

A növényfajok és a talajtípusok befolyása a műtrágyahatásokra

KERESZTÉNY BÉLA

Mezőgazdasági Akadémia, Kémia-Talajtani Tanszék,
Mosonmagyaróvár

A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a különböző növények nem egyformán reagálnak a műtrágyákra. Köztudomású például, hogy gabonafélék kisebb termés-többletet adnak kálisó hatására, mint a burgonya. Pontos számszerű összefüggések azonban nem találhatóak a szakirodalomban erre vonatkozólag. Mivel a kérdés megoldásának gyakorlati szempontból nagy jelentősége van, számításokat végeztem V á r a l l y a y kísérleti adataiból [6] általános, minden növényre alkalmazható összefüggések keresése céljából.

Hasonlóképpen közismert tény, hogy egyes talajtípusok befolyással vannak a műtrágyák érvényesülésére főképpen különböző adszorpcióképességük folytán. Ennek számszerű megállapítása azonban csak közvetve szerepel V á r a l l y a y határértékes rendszerében [6]. Az előző közleményben [4] közölt egyenletek lehetővé teszik, hogy a talajtípusoknak a műtrágyák érvényesülését befolyásoló hatását számszerűleg meghatározzuk.

Vizsgálati módszerül korrelációs számításokat alkalmaztam V á r a l l y a y régebben közölt [6] kísérleti és talajvizsgálati adatait felhasználva. Ezek között vannak búzán és burgonyán kívül rozssal, árpával, zabbal, kukoricával, répával, lucernával és szójjával beállított kísérletek is. Az előző közlemény [4] egyenleteinek mintájára lehetővé vált a felsorolt növények esetében a műtrágyahatás képleteinek mintájára készítése a kisszámú kísérleti adat ellenére is. A répával, szójjával és lucernával beállított kísérletek adatait azonban ezúttal is mellőzni kellett a kisszámú, illetőleg hiányos adatok következtében.

Az előző közleményben megállapított egyenletek általános alakja a következő volt :

$$K = a_k \cdot \frac{(\log 100 T/Tá) \cdot (pH + 6)}{\log 100 k/ká} - b_k$$

$$P = a_p \cdot \frac{(\log 100 T/Tá) \cdot (pH + 6)}{\log 100 p/pá + 4} - b_p \quad (0)$$

E képletekben K , illetőleg P az lq/kh kálisó, illetőleg $2q/kh$ szuperfoszfát által okozott terméstöbbletet jelenti q/kh -ban kifejezve, T a megfelelő kezeletlen parcella termését, $Tá$ a kísérleti növény átlagos termését, p , illetőleg k a kísérlet talajának Egnér—Riehm foszfor-, illetőleg Nehring káliértékét, $pá$, illetőleg $ká$ ugyanezen érték országos átlagát jelentik, pH a talaj kémhatását jelző pH érték, a és b a szóbanforgó műtrágyára és növényre jellemző konstans érték. Ha egyszerűség kedvéért a változó értékeket tartalmazó törtet kálisó esetében k_t -nek, szuperfoszfát esetében pedig p_t -nek jelöljük, a következő könnyebben áttekinthető egyenletet kapjuk :

$$K = a_k \cdot k_t - b_k \text{ és } P = a_p \cdot p_t - b_p \quad (1)$$

Ezekben az egyenletekben tehát:

$$k_t = \frac{(\log 100 T/T_0) \cdot (\text{pH} + 6)}{\log 100 k/k_0} \quad \text{és} \quad p_t = \frac{(\log 100 T/T_0) \cdot (\text{pH} + 6)}{\log 100 p/p_0 + 4}$$

Az előző közlemény adatai [4] szerint a búzára és a burgonyára alkalmazható képletek kálisó- és szuperfoszfáthatás esetében egyaránt csak a konstans *a* és *b* értékekben különböznek egymástól. Jogosan feltételezhető tehát, hogy egyéb növények esetében is azonos a képletek alakja, csak az *a* és *b* konstans értékek különböznek egymástól. Ennek a feltételezésnek a helyességét valószínűvé teszi, hogy az e képletekkel számított, valamint a valódi műtrágyahatások közti korreláció az árpánál tapasztalt szuperfoszfáthatások esetében is erősen szignifikáns értéket adott ($= +0,880 \pm 0,080$). A nyolc rozskísérlet esetében a megfelelő korrelációs együtthatók: $+0,494 \pm 0,267$, illetőleg $+0,332 \pm 0,314$ kálisó-, illetőleg szuperfoszfáthatás esetében. Ezek a korrelációs együtthatók nem szignifikánsak, de a fenti képletek használhatósága mellett tanúskodnak. Az árpakísérletek kálisóhatásainál tapasztalt bizonytalan összefüggés ($r = 0,120 \pm 0,348$) magyarázata az lehet, hogy e kilenc kísérlet közül csak két esetben nagyobb a műtrágyahatás 1 q/kh-nál, ami nagy kísérleti hibákat tesz valószínűvé. E képletek tehát több növénynél is sikeresen alkalmazhatók. A legkisebb négyzetek elve alapján a megfelelő *a* és *b* konstansokat kiszámítva a következő egyenleteket kapjuk:

Búzánál	$K = 0,73 k_t - 6,86$	$P = 3,08 p_t - 10,37$
Burgonyánál	$K = 4,30 k_t - 45,47$	$P = 7,24 p_t - 28,35$
Rozsnál	$K = 0,89 k_t - 9,19$	$P = 2,55 p_t - 8,53$
Árpánál	$K =$ —	$P = 4,44 p_t - 17,46$

Az árpánál az egyik egyenletet a fentebb feltüntetett bizonytalan korreláció miatt nem adtam meg. Már egyszerű rátekintésre is látszik, hogy az egyenletekben az *a* értékek függenek a *b* értékektől. A köztük levő összefüggést jelző korrelációs együttható kálisó esetében $+1,000 \pm 0$, szuperfoszfát esetében pedig $+0,998 \pm 0,002$. E nagy szignifikáns értékek azt is bizonyítják, hogy az összefüggés lineáris. Az 1. táblázat e két konstans érték arányát tartalmazza különböző növények egyenleteinél.

