

A kukorica termésmennyisége és a felvett tápelemek koncentrációja közötti összefüggés vizsgálata

LÁNG GÉZA, MÁRTONFFY TAMÁS és TÖLGYESI GYÖRGY

*Agrártudományi Egyetem, Keszthely és
Állatorvostudományi Egyetem, Budapest*

A trágyázási kísérletek értékelésekor leginkább a termésmennyiség adatait közlik, a termés összetételét legtöbbször csupán a használati érték (pl. takarmányozás) szempontjából szokták vizsgálni. Nem lebecsülendő azonban az összetétel ismerete alapján szerzett azon információ sem, mely a trágyázás hatásának részletfolyamataiba ad betekintést. Mivel a hazai mezőgazdasági gyakorlatunk elsősorban a nitrogén, a foszfor és a kálium pótlására szorítkozik, érdeklődésre tarthat számot a tápelem-arány eltolódásának számszerű vizsgálata mezo- és mikroelemek esetében is.

Hazai, 11 tápelem vizsgálatával egybekötött kísérletek bizonyítják, hogy az NPK hatóanyagokra alapozott trágyázás során a termés mennyiségének növekedésével az egyes elemek koncentrációja gyakran csökken [2, 9, 10]. Ez részint a használati értéket csökkentheti, de arra is utal, hogy egy-egy elem relatív minimumba kerülve, a termés további növekedésének is határt szab. Megfigyelték [2, 9], hogy az öntözés 40 %-ról 70 %-ra való fokozása (a talaj vízkapacitására vonatkoztatva) a termés növekedésével egyidejűen csökkentette egyes elemek koncentrációját, éspedig a talaj alacsony tápanyagszintjénél a nitrogén, a kalcium, a magnézium és a vas koncentrációját.

A teljes (NPK) trágyázás optimális talajnedvesség mellett a cink koncentrációját vetette vissza a zab vegetatív részeiben. A növekvő szárazanyaghozam igen lényeges rézkoncentráció-változással járt együtt, melyet az

$$y = 7,52 - 0,165 x$$

lineáris regressziós egyenlet fejez ki (y = a rézkoncentráció ppm-ben, x pedig a tenyészedények termése gramm-ban). PROHÁSZKA és GURABI [7] viszont pozitív kapcsolatokat mértek a termés és a kukoricalevelek N-, Mn- és Cu-koncentrációja között.

GIORDANO, MORTVEDT és PAPENDICK [3] adataiból kiszámítható, hogy kísérleteinkben a kukorica termésének növekedésével a termés cinkkoncentrációja szignifikánsan csökken.

TÖLGYESI és MIKÓ [10] 45 különböző tápanyag-ellátottságú talajban három éven át termelt kukorica összetételét vizsgálta. A növekedő terméssel

mind a 13 meghatározásra került elem abszolút mennyisége növekedett, de a kálium és a foszfor kivételével a koncentrációjuk csökkent.

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálatainkat az egységes országos műtrágyázási tartamkísérletek kukoricánövényein végeztük. Az 1973. évben az A 167-es és az A 176-os kísérlet 1-es, 19-es és 20-as kezeléséből, 1974-ben pedig a C 168-as kísérlet 1-es, 2-es és 20-as kezeléséből vett mintákat értékeltük. A kezelések műtrágyaadagjait az 1. táblázaton közöljük. A négy termőhely (Karcag, Keszthely, Kom-

1. táblázat

Az országos trágyázási tartamkísérletek mintázott kukoricáinál alkalmazott trágyaadagok, kg/ha/év

(1) A kísérlet	(2) A kezelés	N	P	K
száma				
A 167/1973	1	0	0	0
	19	500	220	249
	20	500	220	415
A 176/1973	1	0	0	0
	19	150	44	83
	20	200	65	83
C 168/1974	1	0	0	0
	2	100	44	83
	20	500	220	415

polt és Mosonmagyaróvár) általános talajtani és meteorológiai viszonyait LÁNG és munkatársai [5] jellemezték. A talajok mezo- és mikroelem-sajátosságait TÖLGYESI [8] ismertette. Az alább ismertetésre kerülő kémiai elemzésekhez szolgáló átlagmintákat (10 — 10 csővel szemben álló levél) a címerhányást követő 10 napon belül gyűjtöttük be. Kezelésenként és termőhelyenként 4 — 4 átlagmintát.

