

A kukorica fejlődése és tápanyagfelvétele különböző N-adagok és vízellátás hatására

NGUYEN THI DAN,¹ S. S. PRIHAR² és P. R. GAJRI²

¹Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Hanoi (Vietnam) és ²Punjab Mezőgazdasági Egyetem, Ludhiana (India)

Egyes tápanyagok, különösen a nitrogén, a talajban a vízzel együtt mozognak. Megfigyelték, hogy a talajszelvény kedvezőbb vízellátása nagyban hozzájárul a tápanyagok jobb érvényesüléséhez [13, 19, 20]. Azt is tapasztalták, hogy műtrágyázás — különösen a nitrogén alkalmazása — esetén nemcsak a termés növekszik, hanem a talaj nedvességekészletének felhasználása is kedvezőbb, mivel a gyökérrendszer erőteljes fejlődése lehetővé teszi a nedvesség felvételét mélyebb rétegekből [2, 6, 9, 13, 14, 16, 19]. A N-műtrágya érvényesülése és a talaj nedvességtartalma közötti összefüggés mennyiségi viszonyai még aránylag kevésbé ismertek. Munkánkban ellenőrzött körülmények között vizsgáltuk: 1. A kukorica növekedését a különböző N-adagok és nedvességviszonyok függvényében; 2. A kukorica tápanyagfelvételét.

Anyag és módszerek

A tenyészedény-kísérleteket 1983. március elejétől végeztük tenyészházban, vályogos homoktalajjal. A szabad párolgás 97,15 mm volt márciusban, és 143,02 mm áprilisban. A maximális és minimális középhőmérséklet 25,3, illetve 14,1 °C volt márciusban és 30,2, illetve 27,0 °C áprilisban.

Az alkalmazott talajt a Punjab-i Egyetem kísérleti területéről gyűjtöttük. A talaj nem szikes, a 0—15 cm rétegben pH-értéke 8,0, mechanikai összetétele: homok: 86,0%, iszap: 6,0%; agyag: 8,0%. A nedvességtartalma 0,1 bar (~pF 2) szívóerőnél 14,8, 15 barnál (pF 4,2) 2,5 térf.-%.

A mintákat szárítottuk, megdaráltuk, majd 2 mm-es szitán átengedve gondosan elkevertük. A nedvességtartalom meghatározása után 6 kg légszáraz talajnak megfelelő mennyiséget mértünk a tenyészedényekbe; a térfogattömeg 1,6 g/cm³ volt.

80 ppm P₂O₅, 80 ppm K₂O és 10 ppm ZnSO₄ alapon három N-adagot (0, 80 és 160 ppm) alkalmaztunk, karbamid formájában. A műtrágyákat vetéskor kevertük a talajba. Ezek után háromféle nedvességállapotot állítottunk be, a 0,1 bar — ~pF 2 — szívóerőnek megfelelő nedvességtartalom 100%-át (M₁), 80%-át (M₂), 40—50%-át (M₃), és ezeket a megfelelő mennyiségű öntözővíz adagolásával fenntartottuk. A kísérletet három ismétlésben végeztük.

A tenyészedényeket 100%-os nedvességtartalomra (~pF 2-nél) állítottuk be, és két napra polietilén fóliával borítottuk le. Ezt követően minden edénybe 4

kukoricaszemet ültettünk március 9-én. Két hét elteltével minden tenyészedenyben két egészséges növényt tartottunk meg (a kukoricánövények magassága kb. 15 cm volt), és öntözéssel beállítottuk a megfelelő nedvességi értékeket. A különbözőképpen kezelt tenyészedenyeket két-három napos időközökben megmértük és öntöztük, hogy a talaj nedvességtartalmát a meghatározott szinten tartsuk. Meleg időben naponta pótoltuk az elpárolgott vízmennyiséget. A kísérletek során a kukoricánövény saját tömege az összes mért tömeghez képest nem játszott szerepet.

Két héttel a vetés után megmértük a növények magasságát (a talajfelszíntől a leghosszabb levél hegyéig) és attól kezdve 3—4 naponként megismételtük ezeket a méréseket.

A vetéstől számított 40. napon meghatároztuk a levelek nedvességpotenciálját SCHOLANDER és munkatársai [18] módszerével. A növényt a vetés utáni 50. napon vágtuk le; a föld feletti részt és a lemosott gyökereket külön-külön 60 °C-on szárítottuk, majd megállapítottuk a száraz súlyukat.

A hajtás- és gyökérminták összes N-tartalmát autoanalizátorral határoztuk meg. Az összes P_2O_5 -ot és K_2O -ot savasan kezelt mintákból kolorimetriás módszerrel [4] mértük, valamint lángfotométerrel.