1. táblázat

Az egyenletekben szereplő „b” értékeknek az „a” értékekkel alkotott hányadosai különböző növények esetében

(1) Növény	(2) Kálisónál	(3) Szuperfoszfátnál	(4) A kísérleti adatok száma
Búza (5)	9,45	3,39	48
Burgonya (6)	10,58	3,93	19
Rozs (7)	10,32	3,95	8
Árpa (8)	—	4,42	9

Az 1. táblázat adatai azt mutatják, hogy az egyes *b/a*-értékek különböző növények esetében közelítőleg egyenlők. Átlagos értékük kálisónál 10,0, szuperfoszfátnál pedig 3,6, ha csak a nagyszámú búza- és burgonyakísérleteket vesszük számításba. Ezen

értékek segítségével az 1. számú képletekből kiküszöbölhetjük a „b” értékeket a következő módon :

$$K = a_k \cdot k_t - 10 a_k \text{ és } P = a_p \cdot p_t - 3,6 a_p \text{ vagy egyszerűsítve :}$$

$$K = a_k \cdot (k_t - 10) \text{ és } P = a_p \cdot (p_t - 3,6) \quad (2)$$

Ezekben az egyenletekben már csak egy, növényenként változó konstans érték szerepel, melyeket össze lehet hasonlítani a megfelelő növények átlagos termésével. Feltételezhető ugyanis, hogy nagyobb termést adó növény ugyanolyan talajviszonyok között nagyobb q/kh-ban kifejezett műtrágyahatást mutat, mint kisebb termést adó.

Először helyesbítettem a legkisebb négyzetek elve alapján számított *a* értékeket oly módon, hogy az egyes növényeknél mutatózó átlagos szuperfoszfát-, illetőleg kálisóhatást behelyettesítettem a 2. számú képletekben a *P*, illetőleg *K* helyére, az ugyanezen növényeknél mutatózó átlagos *k_t*, illetőleg *p_t* értékeket az ugyanezen képletekben szereplő *k_t*, illetőleg *p_t* kifejezés helyére. Így kiszámítottam mindazokat az *a* értékeket, amelyekhez elegendő adat állt rendelkezésemre (2. táblázat). Ezen *a* értékek, valamint a megfelelő növények átlagos termése között szoros összefüggés áll fenn, melyet kálisó esetében $+ 0,966 \pm 0,033$, szuperfoszfát esetében pedig $+ 0,944 \pm 0,054$ értékű korrelációs együttható jelez.

2. táblázat

Számítás útján helyesbített „a” értékek és a megfelelő átlagtermések (T_á) aránya

(1) Növény	a _k	100a _k /T _á	a _p	100a _p /T _á	T _á
Búza (2)	0,86	1,79	3,75	7,8	48
Burgonya (3)	3,66	4,57	5,06	6,3	80
Rozs (4)	0,81	1,97	3,31	8,1	41
Árpa (5)	0,44	1,51	2,44	8,4	29
Zab (6)	0,65	1,55	2,54	6,1	42

A 2. táblázat adatai azt mutatják, hogy az *a* értékek és az átlagtermések hányadosa közelítőleg állandónak tekinthető (a burgonya a_k értékét kivéve, melynek magyarázata később kerül sor). Eszerint tehát ahányszor nagyobb valamely növény átlagtermése, anniszor nagyobb az illető növénynél mutatózó műtrágyahatás q/kh-ban kifejezve azonos talajviszonyok között.

A táblázatban egyetlen erősen kiugró érték szerepel a burgonyánál észlelt kálisóhatások esetében. Közismert tény, hogy a burgonya a káliigényes növények közé tartozik, amire nagy káliumtartalmából is következtethetünk. Feltételezhető ennek alapján, hogy a kiugró a_k értéket az okozza, hogy a burgonya sok káliumot igényelvén a fejlődéshez, a többi növénynél erőteljesebben reagál kálisó adagolására. Erre mutatnak régebbi adataink is [3]. Az egyes növények szárazanyagra számított táplálékanyag-tartalma sok tényezőtől függ, átlagos értékük azonban a növényre jellemző. Ha megvizsgáljuk az erre vonatkozó irodalmi adatokat [1, 5, 7], azt tapasztaljuk, hogy ezen átlagértékek az egyes szerzőknél nem azonosak, annyi azonban kitérniek, hogy a vizsgált növények szárazanyagra számított foszfortartalma 0,5% körüli érték, káliumtartalma pedig 1,0% körül mozog. Az egyetlen kiugró és a többi növénytől lényegesen eltérő értéket a burgonya káliumtartalma adja, amely több szerző adatai szerint átlagosan

2,66%. A 2. táblázat adatai szerint a $100 a_k/Tá$ érték burgonyánál mintegy két és félszer akkora, mint a többi növények esetében. Ez annyit jelent, hogy ugyanazon körülmények között burgonyánál mintegy két és félszer akkora kálisóhatást tapasztalunk, mint a többi növénynél. Mivel egyúttal a burgonya szárazanyagára számított káliumtartalma is mintegy két és félszer akkora, mint a vizsgált többi növényeké, megállapíthatjuk, hogy a burgonya annyiszor nagyobb kálisóhatást mutat a többi növényekhez viszonyítva, ahányszor nagyobb a szárazanyagra számított átlagos káliumtartalma, ha a terméstebbletet az átlagterméshez viszonyítva fejezzük ki.