Eredmények

Dolgozatunkban a termésmennyiség és a felvett tápanyagok koncentrációja közötti összefüggést tárgyaljuk. A kukorica termése és ásványianyagtartalma között 100 korrelációt számítottunk (2. táblázat), ezek közül 29 utal szignifikáns kapcsolatra. A szignifikáns kapcsolatok közül 16 pozitív, 13 pedig negatív előjelű: éspedig az esetek többségében a kálium és a foszfor esetében pozitív, míg a molibdén és a magnézium esetében negatív előjelű az összefüggés. Mindkét évben szignifikánsan pozitív volt a kapcsolat Keszthelyen és Kompolton a kálium-, Kompolton a foszfor-, negatív Keszthelyen a cink- és Mosonmagyaróváron a molibdéntartalom és a termés kö-

zött. A jelentősebbnek ítélt kapcsolatokra kiszámítottuk a lineáris regressziós egyenletet is. A termés mennyisége és a kukorica-levelek káliumtartalma közti összefüggést Kompolton 24 parcella adatainak felhasználásával a

$$y = 0,92 + 0,243 x$$

egyenlet írja le, ahol y a levelek szárazanyagra számított kálium-koncentrációja g/kg-ban, míg x a kukorica termése q/ha-ban (1. ábra). A nagyobb termést adó kukorica levelében a káliumtartalom tehát nagyobb volt.

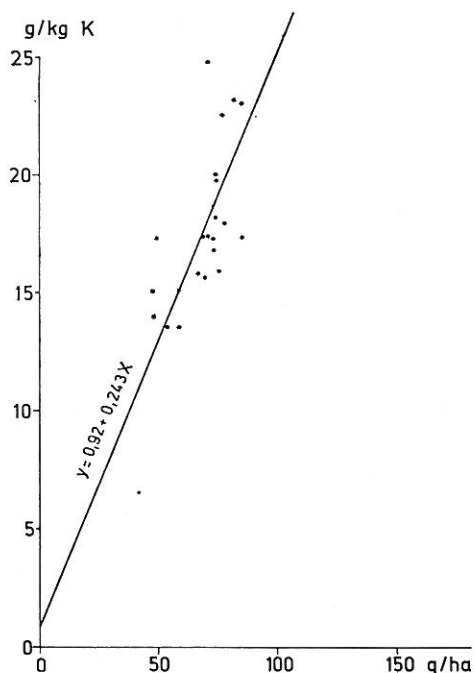
A termés mennyisége és a kukoricalevelek cinktartalma közti összefüggést Keszthelyen két év adatainak felhasználásával (24 parcella) az

$$y = 25,74 - 0,099 x$$

egyenlet írja le, ahol y a levelek cikkoncentrációja ppm-ben, x pedig a kukorica termése q/ha-ban (2. ábra). A növekedő terméssel csökken a levelek cink-tartalma.

Mosonmagyaróváron a termésmennyiség növekedésével mindkét évben csökkent a molibdén koncentrációja a levelekben. Az igen eltérő termésmennyiségek (1973-ban 117,9, 1974-ben 70,5 q/ha) következtében a két mennyiség összefüggése a két évben különbözik. Ezért az adatok összevonása helyett célszerűnek látszott azokat évenként feldolgozni. A 3. ábrán látható a termés mennyiségének és a levelek molibdéntartalmának kapcsolatát kifejező

$$y = 2,77 - 0,916 x$$



1. ábra

A termés mennyisége nyers csövesben és a kukoricalevelek káliumtartalma közti összefüggés Kompolton.

A kísérletekből származó kukorica beltartalma és terméseredménye

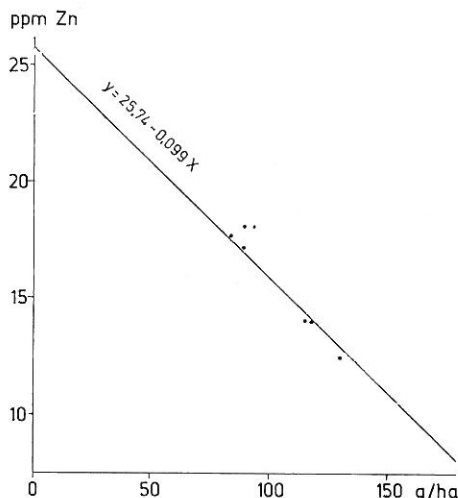
(1) A kísérlet éve, helye	(2) Levélsúly	K	Ca	P	Mg	Na
<i>1974. kukorica</i>						
Karcag	0,57	-0,03	0,49	0,22	-0,25	0,31
Keszthely	0,56	0,72	-0,59	0,63	-0,73	0,27
Kompolt	0,75	0,64	0,09	0,66	-0,28	0,64
Mosonmagyaróvár	0,66	0,75	-0,29	-0,24	-0,74	-0,12
<i>1973. kukorica</i>						
Karcag		0,15	0,55	0,71	-0,02	-0,48
Keszthely		0,58	-0,79	0,10	-0,51	-0,31
Kompolt		0,92	-0,30	0,87	-0,93	-0,01
Mosonmagyaróvár		0,34	-0,41	0,09	-0,34	-0,47

regressziós egyenlet grafikonja. Ebben y a levelek molibdén-koncentrációja ppm-ben, míg x a termés q/ha-ban.

