	1,4	15,7	4,13	63,1
H ₂ O-P ₂ O ₅ , mg %	56	2,59	0,0	6,5	1,86	71,8
C) Őszi búza + kukorica együtt						
pH (H ₂ O)	116	6,95	4,9	8,1	0,88	12,7
pH (KCl)	116	6,17	3,7	7,6	1,08	17,5
CaCO ₃ , %	116	2,75	0,0	25,0	4,74	172,4
a) y ₁	116	5,66	0,0	22,8	4,98	88,0
b) K _A	116	37,10	20,0	55,4	9,52	30,4
c) hy	116	2,63	0,3	6,9	1,21	46,5
d) Humusz, %	116	2,66	0,4	5,5	1,00	37,6
AL-P ₂ O ₅ , mg %	116	14,88	1,8	46,0	12,25	84,3
Olsen-P ₂ O ₅ , mg %	116	5,85	1,2	15,7	3,23	57,4
H ₂ O-P ₂ O ₅ , mg %	116	2,08	0,0	6,5	1,62	74,2

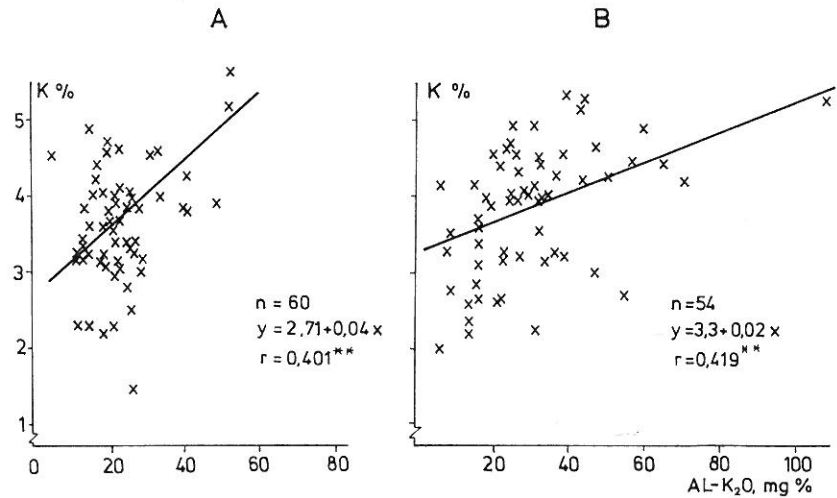
meszes talajok AL-P-tartalma, valamint a búza és a kukorica P-tartalma között (4. ábra).

Meszes talajokon hasonló összefüggést nem sikerült bizonyítani. Az AL-módszer tehát a nem meszes talajokon megbízhatóbb, illetve korrekciót igényel a P-ellátottsági határértékek megállapításánál a talaj mészállapota szerint [8, 18, 22].



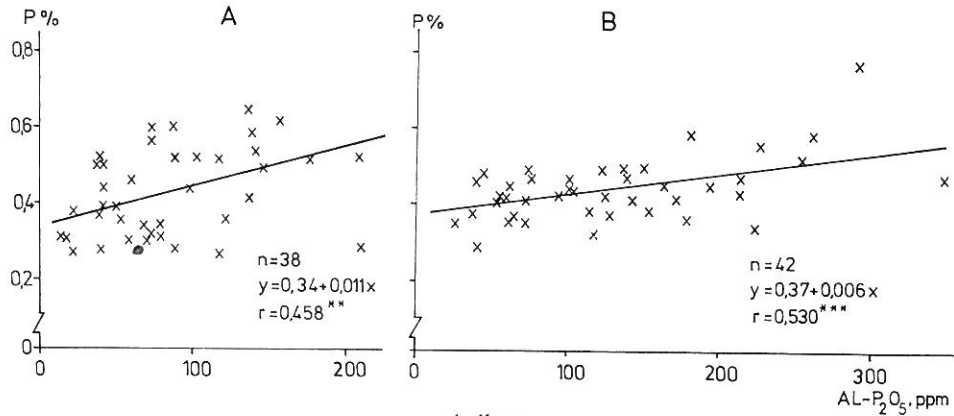
2. ábra

A talajok kötöttsége és az AL oldható K-tartalmának összefüggése.



3. ábra

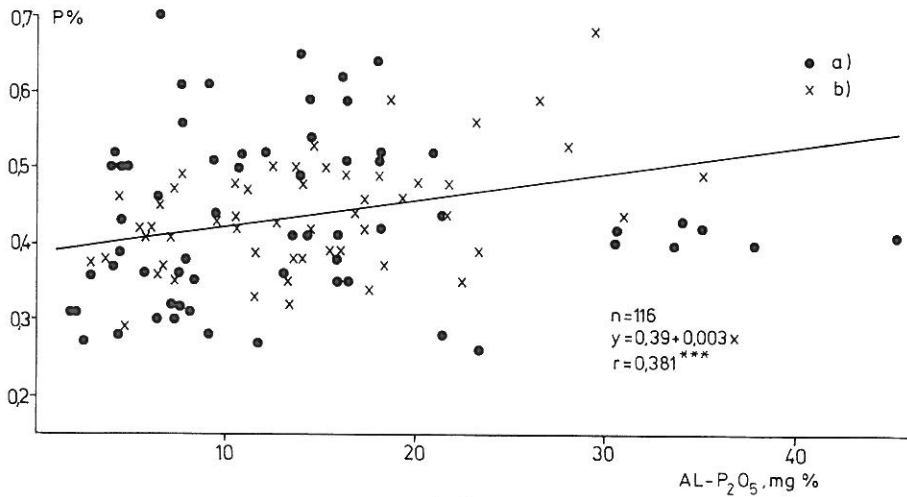
A talajok AL oldható K-tartalma, valamint a bokrosodáskori őszi búza és a 4—6 leveles kukorica K-tartalmának (%) összefüggése. A. Őszi búza; B. Kukorica.