Valószínű, hogy ez az összefüggés más növényekre is érvényes, amelyek átlagos táplálóanyagtartalma eltérő.

A 2. képletekben szereplő a_k és a_p értékeket tehát a következőképpen helyettesíthetjük egyes növények átlagtermésének ($Tá$) és szárazanyagtartalomra számított megfelelő átlagos táplálóanyagtartalmának ($p\%$, illetőleg $k\%$) szorzatával:

$$a_k = A_k \cdot Tá \cdot k\% \text{ és } a_p = A_p \cdot Tá \cdot p\% \quad (3)$$

Ezekben az egyenletekben A_k és A_p újabb konstans értékeket jelentenek, amelyek már függetlenek a kísérleti növénytől és csak a felhasznált műtrágyától függenek. Ennek alapján a 2. egyenletek az a értékek behelyettesítése után a következőképpen változnak meg:

$$\begin{aligned} K &= A_k \cdot Tá \cdot k\% \cdot (k_t - 10) \text{ és} \\ P &= A_p \cdot Tá \cdot p\% \cdot (p_t - 3,6) \end{aligned} \quad (4)$$

Az egyenletekben tehát K és P a q/kh -ban kifejezett műtrágyahatásokat jelenti, $Tá$ és $k\%$, illetőleg $p\%$ a természetett növényre jellemző állandók, k_t és p_t pedig az 1. számú képletekben szereplő és a talajra jellemző változó értékek. A képletekben szereplő A_k és A_p konstans értékeket a 3. képletekből számíthatjuk ki, mert

$$A_k = a_k/Tá \cdot k\% \text{ és } A_p = a_p/Tá \cdot p\%$$

Az így számított konstans értékeket a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

A 3. számú képletek segítségével kiszámított konstans „A”-értékek és az 5. számú képletek segítségével számított konstans „a”-értékek különböző növények esetében

(1) Növény	(2) Kálisó esetében		(3) Szuperfoszfát esetében	
	A_k	a_k	A_p	a_p
Búza (4)	0,0191	0,80	0,156	3,65
Burgonya (5)	0,0172	3,79	0,127	6,08
Rozs (6)	0,0194	0,74	0,172	2,93
Árpa (7)	0,0126	0,62	0,144	2,20
Zab (8)	0,0131	0,88	0,144	2,68
Súlyozott átlag (9)	0,0178		0,152	

A 3. táblázatban található konstans A_k , illetőleg A_p értékeket a különböző növények esetében elég jól egyezőknek tekinthetjük. Az ezen értékek kiszámításához

szükséges $p\%$, illetőleg $k\%$ értékeket Weiser és Zajtay [7], valamint Mitscherlich [5] és Neubaurnek a Talajvizsgálati Módszerkönyvben szereplő adataiból számítottam [1]. A súlyozott átlagok behelyettesítése révén a következő általános képleteket kapjuk :

$$K = 0,0178 T\acute{a} \cdot k\% \cdot \left[\frac{(\log 100 T/T\acute{a}) \cdot (\text{pH} + 6)}{\log 100 k/k\acute{a}} - 10 \right]$$

$$P = 0,152 T\acute{a} \cdot p\% \cdot \left[\frac{(\log 100 T/T\acute{a}) \cdot (\text{pH} + 6)}{\log 100 p/p\acute{a}} + 4 \right] \quad (5)$$

E képletekben a jelölések ugyanazok, mint a 0. és a 3. számú képletekben. Több növényre (feltételezhető, hogy minden növényre) érvényes. Az e képletekkel számított a értékek, amelyek a 3. táblázatban találhatók, jól egyeznek a 2. táblázatban szereplő kísérleti úton meghatározott megfelelő a értékekkel.

Az így kapott egyenletek lehetővé teszik az egyes talajtípusoknak a műtrágyahatásokra gyakorolt befolyása számszerű meghatározását. E célból a Várallya által megadott talajtípus csoporton belül [6] e képletek segítségével kiszámítottam a várható műtrágyahatásokat és kivontam azokat a tényleges műtrágyahatásokból. Az így kapott különbségeket talajtípusonként átlagoltam és kiszámítottam ezen átlagok hibáját, hogy így eldönthessem, hogy az egyes típusokra jellemző különbségek szignifikánsak-e és így valóban jellemzőek-e a szóbanforgó talajtípusra. Hogy a különböző növényekkel végzett kísérleteknél észlelt különbségeket egy talajtípuson belül átlagolhassam, a különbségeket a megfelelő növény átlagtermésének százalékában fejeztem ki. A 4. táblázat tartalmazza az egyes talajtípusokra jellemző átlagos eltéréseket és azok valószínű hibáját.