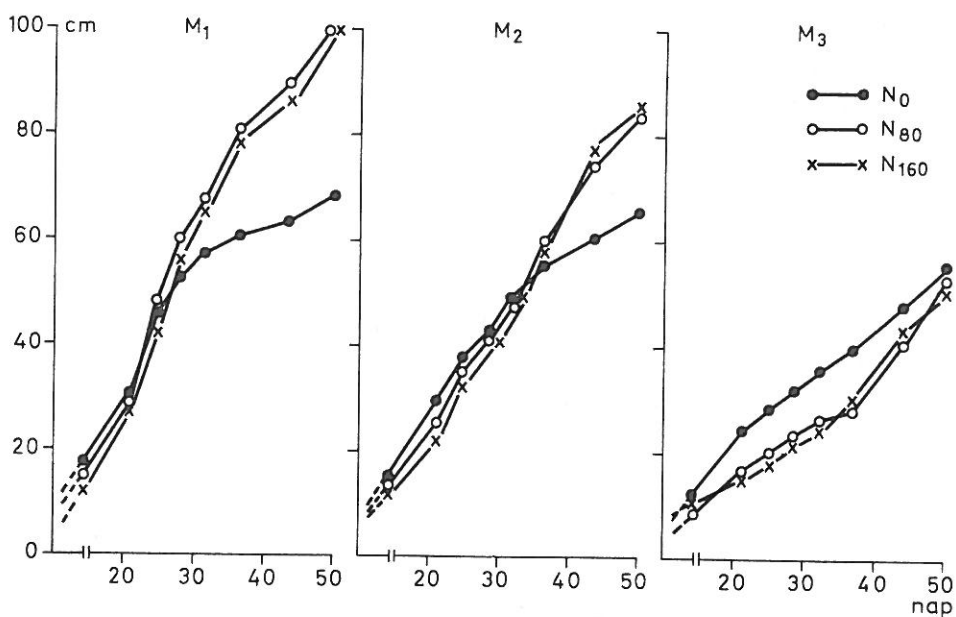
Az eredmények és megvitatásuk

A kukorica növekedése

A vetés utáni 7. napon kelt ki a kukorica, és 15 nap múlva a növények átlagos magassága 10—15 cm volt valamennyi kezelésben. A kukoricának — a magassága alapján megállapított — növekedési üteme a N-kezelések és a vízellátás függvényében az 1. ábrán látható.

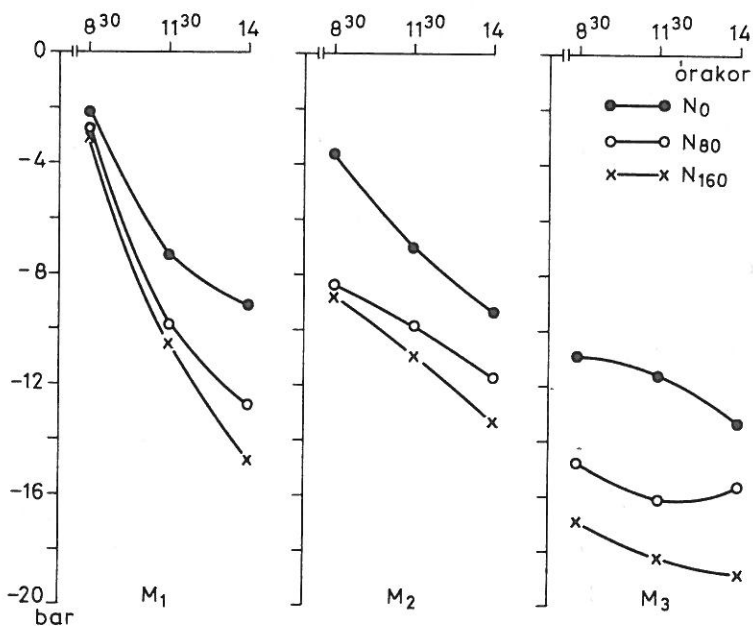
A növény növekedésének kezdeti szakaszában a karbamiddal kezelt talajokban a kukorica fejlődése igen lassú volt. Ezt valószínűleg a nagy mennyiségben jelen levő NH_3 okozta. Ismeretes, hogy a talajokban az NH_3 felszabadulása toxikus szintet érhet el, ha nagymennyiségű ammóniumtartalmú anyagot, illetve karbamidot [11] alkalmazunk. KHERA és munkatársai [5] szabadföldi kísérletben, homokos vályog talajon megfigyelték, hogy a N-adagolás nem befolyásolta jelentősen a kukorica növekedését 35 napos korig, ezzel szemben az öntözés egyértelműen kedvező hatást gyakorol már a kezdeti időszakban.