4. ábra

A nem meszes talajok AL oldható P-tartalma, valamint a bokrosodáskori őszi búza és a 4—6 leveles kukorica P-tartalmának (%) összefüggése. A. Őszi búza; B. Kukorica.

A felhasznált NPK-műtrágya adagja és a növényi NPK %-os összefüggése meglehetősen laza volt, esetenként a növényi tápelemarányokkal az összefüggés már szignifikánsnak mutatkozott, de a korrelációs együttható nem érte el a 0,4 értéket, így ezek részletes közlésétől eltekintünk. Megemlítjük a P-műtrágya adagja és a N/P aránya közötti 1%-os szinten bizonyítható negatív kapcsolatot az őszi búzánál, valamint a K-műtrágyázás és a növényi N/K aránya közötti negatív korrelációt mindkét növény esetében.



5. ábra

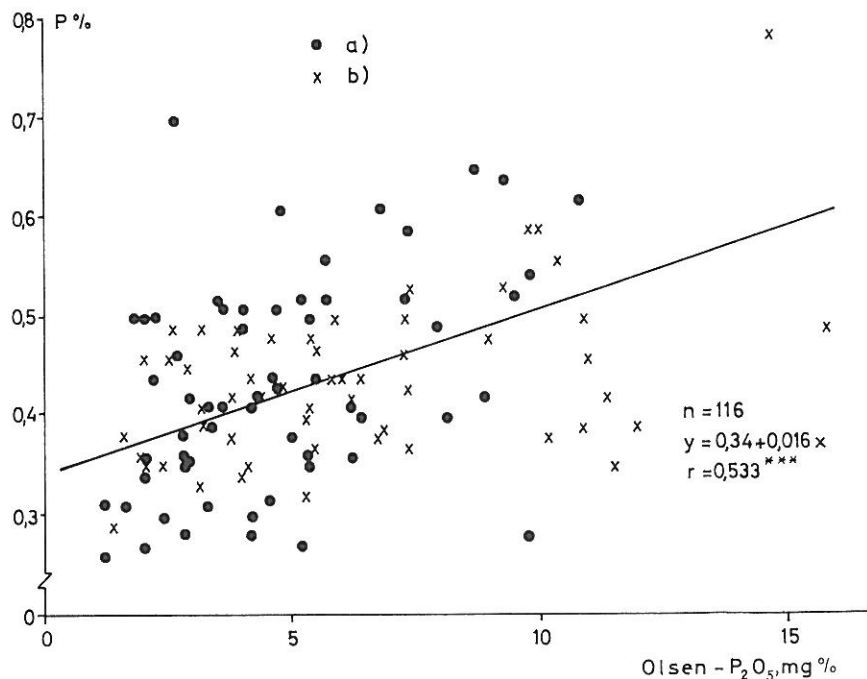
A talaj AL oldható P-tartalma, valamint a bokrosodáskori őszi búza és a 4—6 leveles kukorica P-tartalmának összefüggése. a) Őszi búza; b) Kukorica.

A talaj 3-féle módszerrel meghatározott könnyen oldható P-tartalma, a növényi P %, valamint a megelőző 3 év szemtermésének összefüggését a 6. táblázatban közöljük. A talaj P-tartalma, bármely módszerrel becsültük is, nem utalt szorosabb kapcsolatra a szemterméssel, a növényi P %-kal ugyanakkor bizonyítható összefüggést adott. Így búzánál az Olsen-P 1%-os, a H₂O-P 0,1%-os szinten, a kukoricánál az AL-P és az Olsen-P 0,1%-os, míg a H₂O-P 10%-os szinten szignifikáns összefüggést mutatott, amennyiben a mintavételi helyeket nem csoportosítottuk a mészállapot szerint.

Tekintettel arra, hogy a bokrosodás vége stádiumban található őszi búza valamint a 4—6 leveles kukorica tápelemtartalma és -arányai igen közelállóak, az optimaik hasonlósága alapján lehetőségünk volt a két növényt együtt kezelni az összefüggés-vizsgálatokban, nagyobb mintaszámon. A búza + kukorica 116 adata alapján mindhárom talajvizsgálati módszer 0,1%-os szinten szignifikáns kapcsolatot mutat a növényi P %-kal.

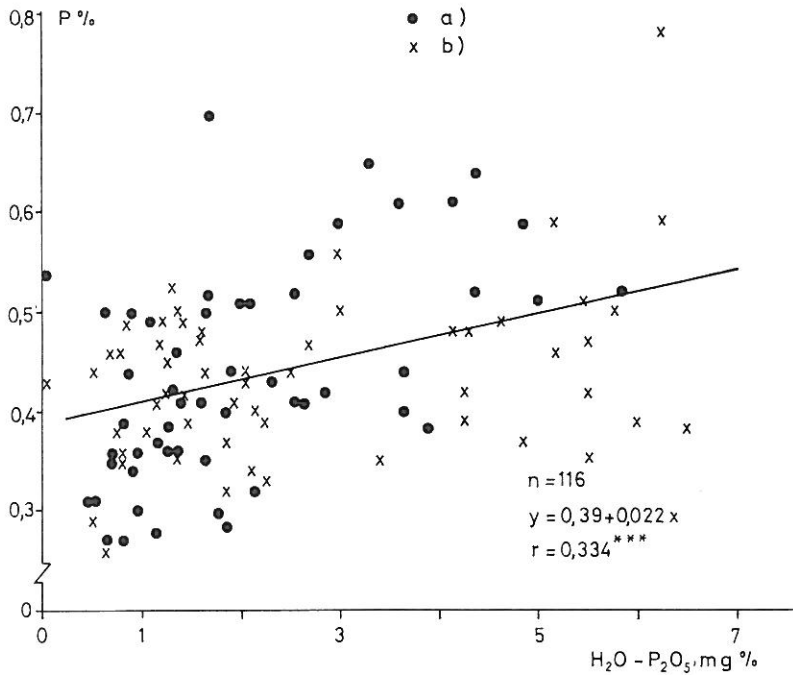
A növényi P % összefüggése a talaj AL-P-tartalmával $r=0,38$ (5. ábra), az Olsen-P-tartalmával $r=0,53$ (6. ábra), valamint a H₂O-P-tartalmával $r=0,33$ (7. ábra) lineáris korrelációs együtthatóval jellemezhető.