A kiemelt három kezelés alapján kiszámoltuk a termőhelyi átlagértékeket, majd a termést és a kalciumkoncentrációkat összehasonlítottuk. Az összefüggés csak tendencia jellegű: a nagyobb kalciumtartalmú levelek nagyobb termésekkel párosulnak (3. táblázat).

Az eredmények értékelése

Jelenlegi talajerő-gazdálkodásunk elsősorban NKP hatóanyagokat pótol, egyéb elemekből a talaj készletére és a szervesztrágyákra van a növény utalva. A szervesanyag-produkció növekedtével a kevésbé hozzáférhető ele-



2. ábra

A termés mennyisége nyers csövesben és a kukoricalevelek cinktartalma közti összefüggés Keszthelyen.

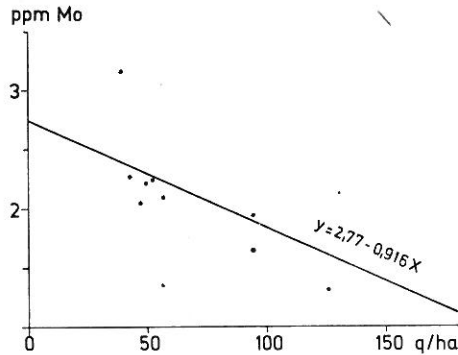
táblázat

közötti összefüggések rangkorrelációs koefficiensei

Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	S	Al
0,06	0,18	-0,35	-0,29	0,37	0,30	-0,28	-0,65
0,43	0,33	-0,65	0,13	0,36	0,71	-0,52	-0,31
-0,27	0,13	0,11	0,27	0,45	-0,17	-0,69	0,05
-0,26	0,07	-0,55	0,47	-0,55	-0,69	0,08	-0,65
-0,46	0,45	0,33	0,39	0,34	0,37		
-0,55	-0,36	-0,78	-0,34	-0,37	-0,74		
0,20	0,48	0,73	0,81	0,37	-0,58		
-0,09	0,32	-0,24	-0,28	-0,41	-0,67		

mekre nézve a növény eleinte következmények nélkül „felhígul”, később a szintézis is lelassul vagy megáll. Természetesen egyedül az összetétel semmit sem mond a várható produkcióval kapcsolatban. Súlyos talajhibák esetén, satnya, stagnáló növényzetben egyes elemekre nézve megfelelő, sőt igen magas koncentrációkat is mérhetünk. A sok elemre kiterjedő vizsgálat azonban felfedheti a környezeti tényezők diszharmóniáját.

Szemléletesség kedvéért két év 4 – 4 termőhelyére számított korrelációit átlagoltuk, és irányuk, valamint nagyságuk szerint csoportosítottuk (4. táblázat). Vizsgáljuk meg, milyen következtetéseket vonhatunk le ezekből az adatokból. Miként értelmezhetjük tehát, hogy a nagyobb termésben a kálium és a foszfor koncentrációja nagyobb volt. Egyéb adatok figyelembevétele nélkül az a következtetés lenne levonható, hogy a termés növekedését ezen elemek koncentrációjának a növekedése „okozta”. De lehet a jelenleg magyarázata az is, hogy a termés növekedésekor a kálium és a foszfor koncentrációja *feleslegesen* nőtt. A luxus-fogyasztás feltételezése indokolható lenne azzal, hogy pl. 1974-ben az 1-es, 2-es és 20-as számú kezelések átlagában (4 termőhely 16 – 16 parcellája) a kálium-tartalom az utolsó fokozat-



3. ábra

A termés mennyisége nyers csövesben és a kukoricalevelek molibdéntartalma közti összefüggés Mosonmagyaróváron 1974-ben.

3. táblázat

A termés mennyiségének és a kukoricalevél kalciumtartalmának termőhelyi átlagértéke három kezelés négy ismétlése alapján számolva

(1) A kísérlet helye	(2)		(2)	
	Termés, q/ha	Ca, g/kg	Termés, q/ha	Ca, g/kg
	1973-ban		1974-ben	
Keszthely	118,5	6,83	106,2	7,6
Mosonmagyaróvár	117,9	5,62	70,5	6,2
Karcag	86,3	5,06	102,0	5,9
Kompolt	66,1	4,68	68,8	5,7

ban ugrásszerűen nőtt: 11,9 — 14,9 — 21,0 g/kg-ra. Különben az 1. ábrán is megfigyelhető, hogy a 6 legnagyobb káliumkoncentráció korántsem járt együtt nagyobb termésrel.