4. táblázat

A tényleges és a számított műtrágyahatások közti különbségek átlaga az egyes talajtípusok esetében a megfelelő növények átlagtermésének, továbbá az átlagos műtrágyahatásoknak a százalékában kifejezve

(1) Talajtípus	(2) A tényleges és számított szuperfoszfát hatások különbségeinek átlaga		(3) A tényleges és számított kálisó hatások különbségeinek átlaga	
	(4) Az átlagtermés %-ban	(5) Az átlag szuperfoszfát hatás %-ában	(4) Az átlagtermés %-ában	(6) Az átlagos kálisó hatás %-ában
1. Dunaöntés	+1,9 ± 1,3*	+17 ± 12*	-2,0 ± 2,1	- 13 ± 13
2. Erdőtalaaj	+0,6 ± 0,7	+ 8 ± 10	+1,0 ± 0,8*	+14 ± 11*
3. Mezőségi vályog	+3,4 ± 1,8*	+ 30 ± 17*	-1,9 ± 1,4*	- 36 ± 26*
4. Réti agyag	-1,0 ± 1,0	- 16 ± 16	+0,3 ± 2,8	+ 4 ± 100
5. Lápi eredetű mezőségi vályog	-3,8 ± 0,7*	-100 ± 18*	-0,1 ± 1,1	- 2 ± 17
6. Savanyú homok	+0,5 ± 2,6	+ 8 ± 43	-4,4 ± 2,7*	- 72 ± 44*
7. Meszes homok	+1,3 ± 1,6	+57 ± 70	-7,5 ± 1,3*	-173 ± 31*

A 4. táblázatban csillaggal jelölt számokat találunk. Ezeknél a műtrágyahatások különbsége nagyobb, mint annak valószínű hibája. Ezekben az esetekben tehát valóban a talajtípus hatásának tulajdoníthatjuk a számított műtrágyahatásokkal szemben mutatkozó eltéréseket, mert azok következetesek az adott talajtípusokon belül. Ezek a különbségek egyes esetekben igen nagy értékeket tesznek ki. Például a lápi eredetű mezősségi vályogok esetében a tényleges és a számított foszforműtrágyahatás közti átlagos különbség a valódinak 100%-át teszi ki, azaz számítás útján átlagosan éppen kétszerakkora foszforhatást kapunk, mint a valóságban. Ha tehát helyes értékeket akarunk kapni a számításokkal, akkor lápi eredetű mezősségi vályogok esetében a számított műtrágyahatásokat 0,5 faktorral kell megszoroznunk.

Feltételezhetjük azonban azt is, hogy a helyes műtrágyahatás értékeket nem akkor kapjuk, ha a számított értékeket a talajtípusra jellemző faktorral megszorozzuk, hanem akkor, ha kiszámítjuk, hogy a valódi és a számított műtrágyahatások között fennálló különbségek átlagosan hány q/kh-t tesznek ki az egyes növényeknél valamely talajtípuson és az így nyert értékeket hozzáadjuk, vagy levonjuk a számított értékből. A helyes összefüggés megállapítása céljából ilyen módon hozzáadással és faktorral való szorzással egyaránt helyesbítettem néhány talajtípuson a számított értékeket és az így nyert, kétféleképpen javított értékeket összehasonlítottam a valódi műtrágyahatásokkal oly módon, hogy a köztük levő standard eltéréseket kiszámítottam. Ezeket az értékeket az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

A szorzással, illetőleg hozzáadással helyesbítetten számított és a tényleges műtrágyahatások között mutatkozó különbségek standard eltérési értékei

(1) Talajtípus	(2) Szuperfoszfát hatásnál		(3) Kálisó hatásnál	
	(4) Hozzáadással helyesbítve	(5) Szorzással helyesbítve	(4) Hozzáadással helyesbítve	(5) Szorzással helyesbítve
Mezősségi vályog (6)	0,92	0,90	0,84	0,69
Lápi eredetű mezősségi vályog (7)	0,33	0,22	—	—
Savanyú homok (8)	—	—	2,1	1,7

A táblázat adatai egységesen azt bizonyítják, hogy a valóságnak megfelelőbb értékeket kapunk akkor, ha az egyes talajtípusokra jellemző faktorral szorozva helyesbítjük a számított műtrágyahatás értékeket, mintha az egyes talajtípusokra jellemző értékeket adnánk hozzá a számított értékekhez.

Ennek alapján a 4. táblázat adataiból kiszámítottam az egyes talajtípusokra jellemző faktorokat azon talajtípusok esetében, amelyeknél a típusra jellemző különbség nagyobb volt, mint annak valószínű hibája (6. táblázat).

V á r a l l y a y említett közleményében [6] a foszforadszorpciót típustulajdonságnak tekinti és megadja a mikrotrágyázási módszerével az egyes talajtípusokra vonatkozólag meghatározott adszorpciósértékeket. Adatai szerint dunaöntésen 0,8 mg, mezősségi vályogon 1,0 mg, lápi eredetű mezősségi vályogon 0,4 mg a 2 mg $P_2O_5/100$ g talaj műtrágyaadag által okozott foszfortartalmi változás (növekedés) az érlelés végén. Ezen értékek súlyozott átlaga 0,71 mg. Ha ehhez az átlaghoz viszonyítjuk az egyes

talajtípusokra jellemző tartalmi változásokat, akkor a 6. táblázatban szereplő foszfortartalom növekedési tényezőket kapjuk. E számok tehát azt jelentik, hogy ugyanazon műtrágyamennyiség dunaöntésen 1,13-szor, mezőségi vályogon 1,41-szer, lápi eredetű mezőségi vályogon pedig 0,56-szor akkora változást okoz a laktátoldható foszfortartalomban, mint az átlagos talajon. Ha ezeket az értékeket összehasonlítjuk a 6. táblázat 1. oszlopának adataival kiderül, hogy az egyes talajtípusok csaknem pontosan annyiszor nagyobb terméstöbblettel reagálnak a szuperfoszfát alkalmazása esetében, mint ahány-szor nagyobbak a Várallyay-féle mikrotrágyázásos érlelés hatására létrejött foszfortartalom-változások ugyanezen talajtípusnál. Az értékek erősen egybevágóak és egyúttal Várallyay mikrotrágyázásos adszorbeióvizsgálati módszerének kiváló alkalmazhatóságát bizonyítják.