Amennyiben a CaCO₃-tartalom alapján bontottuk a búza + kukorica adatait, úgy 1% CaCO₃-tartalom felett nem volt egyik módszerrel sem bizonyítható összefüggés, míg az 1% alatti csoportban az összefüggés mindhárom módszerrel bizonyítható volt.



A talajok Olsen-P-tartalma, valamint a bokrosodáskori őszi búza és a 4—6 leveles kukorica P-tartalmának összefüggése. a) Őszi búza; b) Kukorica.

Az adatok csoportosítását úgy is elvégeztük, hogy az átmeneti, a 2%-nál kevesebb CaCO_3 -ot tartalmazó és a 4 alatti y_1 -értékű talajokat mind a meszes, mind a nem meszes csoportban szerepeltettük. Így a „meszes” csoport átlagában 0,1%-os szinten pozitív összefüggés adódott az Olsen-P- és a vizes P-tartalom, valamint a növényi P % között. A „nem meszes” csoportban az összefüggés mindhárom



7. ábra

A talajok H_2O -P-tartalma, valamint a bokrosodáskori őszi búza és a 4—6 leveles kukorica P-tartalmának összefüggése. a) Őszi búza; b) Kukorica.

módszerrel kimutatható volt, bár a vizes módszer kevésbé előnyösnek mutatkozott (6. táblázat).

Amennyiben általánosítanunk kell, és eldöntenünk, hogy melyik talajvizsgálati módszer tükrözte a legmegbízhatóbban a talaj P-ellátottságát a növényi P % alapján ítélve, az alábbi következtetésre juthatunk. A legjobbnak az esetek többségében az Olsen-módszer bizonyult, ezt követte a vizes módszer, és a legkevésbé megbízható volt az AL-módszer.

Amennyiben tehát a hazai szaktanácsadásnak továbbra is standard módszere marad az AL-módszer, úgy vizsgálatainkban e módszer korrekciójára, határértékeinek pontosítására — a talajtulajdonságok ismeretében — továbbra is különleges figyelmet kell szentelnünk.

6. táblázat

A talaj különböző módszerekkel meghatározott P-tartalma, a bokrosodáskori őszi búza és a 4—6 leveles kukorica P%-a, valamint a mintavételi helyek megelőző 3 évi átlagos szemtermése közötti lineáris összefüggések

(1) Tényezők	(2) n	(3) Könnyen oldható P ₂ O ₅ -tartalom		
		AL	Olsen	H ₂ O
a) Búza szemtermése, t/ha	60	0,267*	-0,031	0,173
b) Kukorica szemtermése, t/ha	56	-0,043	-0,083	-0,149
c) Búza P%-a	60	0,063	0,398**	0,453***
d) Kukorica P%-a	56	0,603***	0,671***	0,274*
e) Búza + kukorica P%-a	116	0,381***	0,533***	0,334***
CaCO ₃ > 1%	38	-0,176	0,184	0,297
CaCO ₃ ≤ 1%	78	0,653***	0,649***	0,352**
f) Meszes talajok	57	0,034	0,459***	0,420***
g) Nem meszes talajok	86	0,559***	0,573***	0,312**

Megjegyzés: A 2^o-nál kevesebb CaCO₃-ot tartalmazó és a 4,0 alatti y₁-értékű talajok mind a meszes, mind a nem meszes csoportban szerepelnek.

* 95^o-os, ** 99^o-os, *** 99,9^o-os szinten szignifikáns összefüggés

Összefoglalás

Az ország különböző területein, 145 termőhelyen átlagmintákat vettünk a talajok szántott rétegéből, valamint a rajta termő földfeletti növényből. Az őszi búzát bokrosodás végén (Feekes 4—6), a kukoricát 4—6 leveles állapotban gyűjtöttük be 1975 tavaszán a talajmintavételi helyekről. A mintákat részben a MÉM NAK laboratóriumai vizsgálták meg a hazai szaktanácsadási hálózatban elfogadott módszerekkel. A növények elemzése 11 elemre terjedt ki, a talajmintákban az AL-P-tartalom mellett az Olsen-P- és a H₂O-P- (1 : 20 talaj : víz arány mellett) -tartalmakat is meghatároztuk.

Az adatfelvételezés kiterjedt a trágyázásra, a megelőző 3 év termésére és az agrotechnikára vonatkozó információk begyűjtésére is. A mintavételi helyek hazánk főbb talajváltozatait kellően reprezentálták (1. táblázat), és a talajtulajdonságokat tekintve széles variációs tartományt képviseltek (2. táblázat).

A növények tápelemtartalma szintén széles sávban ingadozott (3. táblázat). A búza és a kukorica NPK-tartalma és azok arányai mind az átlagaikat, mind a minimum és maximum értékeiket tekintve igen közelállóak voltak (4. táblázat), hasonlóképpen a részletesebb vizsgálatokba vonni 60 búza- és 56 kukoricaminta alatti talajok főbb talajvizsgálati paraméterei is (5. táblázat).