A termés és az elemi alkotórészek közötti negatív korreláció is szintén legalább kétféleképpen értelmezhető. Az alumínium koncentrációja a nagyobb termésben kisebb volt. Egyéb tapasztalatok alapján állíthatjuk, hogy az alumínium nagy mozgékonyasága általában kedvezőtlen a növénytermelési gyakorlatban. Így tehát a műtrágyázás (elsősorban a P) többek között az alumínium mozgékonyaságának csökkentése révén is kedvezően hathatott a termésre.

De kijelenthetjük-e, hogy Keszthelyen a termés és a cinkkoncentráció között mért $-0,78$ és $-0,65$ értékű rangkorreláció a cinkbőség termés-korlátozó hatását jelenti. Kisebbszintű cinktartalom, nagyobb termés (2. ábra). Veszélyes következményekkel járna javasolni a cinktartalom valamiképpen való csökkentését a még nagyobb termés érdekében. A keszthelyi kuko-

4. táblázat

A kukorica termésmennyisége és a felvett elemek koncentrációja közötti átlagos rangkorrelációk értéke a jelen vizsgálat 96—96 adata, valamint Tölgyesi és Mikó 180—180 adata alapján

(1) Jelen vizsgálatok		(2) Tölgyesi és Mikó adatai	
K	0,51	P	0,45
P	0,38	K	0,03
Mn	0,20	Zn	-0,03
Cu	0,20	Mn	-0,05
B	0,10	B	-0,07
Na	-0,02	Na	-0,53
Fe	-0,12	Mg	-0,55
Ca	-0,16	Cu	-0,59
Zn	-0,18	Ca	-0,61
Mo	-0,26	Fe	-0,76
Mg	-0,48		

ricalevelek ugyanis abszolút értékükben és a többi kísérleti helyhez viszonyítva is, kevés cinket tartalmaznak. NELSON [6], valamint JONES [4] szerint a csóvel szembeni levelek 20 – 75 ppm közötti cinktartalma a megfelelő. TRIER és BERGMANN [11] kísérletei alapján káros cinktartalommal semmiesetre sem kell számolni 40 ppm alatt. A negatív korrelációt tehát akkor értelmezzük helyesen, ha a termés növekedésével növekedő cinkhiányról beszélünk.

Más megítélés alá esik a mosonmagyaróvári kísérletekben mutatkozó molibdén-koncentráció csökkenés. A lúgos kémhatású talajon a növények molibdénfelvétele többszöröse a másik három kísérleti helyen észleltnek. A műtrágyázás a talaj kémhatását savanyú irányban változtatja meg, csökkentve ezáltal a molibdén felvehetőségét. A termés molibdénkoncentrációja azonban a kísérletek időpontjában még mindig olyan magas, hogy molibdénhiányról nem lehet szó. Más termőhelyen, pl. Kompolton, 1974-ben a 0,14 ppm-es molibdénkoncentráció (1-es kezelés) 0,11 és 0,10 ppm-re csökkent (2-es és 20-as kezelés). Itt már a kezeléstől függetlenül relatív molibdénhiány van, amit a műtrágyázás savanyító hatása még csak fokoz.

A 4. táblázat két adatsora utal arra is, hogy az extenzív vagy az intenzív talajerőgazdálkodás esetén hígul-e fel jobban az ásványianyag. Jelen kísérletünkben, ahol jó erőben levő talajokat hasonlítottunk össze, lényegesen több a pozitív, mint a negatív kapcsolat. TÖLGYESI és MIKÓ [10] kísérleteiben, ahol a szántóföldi művelésben álló talajok mellett rétek, erdők, parlagok talajai is szerepelnek, több a negatív összefüggés. A túlnyomórészt negatív és magas értékű korrelációk viszont élesebben mutatják, hogy a természetett tömegtakarmányok egyes elemek tekintetében kevesebbet nyújtanak, mint a természetes vegetáció. Ugyanazon növényfajra pl. ANKE [1] vizsgálatai adnak útmutatást. Ő 149 szántóföldi és 130 réti származású vöröshere (*Trifolium pratense*) mintát vizsgált meg és hasonlított össze. A réti származású, lényegesen kevesebb NPK-val ellátott vörösherek több nátriumot, vasat, mangánt, cinket és rezet tartalmaztak, mint a szántóföldi származásúak.

Az előbbi gondolatmenet gyakorlati következtetése nem a külterjes gazdálkodás visszaállítása, hanem az adott termőhelyhez igazodó teljes trágyázás bevezetése. E követelményt éppen a termés és a beltartalom közti korrelációk segítségével lehet szemléltetni. Pl. a kukorica 1973 és 1974 évi, valamint ugyancsak az országos tartamkísérletekből származó búza 1973 évi terméseredményei és a rézkoncentráció között az alábbi rangkorrelációkat mérhettük:

Kompolt	0,45	0,87	0,50
Mosonmagyaróvár	–0,55	–0,41	–0,24

Nyilvánvaló, hogy Kompolton a réz hozzáférhetősége nőtt, míg Óváron csökkent felmérésünk időpontjában. Az utóbbi esetben az abszolút érték döntené el, mikor szükséges a folyamatot réztrágyázással kedvező irányba fordítani.