A mi kísérleteinkben 25 nap után az M_1 -es, és 32 nap után az M_2 -es nedvességviszonyoknál is a N_{80} - és N_{160} -kezelésekben felgyorsult a kukorica növekedése a kontrollhoz képest, ahol a növényzet sárgulni kezdett, és a növekedésének üteme csökkent. Ebben az időszakban a kukorica növekedési üteme a N_{80} - és N_{160} -kezelésekben M_1 esetében a legnagyobb, míg M_3 -nál a legkisebb volt. Azonos N-szinten a nedvességtartalom jelentősen befolyásolta a növények magasságát. A N_{80} - és N_{160} -kezelések hatása között nem tapasztaltunk lényeges eltérést egyik nedvességszinten sem. M_3 -nál a N-adagolás csökkentette a kukorica növekedését.



1. ábra

A kukoricanövények magasságának alakulása a különböző N-adagok hatására különböző nedvességszintek között. Vízszintes tengely: A kukoricanövény kora, nap. Függőleges tengely: Magasság, cm



2. ábra

A levelek nedvességpotenciáljának alakulása a kísérlet 40. napján; a különböző kezelésekben. Vízszintes tengely: A mérés időpontja. Függőleges tengely: A levél nedvességpotenciálja, bar

A levelek nedvességpotenciálja

A növény nedvességállapotát (esetleges nedvességihiányát) jól tükrözi a levelek nedvességpotenciálja, relatív víztartalma, a levelek diffúziós ellenállása és a fotoszintézis mértéke. A levelek nedvességpotenciálját a kísérlet 40. napján mértük, egy nappal öntözés után (2. ábra). Azt tapasztaltuk általában, hogy a talaj nedvességtartalmának növekedésével nőtt, a N-adag növekedése viszont csökkentette a megfigyelés napjának minden időszakában. A 11 és 14 órákor kapott mérési eredmények között jelentős eltérés mutatkozott. A forró napszakokban a növények párologtatása nem volt elégséges. A reggeli órákban a levél és a talaj nedvességpotenciálja majdnem egyensúlyban volt, az értéke egyenes összefüggést mutatott a talaj nedvességszintjével, de a N-kezelés egyáltalán nem befolyásolta. ACKERSON és munkatársai [1] cirokkal végzett kísérletben ugyancsak a kora reggeli órákban mértek egyensúlyt a talaj és a levél nedvességpotenciálja között.

A növények szárazanyaghozama

A vetés után 50 nappal levágott kukoricahajtás szárazanyaghozamát a 3/A. ábra mutatja be.

A N_{80} - és N_{160} -kezelésekben mért szárazanyaghozam jelentős különbséget nem mutat egyik nedvességszinten sem. A 3. ábrából látható, hogy a hajtás az M_1 - és M_2 -nedvességszinten értékesítette legjobban az adagolt nitrogént, bár a nitrogén érvényesülésének lényeges növekedése csak 80 ppm adagig figyelhető meg. M_3 -nál a szárazanyaghozam csökkent a növekvő N-adagok hatására.

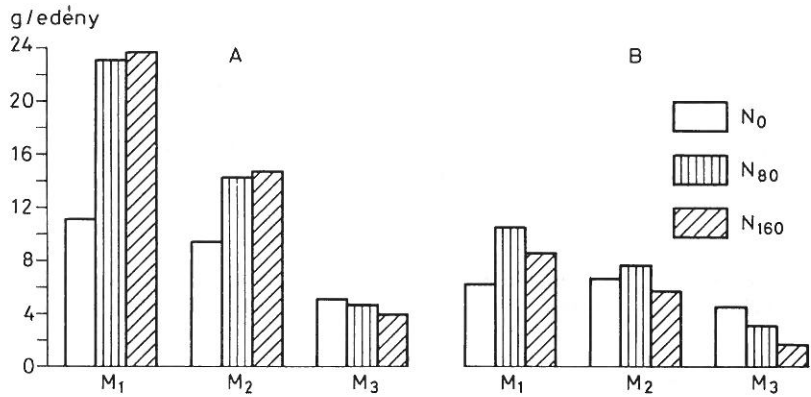
Az eredményeink egyértelműen azt mutatják, hogy a nitrogén érvényesülése a talaj nedvességtartalmának a függvénye. PRIHAR és VIRMANI [7] tapasztalatai szerint egy bizonyos nedvességszint alatt a nitrogén egyáltalán nem érvényesül.