A talajtulajdonságok, valamint a műtrágyázás és a növényelemzés adatai között első közelítésben lineáris korrelációkat vizsgálva megállapítottuk, hogy a talajok kötöttsége és humusztartalma között meglehetősen szoros ($r=0,766$), míg a kötöttség és AL-K-tartalom között lazább ($r=0,382$) összefüggés állt fenn (1. és 2. ábra). Az AL-

K és a növényi K %, valamint az AL-P és a növényi P % 1%-os szinten szignifikáns kapcsolatot mutatott savanyú talajon mindkét növény esetén (3. és 4. ábra). A műtrágya-felhasználás és a növényi NPK %-ok közötti összefüggés elhanyagolható volt.

A talajok 3-féle módszerrel meghatározott könnyen oldható P-tartalma, valamint az őszi búza és a kukorica szemtermése nem mutatott érdemleges összefüggést. A talajok P-tartalma és a növényi P % kapcsolatát elemezve az adatokat többféleképpen csoportosítottuk: búza, kukorica, búza + kukorica együtt, búza + kukorica 1% CaCO₃-tartalom feletti és alatti talajokon, valamint búza + kukorica külön a „meszes” és „nem meszes” csoportban. Utóbbi esetben a 2%-nál kevesebb CaCO₃-ot tartalmazó és 4 alatti y₁-értékű talajokat mindkét helyen szerepeltettük (6. táblázat).

Az így képzett 7 lehetséges csoportban az AL-módszer 4, a vizes módszer 5, míg az Olsen-módszer 6 esetben mutatott legalább 1%-os szinten megbízható összefüggést a növényi P %-kal. Az összefüggések lineáris korrelációkkal jellemezhetők voltak (5., 6. és 7. ábra). Amennyiben a hazai szaktanácsadásunkban továbbra is az AL-módszer marad a standard módszer a talajok P-ellátottságának megítélésére, úgy ellátottsági határértékeinek pontosítására — a talajtulajdonságok ismeretében — továbbra is nagy figyelmet kell a hazai kutatásnak szentelnie.

Irodalom

- [1] BRONNER, H. von: Der Zusammenhang zwischen Rübenproduktion, Düngung und Bodenmerkmalen II. Die Bodenkultur. **20.** 268—290. 1969.
- [2] EL-DAMATY, A. H., HAMDI, H. & ORABI, A. A.: Factors affecting the manganese status in soils of the UAR. UAR. J. Soil Sci. **11.** 7—26. 1971.
- [3] EL-DAMATY, A. H. et al.: Copper status in some selected soils of Egypt. Egypt. J. Soil Sci. **13.** 55—64. 1973.
- [4] ELEK É. & KÁDÁR I.: Állóskultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM NAK. Budapest. 1980.
- [5] ELSOKKARY, I. H.: Leaf analysis as a guide to the nutrition status of orange trees in some alluvial and desert calcareous soils in Egypt. Beitr. trop. Landwirtschaft. Veterinärmed. **12.** 249—262. 1974.
- [6] ELSOKKARY, I. H. & LÅG, I.: Status of some trace elements in Egyptian soils and in wheat grains. Beitr. trop. Landwirtschaft. Veterinärmed. **18.** 35—47. 1980.
- [7] FERRARI, TH. J.: Prüfen mit und ohne Eingriff. In: Aktuelle Probleme des landwirtschaftlichen Versuchswesens. Landw. -chem. Bundesversuchsanstalt. Linz. 25—58. 1965.
- [8] FÜLEKY GY.: A talaj foszforállapotát és könnyen oldható foszfortartalmát befolyásoló fontosabb tényezők. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1977.
- [9] GHANEM, I. et al.: Studies on manganese in soils. I. The Mn status in some selected Egyptian soils. Beitr. trop. subtrop. Landwirtschaft. Tropenveterinärmed. **8.** 137—144. 1970.
- [10] GUSENLEITNER, J. von: Die Mineralstoffversorgung von Kartoffeln im Bezirk Freistadt, Oberösterreich. Die Bodenkultur. **23.** 111—126. 1972.
- [11] GUSENLEITNER, J. von: Mineralstoffversorgung des Körnermais in Oberösterreich. Landforstw. Forsch. in Österreich. **6.** 45—66. 1974.
- [12] GUSENLEITNER, J. von: Die Mineralstoffversorgung des Winterweizens in Oberösterreich. Die Bodenkultur. **29.** 12—39. 1978.

- [13] KÁDÁR I. & LÁSZTITY B.: A feltöltő foszfor- és káliumműtrágyázás lehetőségének vizsgálata néhány magyarországi talajon. *Agrokémia és Talajtan*. **28**, 123—142. 1979.
- [14] KERESZTÉNY B., NAGY L. & FEKETE A.: A mangánellátottsági szám képlete. *Agrokémia és Talajtan*. **28**, 86—96. 1979.
- [15] MÜLLER, H. J. von: Ertrag und Qualität von Zuckerrüben in Österreich sowie deren Beeinflussung insbesondere durch Düngung in Abhängigkeit von Standortfaktoren. II. *Die Bodenkultur*. **28**, 111—164. 1977.
- [16] A növényvizsgáló laboratórium (NVG) módszerfüzete. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest. 1981.
- [17] SARKADI, J.: The influence of edaphic factors on nutrient uptake in wheat. *Symp. on Genetics and Wheat Breeding*. Agric. Res. Inst. Hung. Acad. Sci. Martonvásár. 523—533. 1962.
- [18] SARKADI J.: A műtrágyaigény becslésének módszerei. *Mezőgazd. Kiadó*. Budapest. 1975.
- [19] SCHACHTSCHABEL, P. von: Beziehungen zwischen dem Phosphorgehalt in Böden und jungen Haferpflanzen. *Z. PflErnähr. Bodenk.* **135**, 31—43. 1973.
- [20] SVÁB J. & SIMITS K.: Nagy olajtartalmú napraforgó 1978. évi nagyüzemi termelését befolyásoló tényezők biometriai elemzése. *Agrártud. Egyetem, Gödöllő*. 1980.
- [21] A tápanyagvizsgáló laboratórium (TVG) módszerfüzete. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest. 1978.
- [22] THAMM F-NÉ: Az AL-P-értékek korrigálása néhány talajtulajdonság figyelembevételével. *Agrokémia és Talajtan*. **29**, 473—496. 1980.
- [23] VÁRALLYAY GY. et al.: Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1 : 100 000 méretarányú térképe. II. *Agrokémia és Talajtan*. **29**, 35—76. 1980.