Összefoglalva az elmondottakat, megállapíthatjuk: a csupán három tápanyag (NPK) visszapótlására szorítókozó talajerőgazdálkodás esetében reális veszélye van mind a luxus tápanyagfelvételnek (pl. P, K), mind pedig egyes elemek relatív hiányának (pl. Mg, Mo, Zn). Valószínűnek lát-

szik, hogy a mezo- és mikroelemekkel való racionális trágyázás esetén a termés tovább lenne növelhető. Ezáltal ugyanazon NPK hatóanyag mellett megszűnne a „luxustáplálkozás”, és egyben a növény egészsége és használati értéke érdekében megkívánt összes elem koncentrációja elfogadható szintet érne el.

A kérdés áttekinthetősége érdekében szándékosan mellőztük a trágya-adagok és a talajtulajdonságok bevonását az anyag tárgyalásába. A termésre és a beltartalomra ható ezen tényezőket későbbi munkánkban fogjuk tárgyalni.

Összefoglalás

Négy termőhelyen, három műtrágya-adag szinten termelt kukorica termését hasonlítottuk össze a csővel szembeni levél tápelem-tartalmával. A kiszámított 100 korreláció közül 16 szignifikánsan pozitív, 13 pedig szignifikánsan negatív előjelű volt. Egyaránt lehetett luxusfogyasztásra és relatív tápelem-hiányra utaló jelenségeket megállapítani. Luxusfogyasztás nem csupán túlzott műtrágyázásánál alakulhatott ki, hanem akkor is amikor egy mezo- vagy mikroelem relatív hiánya következtében a növény fejlődése lelassult, és a bővebben rendelkezésre álló elemek benne felszaporodtak. A mikroelemek relatív hiányát az egyébként kedvező egyéb tényezők hatására felgyorsuló szervesanyag-produkció is előidézheti, ha evvel nem tud lépést tartani egyes elemek felvétele. A műtrágyázás többek közt a talajtsavanyító hatása révén (Mo), és ionantagonizmus következtében (P — Zn) is kiválthat olyan relatív tápelemhiányt, mely terméskorlátozóként hat.

Vizsgálataink megerősítik azt a felfogást, miszerint hazánkban az adott termőhely tulajdonságaihoz igazodó teljes (makro-, mezo- és mikroelemek) trágyázás bevezetésével foglalkozni kell.

Irodalom

- [1] ANKE, M.: Der Mengen- und Spurenelementgehalt von Luzerne, Ackerrotklee und Wiesenrotklee als Anzeiger der Mineralstoffversorgung. Archiv f. Tierernähr. **18**. 121—133. 1968.
- [2] DEBRECZENI, B. & TÖLGYESI, Gy.: A talaj nedvességtartalmának hatása a növény makro- és mikroelem tartalmára. Növénytermelés. **24**. 27—34. 1975.
- [3] GIORDANO, P. M., MORTVEDT, J. J. & PAPENDICK, R. I.: Response of corn (*Zea mays L.*) to zinc, as affected by placement and nitrogen source. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **30**. 767—770. 1966.
- [4] JONES, J. B. jr.: Interpretation of plant analysis for several agronomic crops. In: Soil Testing and Plant Analysis, Part II. Soil Sci. Soc. Amer. Madison. 1967.
- [5] LÁNG, G. (szerk.): Trágyázási kutatások eredményei. I. Búza. Kutatóintézeteket Ellátó Állomás. Budapest. 1973.
- [6] NELSON, L. G.: Fertilizer program based on soil test and plant analysis. Agr. Chem. **22**. 10—11. 1972.
- [7] PROHÁSZKA, K. & GURABI, Gy.: A műtrágyázás hatása a kukoricalevelek tápanyagtartalmára. Agrokémia és Talajtan. **23**. 53—58. 1974.
- [8] TÖLGYESI, Gy.: Országos műtrágyázási tartamkísérletek néhány talajának és a rajtuk termelt növényeknek analitikai vizsgálata. Kutatási beszámoló. Budapest—Keszthely. 1973. Kézirat.
- [9] TÖLGYESI, Gy. & DEBRECZENI, B.: Az eltérő agrotechnika néhány hatása a zab tápanyagtartalmára. Növénytermelés. **23**. 335—342. 1974.

- [10] TÖLGYESI, GY. & T. MIKÓ, ZS.: A kukorica termésmennyisége és a felvett ásványi anyagok közti összefüggés. Növénytermelés. **26.** 169–175. 1977.
- [11] TRIER, K. & BERGMANN, W.: Ergebnisse zur wechselseitigen Beeinflussung der Zink- und Phosphorsäureernährung von Mais (*Zea mays L.*). Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd. **18.** 65–75. 1974.