A kukorica gyökértömegének alakulása a kezelések hatására a 3/B. ábrán látható. Az M_1 - és M_2 -nedvességszinteken a gyökértömeg N_{80} -adagnál mutatta a maximumot, N_{160} -nál viszont számottevően csökkent. A kontrollhoz viszonyított gyarapodás N_{80} -nál az M_1 -szinten volt a legnagyobb. A legalacsonyabb nedvességi szinten (M_3) a gyökértömeg a kontrollban mutatta a maximumot, és a növekvő N-adagokkal csökkent. Azonos N-kezelésekben a gyökértömeg a talaj nedvességtartalmával együtt nőtt, kivéve a kontrollt, ahol nem találtunk különbséget az M_1 - és M_2 -szinten kapott értékek között.

Az 1. táblázatból látható, hogy a hajtástömeg/gyökértömeg arány a N-adagokkal párhuzamosan növekedett, függetlenül a nedvességszinttől, viszont minden esetben M_1 -nél volt a legnagyobb azonos N-kezelésekben. HARRIS [3] hasonlólt tapasztalt búza esetében.

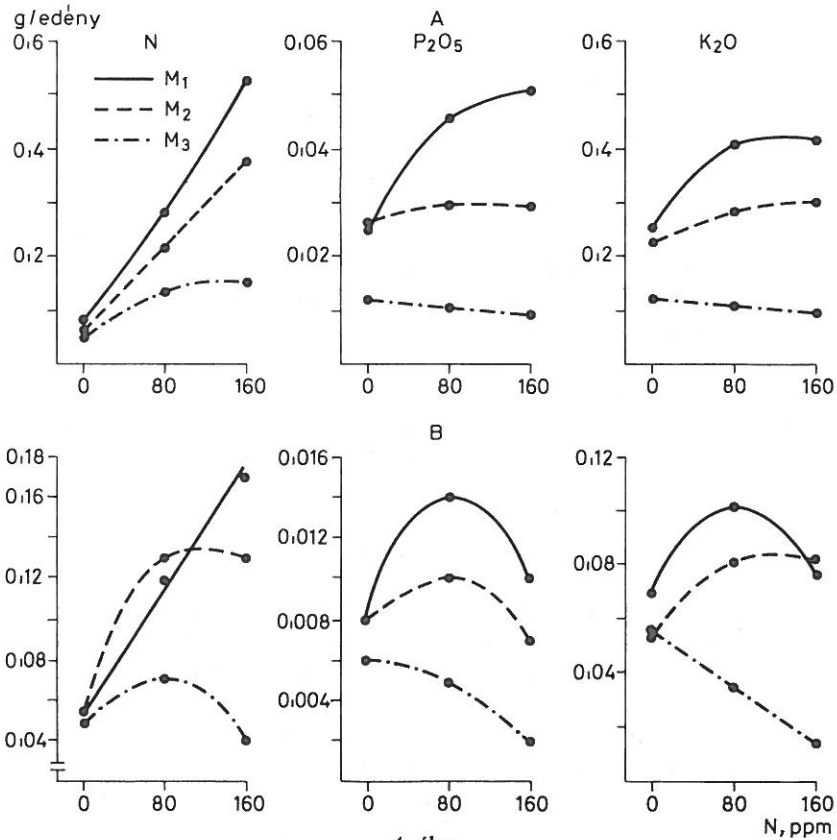
A kukoricánövény tápanyagfelvétele

A kukoricahajtás N-mennyisége a kezelés 50. napján lineáris összefüggést mutatott a N-adagok növekedésével M_1 -nél és M_2 -nél. A legalacsonyabb nedvességtartalomnál a N-hatás jóval kisebb (4/A. ábra).



3. ábra

Az 50 napos kukoricánövény hajtásának (A) és gyökerének (B) szárazanyaghozama a különböző kezelésekben. Független tengely: Szárazanyagtartalom, g/edény. A hajtásnál SzD_{5%} — Víz: 1,16; N: 1,16; Víz × N: 2,00



4. ábra

Az 50 napos kukoricánövény hajtásának (A) és gyökerének (B) tápanyagfelvétele a különböző kezelések esetén. Független tengely: Felvett tápanyag, g/edény

A 2. táblázatból látható, hogy a hajtás N-koncentrációja növekedett a csökkenő nedvességtartalommal.

Jóllehet, a N-koncentráció M_3 -nál a legnagyobb, mégis az összes N-mennyiség itt az alacsony szárazanyag-tartalom miatt csekély (3. ábra). Az adatok egyértelműen mutatják, hogy a nitrogén maximális érvényesüléséhez mind optimális nedvesség-, mind optimális tápanyagellátás szükséges.