Érkezett: 1982. november 16.

Study on the Relationships of Some Soil Properties, Fertilizer Application and Plant Characteristics

I. KÁDÁR, É. ELEK and A. FEKETE

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences
and Plant Protection and Agrochemistry Center of the Ministry of Agriculture and Food, Budapest

Summary

In the spring of 1975 soil samples were collected from the ploughed layer of altogether 145 winter wheat and maize fields in different parts of Hungary, and the above ground parts of the plants were also sampled. (For each site a representative sample was prepared by mixing 20—25 random samples.) Winter wheat was sampled at the end of tillering (Feekes 4—6) and the maize plants in the 4—6-leaf-stage. The soil samples were analyzed for 14 characteristics with methods approved by the Hungarian agricultural advisory service. When determining the P supply of the soils the AL- and Olsen-methods were used and the water-soluble P content was determined as well. The plants were analyzed for 11 elements. Additional data were collected relating to previous fertilizer application, the yields of the previous 3 years and the agrotechnical measures that had been taken at each site.

The sampling sites represented the most common soil types of Hungary (Table 1) and the soil properties varied within a wide range (Table 2). The nutrient contents of the plants also varied considerably (Table 3). The NPK contents and ratios of winter wheat and those of maize

corresponded well as regards both their average values and their min.—max. values (Table 4), just like the analytical data of the soils under the plants (Table 5).

When the linear correlations of soil properties, fertilizing and the nutrient content of the plants were examined it was found that the correlation between soil texture and humus content is quite close ($r = 0.776$), while that between soil texture and AL-soluble K content is not so close ($r = 0.382$) (Figs. 1 and 2). When both species were grown on acidic soil, the correlation between K or P recovered by the AL method and the percental K or P content of the plants, respectively, was significant at the level of 1 per cent (Figs. 3 and 4). The correlation between fertilizing and the percental NPK content of the plants was negligible.

There was no definitive correlation found between the readily-soluble P content (determined with three methods) of the soil and the grain yield of either species. When the relationship between the P content of the soils and the percental P content of the plants was examined, the data were grouped in various ways (Table 6). There were 7 groups formed in all, and a significant correlation at the level of 1 per cent was indicated by the AL-method in 4 instances, by the water extraction method in 5 instances and by the Olsen-method in 6 instances. The relationships could be described with linear correlations (Figs. 5, 6 and 7).

If the Hungarian agricultural advisory service continues to use the AL-method as the standard procedure to evaluate the P supply of soils, then further studies should be undertaken to determine more precisely the limit values of the supply with regard to the soil properties.

Table 1. Various soil types of the sampling sites and the number of occurrence of each (Sampling time: spring, 1975). (1) Soil type: 1. Humous sand; 2. Chernozem; 3. Meadow chernozem; 4. Meadow soil; 5. Chernozem brown forest soil; 6. Brown forest soil; 7. Humous alluvial soil; 8. Meadow solonetz. (2) Under maize. (3) Under wheat. (4) Total.

Table 2. Characterization of the soils of the sampling sites (0—30 cm plowed layer). (1) Soil analytical data: a) Hydrolytic acidity; b) Upper limit of plasticity; c) Hygroscopicity; d) Humus, %. (2) Number of samples. (3) Average. (4) Minimum value. (5) Maximum value. (6) Standard deviation. (7) Relative deviation.

Table 3. Characterization of the sampled plants on the basis of their nutrient contents (above ground parts of winter wheat and maize, together). (1) Element. For (2)—(7) see Table 2.

Table 4. Characterization of the NPK content and ratio of selected winter wheat and maize samples. (1) Plant analytical data. A) Winter wheat at the end of tillering. B) Maize plants in the 4—6-leaf-stage. For (2) to (7) see Table 2.

Table 5. Characterization of the relevant soil properties of the plowed layers at selected sampling sites. A) Under winter wheat; B) Under maize; C) Under both species. For (1)—(7) see Table 2.

Table 6. Linear correlations of the soils' P content determined with three methods, the percental P content of the plant samples, and the grain yields (average of the previous 3 years) obtained at the sampling sites. (1) Factors. a) Grain yield of winter wheat, t/ha; b) Grain yield of maize, t/ha; c) Percental P content of wheat plants at the end of tillering; d) Percental P content of maize plants at the 4—6-leaf-stage; e) Percental P content of wheat and maize plants; f) Calcareous soils; g) Non-calcareous soils. (2) Number of samples. (3) Readily-soluble P_2O_5 content determined with three methods. The correlation is significant at the * 95, ** 99 or *** 99.9% level. Remark: soils containing less than 2% $CaCO_3$ and having a "y₁" value less than 4.0 occur in both soil groups.

Fig. 1. Correlation between soil texture and humus content. Horizontal axis: Humus, %. Vertical axis: Upper limit of plasticity.

Fig. 2. Correlation between the texture and the AL-soluble K content of the soils. Horizontal axis: Upper limit of plasticity. Vertical axis: AL- K_2O , mg %.

Fig. 3. Correlation between the AL-soluble K content of the soil and the percental K content of the wheat (at the end of tillering) and maize (at the 4—6-leaf-stage) plants. A. Winter wheat. B. Maize. Horizontal axis: AL-K₂O, mg %. Vertical axis: K %.

Fig. 4. Correlation between the AL-soluble P content of non-calcareous soils and the percental P content of (A.) winter wheat (at the end of tillering) and (B.) maize (at the 4—6-leaf-stage) plants. Horizontal axis: AL-P₂O₅, ppm. Vertical axis: P, %.