Érkezett: 1977. február 25.

Investigations on the Relationship between Maize Yields and Nutrients Taken up by the Plants

G. LÁNG, T. MÁRTONFFY and G. TÖLGYESI

University of Agronomics, Keszthely and Veterinary University, Budapest (Hungary)

Summary

Crop results of maize on different fertilizer levels (Tab. 1.) with the amount of nutrients in the leaf opposite to the cob. Material of field experiments was sampled on four soils at the time of tasseling. Between crop results and the concentration of certain elements of a leaf 100 correlations had been calculated (Tab. 2) of which 16 were significantly positive, 13 significantly negative. The concentration of nutrients being on the increase together with the yield can be explained in different ways. It is possible that the demand of the plant had been saturated by rising the doses of the element in question, and that the yield had been raised by this fact. On the other hand it may be possible, too, that in consequence of the absence of another nutritive element or the presence of another disadvantageous factor the rate of organic matter formation would slow down. The abundantly given nutritive materials will increase their concentration in such cases in the plant without directly resulting in an increase of the yield (luxury-consumption). The relationship between the amount of the yield and the concentration of nutrients of the leaf is a complicated one, since the plant raised under unfavourable conditions may contain certain elements in a relatively high concentration though the yield will be minimal. In this case the plant — when producing dry material in an extremely slow way — would have time enough to extract even from a soil poor in nutrients the — in an absolute value — small quantity which may be, with the reference to dry material, of a quite high concentration.

Negative correlations cannot be interpreted in every case by assuming that the decrease of the concentration of a certain element "caused" a higher crop.

With the exception of the really toxic elements (e. g. Al) the situation is rather like this: certain elements decrease to a relative minimum while the yield is increasing simultaneously. This may happen mainly to those elements which are not replaced by fertilization. In our experiments the Zn-concentration of the leaf showed a significant decrease with a simultaneous increase of the yield in Keszthely (Fig. 2), and the amount of Mo a significant decrease in Mosonmagyaróvár (Fig. 3.). With reference to Zn we may assume a relative lack of this nutrient which may be caused by the P–Zn antagonism. The decrease of Mo content may be caused by acidification of the soil by fertilization.

The quantity of the crop and the concentration of K in the leaves were compared on the basis of the means of the experimental stations. There appeared a tendentious correlation: the higher the degree of the K in the leaves, the higher the crop was (Tab. 3).

This investigation showed on soils under intensive tillage more positive and less negative interactions than those carried out by Tölgyesi and Mikó when on 20 soils with extreme properties only P and K showed positive connections (Tab. 4).

We came to the conclusion that more attention must be given to the replacement of the mezo- and micronutrients and to particular properties of the soils of the experimental stations.

Table 1. Fertilizer doses (kg/ha/year) given to maize in the national long-term-experiment series in Hungary. (1) Sign of the experiment. (2) Sign of the variant. Amount calculated in elements.

Table 2. Rank correlation coefficients of the interaction between the yield and the nutrient content of the samples. (2) Year and place of experiment. (2) Weight of leaves.

Table 3. Yield and Ca-content of maize leaves as mean-values of the experimental stations calculated from 4 repetitions and 3 variants. (1) Experimental station. (2) Yield, dt/ha.

Table 4. Mean rank correlation value between the yield of maize and the concentration of elements taken up by the plants calculated on the basis of 96—96 dates of the present experiment and of 180—180 dates of the experiment of Tölgyesi and Mikó. (1) Dates of the present experiment. (2) Dates of Tölgyesi and Mikó.

Fig. 1. Connection between the yield of green maize cobs and the K-content of maize leaves in Kompolt.

Fig. 2. Connection between the yield of green maize cobs and the Zn-content of maize leaves in Keszthely.

Fig. 3. Connection between the yield of green maize cobs and the Mo-content of maize leaves in Mosonmagyaróvár in the year 1974.

Untersuchung des Zusammenhanges zwischen dem Ernteertrag des Maises und den aufgenommenen Nährstoffen

G. LÁNG, T. MÁRTONFFY und GY. TÖLGYESI

Agrarwissenschaftliche Universität, Keszthely und Universität für Tierheilkunde, Budapest (Ungarn)