1. táblázat

A hajtástömeg/gyökértömeg arány alakulása a különböző kezelésekben

(1) N-adag, ppm	(2) Hajtástömeg/gyökértömeg		
	M_1	M_2	M_3
0	1,7	1,3	1,1
80	2,1	1,8	1,4
160	2,6	2,5	2,3

2. táblázat

A kukoricahajtás N-tartalmának alakulása a különböző kezelésekben

(1) N-adag, ppm	(2) N-tartalom, %		
	M_1	M_2	M_3
0	0,63	0,72	1,10
80	1,23	1,52	2,64
160	2,21	2,62	4,00

A kísérletet azonos P-alapon állítottuk be, a kukorica által felvett P_2O_5 mennyisége mégis különbözik az egyes N- és nedvességszintek esetén. M_1 -nél a N-adagokkal növekszik, az M_2 - és M_3 -nedvességszinteken az emelkedő N-adagok hatására viszont nem változik, illetve kissé csökken. A K_2O -felvétel hasonló tendenciát mutat. Ez megegyezik más szerzők [13] tapasztalataival.

A kukoricagyökerek N-felvétele lineáris összefüggést mutatott a növekvő N-adagokkal az M_1 -nedvességszinten. Az M_2 - és M_3 -szinteken a N_{160} -kezelés hatására a N-felvétel nem változott, illetve csökkent (4/B. ábra).

Ami a P_2O_5 -felvételt illeti, az M_1 - és M_2 -szinteken a N_{80} -kezelésben emelkedett, N_{160} -nál csökkent. Az M_3 -szinten a P_2O_5 -felvétel mindenütt csökkent a növekvő N-adagok hatására. A K_2O -felvétel hasonló tendenciát mutat, azzal a különbséggel, hogy M_2 -nél a N_{80} - és N_{160} -kezelés gyakorlatilag azonos eredményt ad (4/B. ábra).

Az adatok azt jelzik, hogy a gyökerek N-, P- és K-felvétele jobb nedvességviszonyok között is csak a megfelelő N-adag alkalmazása esetén emelkedik.

Összefoglalás

Tenyészedény-kísérletet folytattunk indiai vályogos homoktalajjal, hogy tanulmányozzuk a különböző N-adagok (N_0 , N_{80} és N_{160} ppm) hatását kukoricánövényre, eltérő talajnedvesség-szinteken. A nitrogént karbamid formában adtuk. A tenyészedények nedvességtartalmát a 0,1 bar ($\sim pF$ 2) szívóerőnek megfelelő nedvességtartalom 100 (M_1), 80 (M_2) és 40–50 (M_3) százalékán tartottuk öntözéssel. A kukoricánövényeket 50 napos korban vágtuk le, és külön vizsgáltuk a hajtást és a gyökereket. Kísérleti eredményeink alapján a következőket állapítottuk meg.

A kukorica magasságát és szárazanyaghozamát a N-kezelés kedvezően befolyásolta a magas (M_1 és M_2) nedvességszinteken, M_3 -nál viszont csökkentette. A

N_{80} - és N_{160} -adag hatása között nem tapasztaltunk számottevő eltérést. Azonos N-szinten a nedvességtartalom hatása lényeges.

A levél nedvességpotenciálja a talaj nedvességtartalmával párhuzamosan nőtt, a növekedő N-adagok hatására viszont csökkent.

A kukoricahajtás N-felvétele a N-adagokkal növekedett, leginkább M_1 -nél, legkevésbé M_3 -nál. A P- és K-felvétel M_1 -nél az emelkedő N-adagokkal nőtt, M_2 -nél lényegében nem változott, M_3 -nál csökkent.

A gyökerek NPK-felvételét M_1 -nél és M_2 -nél a N_{80} -kezelés növelte, a nagyobb N-adag P és K esetében depresszívnek bizonyult. M_3 -nál a N-adagolás csökkentette a PK-felvételt.