6. táblázat

Különböző talajtípusok esetében alkalmazható faktorerok, melyekkel a számított műtrágyahatások nagyságát megszorozva a helyes értéket megkaphatjuk

(1) Talajtípus	(2) Szuperfoszfát esetében	(3) Foszfortartalmi növekedés tényezője	(4) Kálisó esetében
Dunaöntés (5)	1,20	1,13	—
Mezőségi vályog (6)	1,43	1,41	0,74
Erdőtálataj (7)	—	—	1,16
Lápi eredetű mezőségi vályog (8)	0,50	0,56	—
Savanyú homok (9)	—	—	0,58

Savanyú talajokon a számítások szerint nem mutatkozik ez az összefüggés. Ennek oka az lehet, hogy a talaj foszforlekötőképessége valószínűleg a talaj savanyúságával arányosan növekszik. Minthogy pedig a talaj pH értéke a képletekben már szerepel, úgy látszik, hogy savanyú talajoknál a foszforadszorbeió számításokat zavaró hatása már az alapképletekkel való számításnál kiküszöbölődik.

A 6. táblázatban a kálisóhatások esetében is szerepelnek faktorerok egyes talajtípusoknál. Ezek okai további kutatást igényelnek. Homok esetében a Nehring-káli meghatározási mód hiányosságára is gondolhatunk, mivel Eno és Reuzer [2] vizsgálataiból kiderül, hogy az Aspergillus a talaj nagyszemcséjű ásványából a kicse-relhető káliumtartalmuknál több káliumot tud kivonni.

A Várallyay által megadott talajtípus csoportosítás genetikai szempontból kifogásolható, de a fentiek szerint gyakorlati műtrágyahatás számítások céljára megfelelő.

Összefoglalás

A különböző gazdasági növények esetében számítással kapott műtrágyahatás képletek egymással hasonlóságot mutattak. Korrelációs számítások igazolták, hogy a képletekben szereplő *a* és *b* konstans értékek között határozott összefüggés van. Ennek

alapján a képletek átalakíthatók oly módon, hogy bennük csak egyetlen, az egyes növényekre jellemző konstans érték marad. E konstans értékek határozott összefüggést mutattak a vizsgált növények átlagos termésével, és a szárazanyagra számított táplálóanyag-tartalommal. Ebből a következő összefüggések derültek ki:

1. Az egyes növényeknél tapasztalt szuperfoszfát-, vagy kálisóhatás aránya egyébként azonos körülmények között egyenlő a szóbanforgó növények átlagos termésének arányával. Tehát területegységenként kétszerakkora termést adó növény kétszerakkora mútrágyahatást mutat egyéb körülmények azonosságában.

2. Az egyes növényeknél tapasztalt szuperfoszfát-, vagy kálisóhatások aránya egyébként azonos körülmények között egyenlő a szóbanforgó növények szárazanyagra számított átlagos megfelelő táplálóanyag-tartalma arányával. Tehát kétszerakkora átlagos táplálóanyag-tartalmú növény területegységenként kétszerakkora mútrágyahatást mutat egyébként azonos körülmények között.

3. A vizsgált növényeknél azonos talaj- és időjárás viszonyok esetében a területegységenkénti szuperfoszfát-, vagy kálisóhatás nagysága arányos átlagos termésük és az átlagos szárazanyag-tartalom százalékában megadott megfelelő táplálóanyag-tartalmuk szorzatával.

4. Az ezen szabályszerűségek alapján szerkesztett következő két képlet nagy valószínűséggel minden növényre érvényesnek tekinthető:

$$K = 0,0178 \cdot T\bar{a} \cdot k^{\circ}_0 \cdot \left[\frac{(\log 100 \cdot T/T\bar{a}) \cdot (pH + 6)}{\log k + 0,97} - 10 \right]$$

$$P = 0,152 \cdot T\bar{a} \cdot p^{\circ}_0 \cdot \left[\frac{(\log 100 \cdot T/T\bar{a}) \cdot (pH + 6)}{\log p + 5,28} - 3,6 \right]$$

E képletekben a K , illetőleg P az lq/kh kálisó, illetőleg 2q/kh szuperfoszfát beszántása által várható termésthöbbleket jelenti q/kh-ban kifejezve, T a kezeletlen parcella termése, $T\bar{a}$ a megfelelő növény átlagos termése q/kh-ban kifejezve, p°_0 , illetőleg k°_0 a megfelelő növény átlagos szárazanyag-tartalom százalékában kifejezett foszfor-, illetőleg kálium-tartalma, p , illetőleg k a mútrágyázásra kerülő talaj Egnér—Riehm foszfor-, illetőleg Nehring-káliértéke, pH pedig a talaj kémhatását kifejező pH érték. A logaritmikus kifejezésekhez adott számértékek magyarázata az előző közleményben található [4].