Zusammenfassung

Der Ernteertrag des Maises wurde auf verschiedenen Mineraldüngerstufen (Tab. 1.) mit dem Nährstoffgehalt des dem Kolben gegenüberstehenden Blattes verglichen. Die Pflanzenproben wurden auf vier Bodentypen im Feldversuch zur Zeit des Fahnschiebens genommen. Zwischen dem Ernteertrag und der Konzentration der einzelnen Nährelemente des Blattes wurden 100 Korrelationen (Tab. 2.) berechnet, von denen 16 signifikant positiv, 13 hingegen signifikant negativ waren. Die mit dem Ertrag zunehmende Nährstoffkonzentration (Abb. 1.) kann verschiedenartig interpretiert werden. Es ist möglich, dass die gesteigerten Gaben des betreffenden Elementes als Mineraldünger den Bedarf der Pflanzen in stets höherer Masse gedeckt, und so den Ertrag gesteigert haben. Es ist aber auch möglich, dass der Mangel an irgendeinem Nährelement, oder dass sich infolge eines anderen ungünstigen Faktors das Tempo der Bildung des organischen Stoffes verlangsamt. Die im Überschuss gegebenen Nährstoffe können sich in diesem Fall in der Pflanze anreichern, ohne dass sie an der Steigerung des Ertrages direkt teilnehmen (Luxusverbrauch). Der Zusammenhang zwischen Ernteertrag und der Nährstoffkonzentration des Blattes ist auch darum kompliziert, weil eine unter ungünstigen Verhältnissen wachsende Pflanze bei minimalem Ernteertrag einzelne Elemente in verhältnismässig hoher Konzentration enthalten kann. Die Pflanze hat dann bei sehr langsamer Trockensubstanzproduktion aus einem an Nährstoffen armen Boden Zeit genug die in absolutem Wert geringe Menge aufzunehmen, die aber — auf Trockensubstanz gerechnet — eine hohe Konzentration bedeuten kann.

Die negativen Korrelationen können nicht in jedem Falle so gewertet werden, dass das Absinken der Konzentration des betreffenden Elementes den höheren Ertrag »verursacht« hat. Mit Ausnahme der ausgesprochen toxischen Elemente (z. B. Al) verhält es sich eher so, dass gleichzeitig mit der Steigerung der Ertrages einige Elemente in ein relatives Minimum gelangen. Dies ist in erster Reihe bei jenen Elementen der Fall, die durch Mineraldünger nicht ersetzt werden. Bei unseren Versuchen verringerte sich signifikant — bei gleichzeitiger Zunahme des Ertrages — in Keszthely der Zn-Gehalt des Blattes (Abb. 2.), in Mosonmagyaróvár (Abb. 3.) aber sein Molybdängehalt. Bei Zink kann man einen relativen Mangel an Zink voraussetzen, der allenfalls durch den P—Zn-Antagonismus bewirkt wird. Das Absinken des Mo-Gehaltes kann auch durch die zunehmende Bodenazidität als Wirkung des Mineraldüngers verursacht werden.

Aufgrund der Durchschnittswerte der Standorte wurden die Menge des Ertrages und die Kalziumkonzentration der Blätter miteinander verglichen. Es zeigt sich ein tendenziöser Zusammenhang: Blätter von höherer Kalziumkonzentration gehören höheren Erträgen an (Tab. 3.).

Auf Böden, deren Bearbeitung intensiv ist, wies der jetzige Versuch mehr positive als negative Zusammenhänge auf, im Gegensatz zu den ähnlichen Versuchen von Tölgyesi

und Mikó, wo auf 20 Böden mit extremen Eigenschaften allein das P und das K positive Zusammenhänge ergeben haben (Tab. 4.).

Aus den Versuchen folgt, dass beim Düngen mit Mineraldüngern mehr Aufmerksamkeit dem Ersatz von Mezo- und Mikroelementen und den speziellen Eigenschaften des Standortes gewidmet werden muss.

Tab. 1 Düngergaben (kg/ha/Jahr) im Landes-Düngungsdauerversuch zu Mais. (1) Bezeichnung des Versuches. (2) Bezeichnung der Variante. Menge berechnet in Elementen.

Tab. 2 Rangkorrelationskoeffizienten der Zusammenhänge zwischen Ernteertrag und Nährstoffgehalt der aus den Versuchen stammenden Proben. (1) Jahr und Ort des Versuches. (2) Blattgewicht.

Tab. 3 Standort-Durchschnittswerte der Ertragsmenge und des Kalziumgehaltes der Maisblätter, berechnet aufgrund der 4 Wiederholungen von 3 Varianten. (1) Versuchs-ort. (2) Ertrag, dt/ha.

Tab. 4 Durchschnittlicher Rangkorrelationswert zwischen dem Ernteertrag des Maises und der Konzentration der aufgenommenen Elemente aufgrund von je 96 Angaben des jetzigen Versuches und von je 180 Angaben des Versuches von Tölgyesi und Mikó. (1) Angaben des jetzigen Versuches. (2) Angaben von Tölgyesi und Mikó.

Abb. 1 Zusammenhang zwischen dem Ernteertrag von frischen Maiskolben und dem Kaliumgehalt der Maisblätter in Kompolt.

Abb. 2 Zusammenhang zwischen dem Ernteertrag von frischen Maiskolben und dem Zinkgehalt der Maisblätter in Keszthely.