Irodalom

- [1] ACKERSON, R. C. et al.: Water relations of field grown cotton and sorghum: temporal and diurnal changes in leaf water, osmotic, and turgor potential. *Crop Sci.* **17.** 76—80. 1977.
- [2] BROWN, P. L.: Water use and soil water depletion by dryland winter wheat as affected by nitrogen fertilization. *Agron. J.* **63.** 43—47. 1971.
- [3] HARRIS, F. S.: The effect of soil moisture, plant food and age on the ratio of tops to roots in plants. *J. Amer. Soc. Agron.* **6.** 65—75. 1914.
- [4] JACKSON, M. L.: Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Eaglewood Cliffs, N. Y. 1958.
- [5] KHERA, K. L. et al.: Mulch, nitrogen and irrigation effect on growth, yield and nutrient uptake of forage corn. *Agron. J.* **68.** 937—946. 1976.
- [6] PRIHAR, S. S.: Crop yield in relation to water supply and soil fertility. In: Cropping pattern under limited water supply and fertilizer availability. H. A. U. Hissar, IV. 1—10. 1974.
- [7] PRIHAR, S. S. & VIRMANI, S. M.: Rain water management in efficient use of fertilizers. Proc. FAI National Seminar. New Delhi, Dec. 3—5, 1981. II. 511—514. 1981.
- [8] PRIHAR, S. S., KHERA, K. L. & BAJWA, M. S.: Growth, water use and nutrient uptake by dryland wheat as affected by the placement of nitrogen and phosphorus. *Indian J. Ecol.* **4.** (1) 23—31. 1977.
- [9] PRIHAR, S. S. et al.: Effects of mulching previous crops or fallow on dryland maize and wheat. *Exptl. Agric.* **15.** 129—134. 1979.
- [10] PRIHAR, S. S. et al.: Effect of N-rates on dryland wheat in relation to mulching previous crop or fallow. *Fert. Res.* **2.** 211—219. 1981.
- [11] RAMAMOORTHY, B. & VELAYUTHAM, M.: Soil fertility: theory and practice. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 1976.
- [12] SINGH, R., GILL, K. S. & VERMA, H. N.: Water use and yield of dryland wheat as affected by N and P fertilization in loamy sand. *Indian J. Agron.* **21.** 254—257. 1976.
- [13] SINGH, Y., SINGH, R. & SEKHON, G. S.: Uptake of primary nutrient by dryland wheat as influenced by N fertilization in relation to soil type, profile water storage and rainfall. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **25.** 175—181. 1977.
- [14] SINGH, R. et al.: Effect of N fertilization on yield and water use efficiency of dryland winter wheat as affected by stored water and rainfall. *J. Agron.* **67.** 594—603. 1975.
- [15] SINGH, R. et al.: Response of dryland wheat to phosphorus fertilizer as influenced by profile water storage and rainfall. *J. Agric. Sci.* **88.** 591—595. 1977.
- [16] SINGH, R. et al.: Effect of N fertilization on field and moisture extraction by rainfed maize as affected by soil type and rainfall in Punjab, India. *Field Crops Res.* **2.** 109—115. 1979.
- [17] SINGH, Y. et al.: Growth and yield of dryland wheat as affected by methods of nitrogen application on clay loam and loamy sand soils. *J. of Res.* **XIV.** 29—33. 1977.
- [18] SCHOLANDER, P. F. et al.: Sap pressure in vascular plants. *Science.* **148.** 339—346. 1965.

- [19] WALIA, R. S., SINGH, R. & SINGH, Y.: Yield and water use of dryland wheat as affected by N-application and soil type in a maize-wheat sequence. *Indian J. Ecol.* **61**. 60—67. 1979.
- [20] WALIA, R. S., SINGH, R. & SINGH, Y.: Growth and nutrient uptake behaviours of dryland wheat as influenced by N fertilization. *J. Ind. Soc. Soil Sci.* **28**. 91—97. 1980.

Érkezett: 1984. július 23.

Plant Growth and Nutrient Uptake by Maize as Affected by Various Rates of N Under Different Soil Moisture Conditions

NGUYEN THI DAN, S. S. PRIHAR and P. R. GAJRI

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry, Hanoi (Vietnam) and Punjab Agricultural University, Ludhiana (India)

Summary

A pot experiment was conducted in India on a loamy sand soil to study the effects of various rates of N (0, 80 and 160 ppm) on maize plants at three soil moisture levels (M_1 : 100%; M_2 : 80%; M_3 : 40—50% at 0.1 bar). The samples were collected from the 0—15 cm layer of a non-saline soil with a pH of 8.0. Mechanical composition: sand — 86.0%; silt — 6.0%; clay — 8.0%. Water retention (%wt) at 0.1 bar: 14.8 and at 15 bars: 2.5.

N was supplied as urea. The crop was harvested 50 days after sowing, and the shoots and roots were analysed separately. The findings are summarized below.

N application favourably affected the growth and dry matter production of maize at M_1 and M_2 moisture levels, but at M_3 it retarded plant growth. The effects of N_{80} and N_{160} treatments did not differ significantly. At identical N rates there was a pronounced difference in plants heights at the three moisture levels.

Leaf water potential, in general, increased with increase in the soil moisture content, and decreased with increase in the N level.

N uptake by maize shoot increased with increase in the N level. (The increase was the highest at M_1 , and the lowest at M_3 .) P and K uptake showed a similar tendency at M_1 , it was not significantly affected at M_2 , and it decreased slightly with increase in the N level at M_3 .