5. A számítások során bebizonyosodott, hogy meszes talajok esetében az egyes talajtípusoknál tapasztalt szuperfoszfáthatások szoros összefüggést mutatnak a V á r a l l y a y -féle mikrotrágyázásos módszer segítségével általa egyes talajtípusokra vonatkozólag megadott foszfortartalmi növekedésekkel. (A 18 napi érlelés alatt a talaj által le nem kötött sósavas laktátoldható mútrágya-foszfortartalommal.) Ahányszor nagyobbak a foszfortartalmi növekedések valamely talajtípusnál, annyiszor nagyobbak ugyanezen talajtípusokon a szuperfoszfáthatások azonos körülmények között. Savanyú talajoknál ez a törvényszerűség nem érvényesül a számításokban, mivel a képletekben szereplő pH érték részben kiküszöbölti a foszforabszorpció által a számításokban mutatkozó hibát.

Homoktalajok esetében a tényleges kálisóhatás a számítottaknak csak mintegy felét, mezőszéki vályognál pedig háromnegyedrészt teszi ki.

Érkezett: 1957. október 30.

Irodalom

- [1] *Ballenegger, R.*: Talajvizsgáló Módszerkönyv. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1953.
 [2] *Eno, Ch. P. & Reuser, H. W.*: Potassium availability from biotite, muscovite, greensand and microcline as determined by growth of *Aspergillus niger*. Soil Sci. 80. 199. 1955.
 [3] *Keresztény, B.*: Törvényszerűségek a műtrágyahatásokban. Agrokémia és Talajtan. 4. 365—384. 1955.
 [4] *Keresztény, B.*: A talaj kémhatásának befolyása a műtrágyahatásokra. Agrokémia és Talajtan. 7. 223. 1958.
 [5] *Müscherlich, A.*: Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. Berlin. 1924.
 [6] *Várallyay, Gy.*: A műtrágyázást irányító kísérletek és vizsgálatok. Agrokémia. 2. 287. 1950.
 [7] *Weiser, Z. & Zajtay, A.*: Takarmányozás. Rózsavölgyi és Tsa kiadása. Budapest. 1940.

ВЛИЯНИЕ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ПОЧВЕННЫХ ТИПОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Б. Керестень

Кафедра химии и почвоведения с. х. Академии Мошонмадяровар (Венгрия)

Резюме

В предыдущих сообщениях приведены формулы эффективности удобрений по отношению пшеницы и картофеля, которые по существу соответствуют уравнению прямой: $X = ax - b$, где X — эффективности удобрений, x — дробь, содержащая в себе данные анализа почвы, а b и a являются константными величинами, зависящими от примененных удобрений и от видов возделываемых растений.

В случае различных с/х растений уравнения эффективности удобрений были похожи друг на друга. Вычисление корреляционной связи показало, что между константными величинами a и b имеется определенная связь. Исходя из этого имеется возможность преобразовать формулы таким образом, что в них остается только одна константная величина, характерная для отдельных растений. Эти константные величины показали хорошо выраженную связь со средним урожаем изученных растений и с содержанием питательных веществ в них в % от сухого вещества. На основе этих связей имеется возможность установить следующие закономерности:

1. Величина, найденного влияния суперфосфата или калийной соли у отдельных растений пропорциональна величине среднего урожая данного растения. Значит растения, дающие на единицу площади в среднем в 2 раза больше урожая, показывают в два раза большую эффективность от удобрений при прочих равных условиях.

2. Величина найденного влияния суперфосфата или калийной соли у отдельных растений пропорциональна средней величине содержания питательных веществ в % от сухого вещества у данных растений. Значит у растений, имеющих в два раза больше питательных веществ в % от сухого вещества, наблюдается на единицу площади в два раза большая эффективность от удобрений при прочих равных условиях.

3. При одинаковых климатических и почвенных условиях величина действия суперфосфата или калийной соли на единицу площади, пропорциональна произведению их среднего урожая и среднего содержания питательных веществ в % от сухого вещества.

4. Выведенные на основе этих закономерностей следующие две формулы являются действительными для всех растений.

$$K = 0,0178 T a. \text{ к \%} \left(\frac{(\log 100 T/Ta) \cdot (pH + 6)}{\log k + 0,97} - 10 \right)$$

$$P = 0,1515 T a. \text{ р \%} \left(\frac{(\log 100 T/Ta) (pH + 6)}{\log p + 5,28} - 3,6 \right)$$

В этих уравнениях P и K обозначают ожидаемую величину повышения урожая в ц/хольд, после внесения 2 ц/хольд суперфосфата или 1 ц/хольд калийной соли; T — ожи-

даемый урожай без внесения удобрений на изученной почве, T_a — средний урожай данного растения в ц/хольд, $P\%$ и $K\%$ обозначают среднее содержание фосфора и калия в % от сухого вещества в данных растениях, p и k обозначают содержание фосфора в почве по Эгнер — Риму, j и калия по Нерингу, pH — величина показателя реакции почвы.