Fig. 5. Correlation between the AL-soluble P content of the soils and the percental P content of (a) winter wheat (at the end of tillering) and (b) maize (at the 4—6-leaf-stage) plants. Horizontal axis: AL-P₂O₅, mg %. Vertical axis: P, %.

Fig. 6. Correlation between the Olsen-P content of the soils and the percental P content of (a) winter wheat (at the end of tillering) and (b) maize (at the 4—6-leaf-stage) plants. Horizontal axis: Olsen-P₂O₅, mg %. Vertical axis: P, %.

Fig. 7. Correlation between the water-soluble P content of the soils and the percental P content of (a) winter wheat (at the end of tillering) and (b) maize (at the 4—6-leaf-stage) plants. Horizontal axis: Water-soluble P₂O₅, mg %. Vertical axis: P, %.

Untersuchung der Zusammenhänge zwischen einigen Bodeneigenschaften, der Mineraldüngung und einigen Kennwerten der Pflanzen

I. KÁDÁR, É. ELEK und A. FEKETE

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie
der Wissenschaften und Zentrale für Pflanzenschutz und Agrochemie des Ministeriums für Landwirtschaft
und Lebensmittelproduktion, Budapest

Zusammenfassung

Im Frühjahr des Jahres 1975 wurden in verschiedenen Gegenden Ungarns, an 145 Standorten Proben aus der Ackerkrume der Böden und zur gleichen Zeit von den oberirdischen Pflanzenteilen des darauf wachsenden Weizens und Maises genommen. Die untersuchten Proben stellten einen Durchschnitt von 20—25 Einzelproben dar. Der Winterweizen wurde am Ende der Bestockung (Feeskes 4—6), der Mais mit 4—6 Blättern eingesammelt. Die Bodenproben wurden auf 14 Eigenschaften mittels Methoden der einheimischen Düngungsberatung untersucht. Zur Kennzeichnung der P-Versorgung der Böden wurde neben der als Standardmethode verwendeten AL-Methode auch die Olsen- und wasserlöslichen P-Gehalte bestimmt. Die Analyse der Pflanzen bezog sich auf 11 Elemente. Die Datenaufnahme erstreckte sich auf die Düngungsmassnahmen, auf die in den letzten 3 Jahren erhaltenen Erträge und auf die Einsammlung von Informationen betreffs agrotechnischer Eingriffe.

Die Orte der Probenahmen repräsentierten die wichtigsten Bodentypen Ungarns (Tab. 1.) und vertraten — bei Inbetrachtung der Bodeneigenschaften — einen ausgedehnten Variationsbereich (Tab. 2.). Der Nährstoffgehalt der Pflanzen bewegte sich ebenfalls in einem breiten Bereich (Tab. 3.). Der NPK-Gehalt und die Nährelementenverhältnisse des Weizens und des Maises standen sowohl im Durchschnitt, wie in den minimalen und maximalen Werten sehr nahe beieinander (Tab. 4.), wie auch die wichtigsten Untersuchungsparameter der Böden (Tab. 5.).

Bei Untersuchung der linearen Korrelationen zwischen den Bodeneigenschaften, der Mineraldüngung und den Angaben der Pflanzenanalyse stellten wir fest, dass zwischen der Bindigkeit des Bodens und seinem Humusgehalt ein ziemlich enger Zusammenhang ($r = 0,766$), während zwischen Bindigkeit und AL-K-Gehalt ein lockerer ($r = 0,382$) besteht. (Abb. 1. und 2.).

AL-K und das K% in den Pflanzen, wie auch AL-P und das P% in den Pflanzen wiesen auf sauren Böden bei beiden Pflanzen einen, bei 1% gesicherten, signifikanten Zusammenhang auf (Abb. 3. und 4.). Der Zusammenhang zwischen dem Mineraldüngerverbrauch und dem %-Wert von NPK in den Pflanzen war unbedeutend.

Der leichtlösliche, durch 3 Methoden bestimmte P-Gehalt der Böden und der Kornertrag des Winterweizens, bzw. des Maises zeigten keinen nennenswerten Zusammenhang. Bei der Analyse der Beziehung zwischen dem P-Gehalt der Böden und dem pflanzlichen P% gruppieren wir die Angaben auf verschiedene Weise (Tab. 6.). In den so erhaltenen 7 Gruppen zeigte die AL-Methode in 4 Fällen, die Wasser-Methode in 5 und die Olsen-Methode in 6 Fällen einen, bei wenigstens 1% Wahrscheinlichkeit gesicherten Zusammenhang mit dem pflanzlichen P%. Die Zusammenhänge konnten mit linearen Korrelationen gekennzeichnet werden (Abb. 5., 6. und 7.).

Bleibt in der ungarischen Düngungsberatung zur Beurteilung der P-Versorgung der Böden die AL-Methode auch weiterhin die „Standardmethode“, so muss die einheimische Forschung in Kenntnis der Bodeneigenschaften der genaueren Festlegung der Grenzwerte auch weiterhin grosse Aufmerksamkeit zuwenden.

Tab. 1. Wichtigere Bodentypen der Standorte und Anzahl der Bodenproben (Zeit der Probenahme: Frühjahr 1975). (1) Bodentyp: 1. Humoser Sandboden; 2. Tschernosem; 3. Wiesen-Tschernosem; 4. Wiesenboden; 5. Tschernosem brauner Waldboden; 6. Brauner Waldboden; 7. Humoser Alluvialboden; 8. Wiesen-Solonetz. (2) Unter Mais. (3) Unter Weizen. (4) Insgesamt.