NPK uptake by roots was increased by N_{80} treatment at M_1 and M_2 , but the higher N dose exerted a depressive influence on PK uptake. At the lowest moisture level PK uptake was decreased by N application.

Table 1. Changes in the shoot weight to root weight ratio in the various treatments.

(1) N dose, ppm. (2) Shoot weight to root weight ratio at the different moisture levels.

Table 2. Changes in the concentration of N in maize shoot in the various treatments.

(1) N dose, ppm. (2) N concentration (%) at the different moisture levels.

Fig. 1. Height of maize plants as affected by the various N rates at the different moisture levels. Horizontal axis: age of plants, days. Vertical axis: plant height, cm.

Fig. 2. Changes in the leaf water potential on the 40th day of the experiment in the various treatments. Horizontal axis: time of measurements, hour. Vertical axis: leaf water potential, bars.

Fig. 3. Dry matter production of maize shoot (A) and root (B) at 50 days in the various treatments. Vertical axis: weight, g/pot. In the case of shoot, C. D. values at 5% for water: 1.16; for N: 1.16; for water \times N: 2.00.

Fig. 4. Nutrient uptake by shoot (A) and root (B) at 50 days in the various treatments. Vertical axis: nutrient uptake, g/pot.

Entwicklung und Nährstoffaufnahme des Maises infolge verschiedener N-Gaben und Wasserversorgung

NGUYEN THI DAN, S. S. PRIHAR und P. R. GAJRI

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie, Hanoi (Vietnam), und Universität der Landwirtschaftswissenschaften im Punjab, Ludhiana (Indien)

Zusammenfassung

Es wurden Gefäßversuche mit einem indischen lehmigen Sandboden durchgeführt, um die Wirkung der verschiedenen N-Gaben (N_0 , N_{80} und N_{160} ppm) bei verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten des Bodens festzustellen. Der Boden war kein Alkali-(Szik-)boden, der pH-Wert in der oberen 0—15 cm Schichte betrug 8,0; seine Körnung war 86% Sand, 6,0% Schlamm und 8% Ton; sein Feuchtigkeitsgehalt bei 0,1 bar (\sim pF 2) Saugkraft betrug 14,8, bei 15 bar (pF 4,2) 2,5 Vol. %. Der Stickstoff wurde als Harnstoff gegeben. Der Feuchtigkeitsgehalt der Gefäße wurde der 0,1 bar (\sim pF 2) Saugkraft entsprechend durch Bewässerung bei 100% (M_1), 80% (M_2) und 40—50% (M_3) gehalten. Die Maispflanzen wurden nach 50 Tagen abgeschnitten, und die Triebe und Wurzeln gesondert untersucht. Aufgrund der Ergebnisse konnte festgestellt werden:

Die N-Düngung hat die Höhe und den Trockensubstanzertrag des Maises bei hohen Feuchtigkeitsgehalten günstig beeinflusst, bei M_3 dagegen gesenkt. Die Wirkungen der Gaben N_{80} und N_{160} wiesen keinen bedeutenden Unterschied auf. Bei den einzelnen N-Gaben hingegen zeigten die Wirkungen des Feuchtigkeitsgehaltes wesentliche Unterschiede auf.

Das Feuchtigkeitspotential der Blätter ist mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens parallel angestiegen, hat aber infolge der zunehmenden N-Gaben abgenommen.

Die N-Aufnahme der Maistriebe hat mit dem Anstieg der N-Gaben zugenommen, am meisten bei M_1 , am geringsten bei M_3 . Die P- und K-Aufnahme ist bei M_1 mit den zunehmenden N-Gaben angestiegen, bei M_2 haben sie sich nicht wesentlich geändert und bei M_3 haben sie abgenommen.

Die NPK-Aufnahme der Wurzeln wurde durch die N_{80} -Düngergabe bei M_1 und M_2 erhöht, die höchste N-Gabe erwies sich im Falle von P und K als depressiv. Bei M_3 hat die N-Gabe die PK-Aufnahme vermindert.

Tab. 1. Gestaltung der Proportion von Triebmenge/Wurzelmenge in den verschiedenen Varianten. (1) N-Gabe, ppm. (2) Triebmenge/Wurzelmenge bei den verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten.

Tab. 2. Gestaltung des N-Gehaltes der Maistriebe in den verschiedenen Düngungsvarianten. (1) N-Gabe, ppm. (2) N-Gehalt (in %) bei den verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten.