5. В ходе вычисления оказалось, что в случае карбонатных почв найденные влияния суперфосфата у отдельных почвенных типов, показывает тесную связь с увеличением содержания фосфора определенным методом Варалаи (т. е. с содержанием фосфора удобрений, не связанных почвой в течение 18 дневного компостирования и растворимых в соляно-кислой лактатной смеси). Чем выше увеличение содержания фосфора у отдельного почвенного типа, тем больше и эффективность суперфосфата на этой же почве при прочих равных условиях. На кислых почвах эта закономерность не имеет места из — за адсорбции фосфатов, пропорционально pH .

В случае песчаных почв фактическое влияние калийной соли равняется только половине вычисленного, а в случае суглинистых черноземных почв составляет $\frac{3}{4}$ части. Умножая вычисленные влияния у удобрений на 1,738 получаем ожидаемый эффект в переводе ц/га при внесении 1,74 ц/га калийной соли, 3,48 ц/га суперфосфата.

Таблица 1. Частное от деления константы «в» на константу «а», имеющихся в уравнениях в случае различных растений. (1) Растения. (2) В случае калийной соли. (3) В случае суперфосфата. (4) Число опытных данных. (5) Пшеница. (6) Картофель. (7) Рожь. (8) Ячмень.

Таблица 2. Соотношения, исправленные путем вычисления величин «а» и соответствующих средних урожаев (T_a). (1) Растение. (2) Пшеница. (3) Картофель. (4) Рожь. (5) Ячмень. (6) Овес.

Таблица 3. Величины константы „А“, вычисленные при помощи формулы 3 и константы „а“, вычисленные при помощи формулы 5 в случае различных растений. (1) Растение. (2) В случае калийной соли. (3) В случае суперфосфата. (4) Пшеница. (5) Картофель. (6) Рожь. (7) Ячмень. (8) Овес. (9) Средневзвешенные данные.

Таблица 4. Средняя величина разницы между фактическим и вычисленным влиянием удобрений у отдельных почвенных типов в % от среднего урожая соответствующих растений и от средней эффективности удобрений. (1) Почвенный тип. 1. Почва поймы Дуная. 2. Лесная почва. (3) Суглинистая черноземная почва. 4. Луговая глинистая почва. 5. Карбонатная черноземная почва торфяного происхождения. 6. Кислый песок. 7. Карбонатный песок. (2) Средние величины разниц фактического и вычисленного влияния суперфосфата. (3) Средние величины разниц фактического и вычисленного влияния калийной соли. (4) В % от среднего урожая. (5) В % от среднего влияния суперфосфата. (6) В % от среднего влияния калийной соли.

Таблица 5. Стандартные величины отклонения разниц между фактическим влиянием удобрений и вычисленным после исправления умножением и прибавлением. (1) Почвенный тип. (2) В случае суперфосфата. (3) Влияние калийной соли. (4) Исправлено прибавлением. (5) Исправлено умножением. (6) Суглинистая черноземная почва. (7) Суглинистая черноземная почва торфяного происхождения. (8) Кислый песок.

Таблица 6. Коэффициенты у различных почвенных типов, умножая на которые величину вычисленного влияния удобрений, получаем правильные величины. (1) Почвенный тип. (2) В случае суперфосфата. (3) Фактор увеличения содержания фосфора. (4) В случае калийной соли. (5) Почвы поймы Дуная. (6) Суглинистая черноземная почва. (7) Лесная почва. (8) Суглинистая черноземная почва торфянистого происхождения. (9) Кислый песок.

L'influence des espèces des plantes et des types des sols sur l'effet des engrais chimiques

B. KERESZTÉNY

Chaire de chimie et de pédologie de l'Académie d'Agriculture, Mosonmagyaróvár (Hongrie)

Résumé

Dans notre communication précédente [4] l'on trouve des formules concernant l'effet de certains engrais chimiques sur le blé et la pomme de terre, qui correspondent essentiellement à l'équation de la ligne droite : $X = ax - b$; dans ces équations X exprime l'effet de l'engrais chimique, x est une fraction convenant les données de l'analyse du sol, „ a ” et „ b ” sont des valeurs constantes qui dépendent des engrais employés et des espèces de plantes cultivées.

Dans le cas des différentes plantes cultivées les équations exprimant l'effet des engrais chimiques obtenu par le calcul d'une manière analogue aux équations sous-mentionnées ont présenté une ressemblance entre elles. Des calculs de corrélation ont justifié qu'il y a une corrélation nette entre les valeurs constantes „ a ” et „ b ” figurant dans ces équations. Sur cette base l'on a pu transformer les équations de telle sorte, que seulement la valeur constante caractérisant la plante donnée y est restée. Les valeurs constantes ont présenté une corrélation nette avec le rendement moyen de la plante examinée et avec sa teneur en matière nutritive exprimée en pour cent de la matière sèche. Ces corrélations ont permis d'établir les règles suivantes :

1. La proportion des effets dûs au superphosphate ou aux sels potassique observés avec les différentes plantes est identique, les autres conditions restant égales, avec la proportion des rendements moyens, des plantes en question. Ainsi une plante donnant un rendement moyen double par unité de surface présente un effet dû à l'engrais chimique double, les autres conditions étant identiques.

2. La proportion des effets obtenus avec du superphosphate et des sels potassiques avec les différentes plantes est identique, les autres conditions étant égales, avec la proportion de la teneur moyenne en matière nutritive correspondante exprimée en pour cent de la matière sèche de la plante correspondante. Ainsi une plante comprenant le double en matière nutritive, exprimée en pour cent de la matière sèche moyenne, présente, les autres conditions étant identiques, un effet double dû à l'engrais chimique, par unité de surface.