Abb. 3 Zusammenhang zwischen dem Ernteertrag von frischen Maiskolben und dem Molybdängehalt der Maisblätter in Mosonmagyaróvár im Jahre 1974.

Изучение взаимосвязи между количественным урожаем кукурузы и питательными веществами усвоенными растениями

Г. ЛАНГ, Т. МАРТОНФФИ и ДЬ. ТЭЛДЕШИ

Аграрный Университет, Кестхей и Ветеринарный Университет, Будапешт (Венгрия)

Резюме

Урожай кукурузы, полученные на различных уровнях внесения минеральных удобрений (Табл. 1), сравнили с содержанием питательных веществ в кукурузном листе, находящимся напротив початка. Сбор образцов в производственных опытах проводили на четырех почвах в фазе выбрасывания метёлки. Рассчитали 100 корреляций между количеством урожая и содержанием отдельных питательных элементов в листе кукурузы (Табл. 2), из которых 16 были достоверно положительными и 13 достоверно отрицательными. Повышение концентрации питательных элементов наряду с повышением урожая (Рис. 1) можно истолковать по-разному. Возможно, что повышенное внесение определенного элемента в качестве минерального удобрения обеспечило потребность растения в этом элементе, что привело к повышению урожая. Но возможно, что в результате недостатка других элементов питания или в результате влияния других неблагоприятных факторов снижается темп образования органического вещества. В это время, вносимые в больших количествах питательные вещества, откладываются в растении не оказывая прямого влияния на увеличение урожая. Связь между количественным урожаем и концентрацией питательных веществ в листе является весьма сложной и по той причине, что растения выросшие в неблагоприятных условиях, могут содержать относительно высокое количество отдельных питательных элементов при минимальных урожаях. В такое время, при медленном продуцировании органического вещества растения усваивают из почвы, бедной питательными веществами, то небольшое, в абсолютном значении, количество питательных элементов, которое в отношении органического вещества может составлять высокую концентрацию.

Отрицательные зависимости не всегда оцениваются так, что снижение концентрации определенного элемента является причиной более высокого урожая. В усвоении токсичных элементов (например Al) положение таково, что одновременно с увеличением урожая отдельные элементы попадают в относительный минимум. Так ведут себя, в первую очередь, те элементы, которые не пополюются за счет внесения минеральных удобрений.

Исследования показали, что одновременно с повышением урожая снижалось содержание цинка в листьях кукурузы в Кестхеи (Рис. 2), и молибдена в листьях кукурузы в Мошонмадьароваре (Рис. 3). С случае цинка можно предполагать об относительном недостатке питательных элементов, которому может способствовать и антагонизм P-Zn. Снижению содержания молибдена с повышением урожая могло способствовать и подкисляющее действие минеральных удобрений.

На основании средних данных со всех мест обитания сравнили количественные урожай и концентрацию кальция в листьях. Установили взаимосвязь определенного характера: высокое содержание кальция в листьях всегда сопровождается высокими урожаями (Табл. 3.) Настоящие исследования на почвах занятых интенсивными полевыми культурами показали больше положительных и меньше отрицательных зависимостей, по сравнению с исследованиями проведенными в Тельдеши и Мико, где на 20 почвах, крайне различающихся по своим свойствам, получили положительные зависимости только между фосфором и калием (Табл. 4.).

Из полученных результатов следует, что при внесении минеральных удобрений необходимо обращать повышенное внимание на внесение макро- и микроэлементов и на особенности местообитаний.

Табл. 1. Дозы минеральных удобрений в кг/га/год, вносимых под кукурузу в государственных многолетних опытах. (1) Номер опыта. (2) Номер варианта. Количество в расчете на элемент.

Табл. 2. Коэффициенты ранговой корреляции зависимостей между биологической ценностью материала из опыта и урожайными данными. (1) Год и место опыта. (2) Вес листа.

Табл. 3. Средние урожайные данные и содержание кальция в листьях кукурузы в среднем по местам обитания, рассчитанные на основании трех вариантов и четырех повторностей. (1) Место опыта. (2) Урожай в ц/га.

Табл. 4. Средняя величина ранговой корреляции между количественным урожаем кукурузы и концентрацией усвоенных элементов на основании 96 данных настоящих исследований, а также 180 данных исследований, проведенных в Тельдеши и Мико. (1) Настоящие исследования. (2) Исследования, проведенные в Тельдеши и Мико.

Рис. 1. Взаимосвязь между количеством урожая (сырые початки) и содержанием калия в листьях кукурузы в Комполте.

Рис. 2. Взаимосвязь между количеством урожая (сырые початки) и содержанием цинка в листьях кукурузы в Кестхеи.

Рис. 3. Взаимосвязь между количеством урожая (сырые початки) и содержанием молибдена в листьях кукурузы в Мошонмадьароваре в 1974 г.