Tab. 2. Kennwerte der untersuchten Böden (Ackerkrume 0—30 cm). (1) Angaben der Bodenuntersuchung: a) Hydrolytische Azidität; b) Bindigkeitszahl nach Arany; c) Hygroskopizität; d) Humusgehalt, %. (2) Anzahl der Bodenproben. (3) Mittelwert. (4) Minimaler Wert. (5) Maximaler Wert. (6) Streuung. (7) Relative Streuung.

Tab. 3. Mineralischer Nährelementengehalt zur Charakterisierung der Pflanzenproben. (Summe des Nährelementgehaltes vom Winterweizen zur Zeit der Bestockung und vom Mais mit 4—6 Blättern). (1) Nährelement. Übrige Bezeichnungen: s. Tab. 2.

Tab. 4. NPK-Gehalt, sowie Nährelementenverhältnisse einzelner, ausgewählter Winterweizen- und Maisproben. (1) Analysenangaben der Pflanzen: A) Winterweizen zur Zeit der Bestockung; B) Mais mit 4—6 Blättern. Übrige Bezeichnungen: s. Tab. 2.

Tab. 5. Angaben der Bodenuntersuchung (Ackerkrume 0—30 cm). A) Unter Winterweizen; B) Unter Mais; C) Unter Winterweizen + Mais insgesamt. Übrige Bezeichnungen: s. Tab. 2.

Tab. 6. Lineare Zusammenhänge zwischen dem mit verschiedenen Methoden bestimmten leichtlöslichen P-Gehalt der Böden, dem P%-Gehalt der Winterweizen- und Maisproben, sowie den, and Hand der letzten drei Jahre berechneten, mittleren Kornerträgen. (1) Variable: a) Kornertrag des Weizens, t/ha; b) Kornertrag des Maises, t/ha; c) P% des Weizens; d) P% des Maises; e) P% von Weizen und Mais insgesamt. f) Kalkhaltige Böden; g) Nicht kalkhaltige Böden. (2) Anzahl der Proben. (3) Leichtlöslicher P_2O_5 -Gehalt, bestimmt mit 3 Methoden. Signifikant bei * 95%, ** 99% und *** 99,9%. Bemerkung: Böden, die weniger als 2% $CaCO_3$ enthalten und einen Wert an hydrolytischer Azidität unter 4,0 haben wurden sowohl in die Gruppe der kalkhaltigen, wie in diejenige der sauren Böden eingeteilt.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen dem Humusgehalt und der Bindigkeit der Böden. Abszisse: Humusgehalt, %. Ordinate: Bindigkeitszahl nach Arany.

Abb. 2. Zusammenhang zwischen der Bindigkeit und dem AL-löslichen K-Gehalt der Böden. Abszisse: Bindigkeitszahl nach Arany. Ordinate: AL- K_2O , mg%.

Abb. 3. Zusammenhang zwischen dem AL-löslichen K-Gehalt der Böden und dem K-Gehalt (in %) des Winterweizens zur Zeit der Bestockung, sowie demjenigen des Maises mit 4—6 Blättern. A. Winterweizen. B. Mais. Abszisse: AL- K_2O , mg%. Ordinate: K% in den Pflanzen.

Abb. 4. Zusammenhang zwischen dem AL-löslichen P-Gehalt der sauren Böden und dem P-Gehalt (in %) des Winterweizens zur Zeit der Bestockung (A), sowie demjenigen des Maises mit 4—6 Blättern (B). Abszisse: AL- P_2O_5 , mg%. Ordinate: P% in den Pflanzen.

Abb. 5. Zusammenhang zwischen dem AL-löslichen P-Gehalt der Böden und dem P-Gehalt (in %) des Winterweizens zur Zeit der Bestockung (a), sowie demjenigen des Maises mit 4—6 Blättern (b). Abscisse: AL-P₂O₅, mg%. Ordinate: P% in den Pflanzen.

Abb. 6. Zusammenhang zwischen dem NaHCO₃-löslichen P-Gehalt der Böden (Olsen-P) und dem P-Gehalt (in %) des Winterweizens zur Zeit der Bestockung (a), sowie demjenigen des Maises mit 4—6 Blättern (b). Abscisse: Olsen-P₂O₅, mg%. Ordinate: P% in den Pflanzen.

Abb. 7. Zusammenhang zwischen dem wasserlöslichen P-Gehalt der Böden (H₂O-P) und dem P-Gehalt (in %) des Winterweizens zur Zeit der Bestockung (a), sowie demjenigen des Maises mit 4—6 Blättern (b). Abscisse: H₂O-P₂O₅, mg%. Ordinate: P% in den Pflanzen.

Оценка зависимостей между некоторыми свойствами почв, внесением минеральных удобрений и особенностями производимых культур

И. КАДАР, Е. ЭЛЕК и А. ФЕКЕТЕ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт и Центр по защите растений и агрохимии, Будапешт

Резюме

Весной 1975 года на различных территориях страны, на 145-ти местах обитания озимой пшеницы и кукурузы, из пахотного слоя почв взяли средние образцы, составленные из 20—25 проб. Одновременно брались образцы культур, выращиваемых на этих почвах. Образцы озимой пшеницы — с мест взятия почвенных проб — брали в конце стадии кущения, кукурузы — в стадии 4—6 листьев. Анализировали 14 свойств почв методами, обычно принятыми в отечественной агрохимической службе. Для оценки обеспеченности почв Р, наряду со стандартным методом АЛ, применяли метод Олсена, а также определили содержание воднорастворимого фосфора. Растительный анализ охватывал 11 элементов. Провели сбор данных о внесении удобрений, об урожаях трех предшествующих лет, а также об использованных агротехнических приемах.

Места взятия образцов представляли собой основные типы отечественных почв (Табл. 1) и отражали широкий спектр их свойств (Табл. 2). Содержание питательных элементов в растениях также было изменчивым (Табл. 3). Содержание и соотношение НРК в озимой пшенице и кукурузе, как по средним показателям, так и по минимальным и максимальным значениям, стояли близко друг к другу (Табл. 4), подобно основным изученным параметрам почв под этими двумя культурами (Табл. 5).