3. Chez les différentes plantes, dans des conditions météorologiques et un sol identique, la grandeur des effets dûs à l'emploi du superphosphate ou du sel potassique par unité de surface est proportionnelle avec le produit de leur rendement moyen et avec leur teneur moyenne en matière nutritive correspondante exprimée en pour cent de leur matière sèche.

4. Les deux équations construites d'après ces régularités peuvent être considérées, selon toute probabilité, comme étant valables pour toutes les plantes :

$$K = 0,0178 T \dot{a}. k\% \cdot \left(\frac{(\log 100 T/T\dot{a}) \cdot (\text{pH} + 6)}{\log k + 0,97} - 10 \right)$$

$$P = 0,151 T \dot{a}. p\% \cdot \left(\frac{(\log 100 T/T\dot{a}) \cdot (\text{pH} + 6)}{\log p + 5,28} - 3,6 \right)$$

Dans ces équations K et P , respectivement, signifient l'augmentation du rendement auquel on peut s'attendre par l'épandage avec les labours de 1 q de sel potassique par 0,56 ha ou de 2 qx de superphosphate par 0,56 ha, respectivement ; T signifie le rendement auquel on peut s'attendre sans engrais ; $T\dot{a}$ est le rendement moyen de la plante en question en q/0,56 ha ; $p\%$ et $k\%$, respectivement, expriment la teneur moyenne de la plante correspondante en P_2O_5 et K_2O exprimée en % de la matière sèche ; p et k , respectivement, expriment la valeur de l'acide phosphorique selon Egnér—Richm et la valeur de la potasse selon Nehring du sol fumé ; pH exprime la réaction du sol.

5. Les calculs ont révélé que dans le cas des sols calcaires les effets du superphosphate observés sur les différents types de sol présentent une corrélation étroite avec les augmen-

tations en acide phosphorique signalées par Várallyay pour les différents types de sol à l'aide de la méthode de microfumure élaborée par lui (avec la teneur en acide phosphorique soluble dans le solvant à acide lactique et acide hydrochlorique non absorbé par le sol durant l'incubation de 18 jours).

Autant de fois que les augmentations en acide phosphorique sont plus considérables sur un type de sol donné, autant de fois sont plus grands les effets du superphosphate, dans des conditions identiques. Dans le cas des sols acides cette règle n'est pas valable, comme la valeur du pH figurant dans les équations élimine en partie l'erreur causée dans les calculs par l'adsorption de l'acide phosphorique.

Dans le cas des sols sableux les effets du sel potassique observés ne sont approximativement que la moitié de l'effet calculé, avec sols de limon des steppes les trois quarts.

Si l'on multiplie avec 1,738 les effets dûs aux engrais chimiques obtenus à l'aide de ces équations l'on obtient les augmentations du rendement auxquelles l'on peut s'attendre par hectare, dans le cas de l'épandage avec les labours de 1,74 qx de sel potassique et de 3,48 qx de superphosphate par hectare, respectivement.

Tabl. 1. Quotients des valeurs constantes „b” figurant dans les équations avec les valeurs „a”, dans le cas de différentes plantes. (1) Plante. (2) Avec du sel potassique. (3) Avec du superphosphate. (4) Nombre des expériences. (5) Blé. (6) Pomme de terre. (7) Seigle. (8) Orge.

Tabl. 2. Quotients des valeurs „a” corrigées par le calcul et des rendements moyens (Tá) correspondants. (1) Plante. (2) Blé. (3) Pomme de terre. (4) Seigle. (5) Orge. (6) Avoine.

Tabl. 3. Valeurs constantes pour différentes plantes obtenues par les formules. (1) Plante. (2) Avec sel potassique. (3) Avec superphosphate. (4). Blé. (5) Pomme de terre. (6) Seigle. (7) Orge. (8) Avoine. (9) Moyenne pondérée.

Tabl. 4. Moyenne des différences entre les effets observés et calculés des engrais chimiques dans le cas des divers types de sol exprimée en pour cent du rendement moyen de la plante considérée et des effets moyens dûs aux engrais chimiques. (1) Type du sol. 1. Alluvion du Danube. 2. Sol forestier. 3. Sol limoneux des steppes. 4. Argile des prés. 5. Sol limoneux d'origine marécageuse, calcaire. 6. Sable acide. 7. Sable calcaire. (2) Moyenne des différences entre les effets du superphosphate observés et calculés. (3) Moyenne des différences entre les effets du sel potassique observés et calculés. (4) En pour cent du rendement moyen. (5) En pour cent de l'effet moyen du superphosphate. (6) En pour cent de l'effet moyen du sel potassique.

Tabl. 5. Déviation standard entre les valeurs de l'effet de l'engrais chimique corrigées par multiplication et addition, respectivement et les valeurs observées. (1) Type du sol. (2) Effet du superphosphate. (3) Effet du sel potassique. (4) Corrigé par addition. (5) Corrigé par multiplication. (6) Sol de limon des steppes. (7) Sol de steppe d'origine marécageuse. (8) Sable acide.

Tabl. 6. Facteurs à employer sur les différents types de sol pour obtenir la valeur correcte, par multiplication des valeurs calculés. (1) Type du sol. (2) Avec du superphosphate. (3) Facteur de l'augmentation de la teneur en acide phosphorique. (4) Dans le cas du sel potassique. (5) Alluvion danubien. (6) Sol de limon des steppes. (7) Sol forestier. (8) Sol de limon d'origine marécageuse. (9) Sable acide.