Abb. 1. Gestaltung der Höhe der Maispflanzen infolge der verschiedenen N-Gaben bei verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten des Bodens. Abscisse: Alter der Maispflanze, Tag. Ordinate: Höhe der Pflanzen, cm.

Abb. 2. Feuchtigkeitspotential der Blätter am 40-sten Tag des Versuches, bei den verschiedenen Behandlungen. Abscisse: Zeitpunkt der Bestimmung, Stunde. Ordinate: Feuchtigkeitspotential des Blattes, bar.

Abb. 3. Trockensubstanzertrag der Triebe (A) und der Wurzeln (B) der 50 Tag alten Maispflanzen in den verschiedenen Varianten. Ordinate: Menge der Trockensubstanz, g/Gefäß. Im Falle der Triebe ist $GD_{5\%}$ bei Wasser: 1,16; bei N: 1,16; bei Wasser \times N: 2,00.

Abb. 4. Nährstoffaufnahme der Triebe (A) und der Wurzeln (B) der 50 Tag alten Maispflanzen in den verschiedenen Varianten. Ordinate: Menge des aufgenommenen Nährstoffes, g/Gefäß.

**Развитие кукурузы и усвоение питательных элементов
растением под влиянием внесения различных
доз азотных минеральных удобрений и обеспеченности водой**

НГУЭН ТИ ДАН, Ш. Ш. ПРИХАР и П. Р. ГАЙРИ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ханой (Вьетнам) и Пенджабский Аграрный
Университет, Лудiana (Индия)

Резюме

Продолжили вегетационные опыты с супесчаной индийской почвой в целях определения влияния на кукурузу различных доз азотных минеральных удобрений (N_0 , N_{80} , N_{160} ппм.), вносимых на различных уровнях обеспеченности водой. Почва была не засоленной, рН в верхнем 0—15 см слое 8,0; механический состав: песок — 86%, ил — 6,0%, глина — 8%. Влажность при сосущей силе 0,1 бар (приб. рF — 2) — 14,8, при сосущей силе 15 бар (рF 4,2) — 2,5 объемных процента.

Азотные минеральные удобрения внесли в форме мочевины. Влажность почвы в вегетационных сосудах 100 (M_1), 80 (M_2) и 40—50 (M_3) постоянными поливами поддерживали в процентах от влажности, определенной при сосущей силе 0,1 бар (рF — 2). Кукурузу срезали на 50 день развития и отдельно анализировали стебель и корни. По результатам опытов установили:

Внесение азотных минеральных удобрений благоприятно сказалось на росте кукурузы и выходе сухого вещества, особенно на уровнях влажности M_1 и M_2 , на уровне влажности M_3 наблюдалась обратная картина. Между эффективностью доз азота 80 и 160 кг значительных разниц не было. На одинаковых уровнях внесения азота получили разницы, вызванные различной влагообеспеченностью. При внесении азотных минеральных удобрений наблюдали увеличение усвоения кукурузой азота, в более значительной мере при M_1 и минимально при M_3 . При M_1 усвоение Р и К, по мере увеличения доз азота, увеличилось, при M_2 значительно не изменялось, при M_3 снизилось. Дозы N_{80} при M_1 и M_2 повысили усвоение НРК корнями, в случае более высоких доз наблюдали депрессию. При M_3 внесение азотных минеральных удобрений вызвало снижение усвоения РК.

Табл. 1. Формирование соотношения масса стеблей/масса корней под влиянием различных обработок. (1) Дозы азота, ппм. (2) Масса стеблей/масса корней на различных уровнях влагообеспеченности.

Табл. 2. Формирование содержания азота в проростках кукурузы под влиянием различных обработок. (1) Доза азота, ппм. (2) Содержание азота в % на различных уровнях влагообеспеченности.

Рис. 1. Рост кукурузы под влиянием внесения различных доз азотных минеральных удобрений на различных уровнях влагообеспеченности. По горизонтальной оси: Возраст кукурузы, день. По вертикальной оси: Высота, см.

Рис. 2. Формирование потенциала влажности листьев на 40 день опыта, в различных вариантах. По горизонтальной оси: Время измерения. По вертикальной оси: Потенциал влажности листа, бар.

Рис. 3. Вес сухой массы отроста (А) и корней (В) 50-дневной кукурузы под влиянием различных обработок. По вертикальной оси: Вес сухого вещества, г/сосуд. Для отроста $СНР_{5\%}$ — вода: 1,16; азот: 1,16; вода х азот: 2,00.

Рис. 4. Усвоение питательных веществ проростками (А) и корнями (В) 50-дневной кукурузы на различных вариантах. По вертикальной оси: Усвоенные питательные элементы, г/сосуд.