Изучая линейную зависимость между свойствами почв, внесением минеральных удобрений и данными растительного анализа установили, что между связностью почв и содержанием гумуса имеется довольно тесная связь ($r=0,766$), между связностью и АЛ-К — она слабее ($r=0,382$) (Рис. 1.2.) На кислых почвах зависимости АЛ-К и К% в растениях, а также АЛ-Р и Р% в растениях были достоверными на 1%-ом уровне (Рис. 3.4). Зависимость между усвоением минерального удобрения и процентным содержанием НРК в растениях можно было пренебречь.

Между содержанием легкорастворимого Р, определенного тремя различными методами, и урожаями зерна пшеницы и кукурузы достоверной зависимости не установлено. Оценивая связь между содержанием Р в почве и процентным содержанием этого элемента в растениях, полученные данные сгруппировали несколькими способами (Табл. 6).

В полученных таким образом семи группах, метод АЛ в четырех случаях, водный метод — в 5 случаях и метод Олсена в 6-ти случаях показал — на 1%-ом уровне достоверности — связь содержания фосфора в почве с его процентным содержанием в растениях. Зависимость характеризовалась линейной корреляцией (Рис. 5., 6., 7).

Если в отечественной агрохимической службе метод АЛ и дальше будет оставаться стандартным для оценки обеспеченности почв фосфором, то необходимо продолжать исследования, направленные на уточнение предельных величин обеспеченности, исходя из свойств почвы.

Табл. 1. Основные типы почв и их встречаемость на местах взятия образцов (Время взятия образцов: весна 1975 г). (1) Тип почвы: Гумусированный песок. 2. Чернозем. 3. Луговой чернозем. 4. Луговая почва. 5. Черноземовидная бурая лесная почва. 6. Бурая лесная почва. 7. Гумусированная аллювиальная почва. 8. Луговой солонец. (2) Под кукурузой. (3) Под пшеницей. (4) Всего.

Табл. 2. Анализ взятых почвенных образцов (0—30 см пахотный слой). (1) Данные почвенного анализа: а) Гидролитическая кислотность. б) Число связности по Арань. с) Гигроскопическая влажность. d) Гумус в %. (2) Количество образцов. (3) Среднее. (4) Минимальная величина, (5) Максимальная величина. (6) Рассеивание. (7) Относительное рассеивание.

Табл. 3. Оценка свойств растений на местах взятия почвенных образцов по содержанию в них минеральных элементов питания (Надземная часть озимой пшеницы в стадии кушения и кукурузы в стадии 4—6 листьев). (1) Питательный элемент. Остальные обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 4. Содержание азота, фосфора и калия в образцах озимой пшеницы и кукурузы, а также соотношение этих элементов. (1) Данные растительного анализа: А) Озимая пшеница в стадии кушения. В) Кукуруза в стадии 4—6 листьев. Остальные обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 5. Данные анализа почвы (пахотный горизонт) под озимой пшеницей и кукурузой. А) Озимая пшеница. В) Кукуруза. С) Пшеница + кукуруза вместе. Остальные обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 6. Линейные зависимости между содержанием фосфора в почве, определенными различными методами, Р% в озимой пшенице в стадии кушения и в кукурузе в стадии 4—6 листьев, и средними урожаями предшествующих трех лет, полученными на местах взятия образцов. (1) Факторы: а) Урожай зерна пшеницы, т/га. б) Урожай зерна кукурузы, т/га. с) Р% в пшенице. d) Р% в кукурузе. e) Р% в пшенице + кукуруза. f) Карбонатные почвы. g) Некарбонатные почвы. (2) Количество образцов. (3) Содержание легкорастворимого P_2O_5 при определении тремя различными методами. * зависимость достоверна на 95% уровне. ** на 99% уровне и *** на 99,9% уровне. Замечание: почвы, содержащие менее 2% $CaCO_3$ и с гидролитической кислотностью менее 4,0 (y_1) входят в группу как карбонатных, так и некарбонатных почв.

Рис. 1. Связь между содержанием в почвах гумуса и связностью. По горизонтальной оси: Гумус в %. По вертикальной оси: Связность по Арань.

Рис. 2. Связь между связностью почвы и содержанием АЛ-К. По горизонтальной оси: Связность по Арань. По вертикальной оси: АЛ- K_2O , мг. %.

Рис. 3. Связь между содержанием в почвах АЛ-К и К% в пшенице в стадии кушения и в кукурузе в стадии 4—6 листьев. А. Озимая пшеница. В. Кукуруза. По горизонтальной оси: АЛ- K_2O мг. %. По вертикальной оси: К%.

Рис. 4. Связь между содержанием АЛ-Р в некарбонатных почвах и процентным содержанием фосфора в озимой пшенице (А) в стадии кушения и кукурузе (В) в стадии 4—6 листьев. По горизонтальной оси: АЛ- P_2O_5 , ppm. По вертикальной оси: Р%.

Рис. 5. Связь между содержанием АЛ-Р в почвах и процентным содержанием фосфора в озимой пшенице (а) в стадии кущения и кукурузе (b) в стадии 4—6 листьев. По горизонтальной оси: АЛ-Р₂O₅. По вертикальной оси: Р%.

Рис. 6. Связь между содержанием в почвах фосфора по Олсену и содержанием Р в озимой пшенице (а) в стадии кущения и кукурузе (b) в стадии 4—6 листьев. По горизонтальной оси: Олсен-Р₂O₅ мг %. По вертикальной оси: Р%.

Рис. 7. Связь между содержанием в почвах Н₂O—Р и фосфором в озимой пшенице (а) в стадии кущения и в кукурузе (b) в стадии 4—6 листьев. По горизонтальной оси: Н₂O—Р₂O₅, мг %. По вертикальной оси: Р%.