

Liziméterekben nevelt kukoricahibridek szárazanyagtömege, transzspirációja és Ca-felvétele

SZLOVÁK SÁNDOR és ifj. SZLOVÁK SÁNDOR

Öntözési Kutató Intézet, Szarvas és Agrártudományi Egyetem, Gödöllő

Bevezetés

Kalcium a növényekben szervetlen és szerves savak sói, valamint a plazmakolloidokban megkötött ionok formájában van jelen. Specifikus és nem specifikus természetű funkciót tölt be. Fitin vegyületekben a kalcium mint az inozit-hexafoszforsav Ca-Mg sója található. A megkötött Ca-ionok a növényekben alig vagy gyakorlatilag egyáltalán nem transzlokálódnak, nem tekinthetők tartaléknak, ezért az anyagcsere-folyamatokhoz és a növekedési helyekre a szükségletnek megfelelően szállítódnak. Fontos szerepet játszik a kalcium a szomszédos sejtek elsődleges sejtfalait egymáshoz ragasztó középlemez, a Ca-pektinát létrehozása által. Kalcium hiányában nincs gyökérnövekedés, a gyökerek elnyálkásodnak, elbarnulnak, a gyökércsúcsokból kiindulva elpusztulnak. A növekvő gyökerek folyamatosan igénylik a Ca-felvételt.

A különböző hibridek jelentősen eltérhetnek a tápelemek felvételében, transzlokációjában és eloszlásában (EPSTEIN, 1972; LAUCHLI, 1976; SARIC, 1981).

Egy-egy tápelem felvételének mennyisége egy genotípusnál nem jelenti más tápelemek hasonló mennyiségű felvételét (BAKER et al., 1964). A kukorica Ca-akkumulációját befolyásolja a talaj pH értéke (LUTZ et al., 1972), a növények tenyészideje (BRUETSCH & ESTES, 1976), a gyökérhőmérséklet (PORTER & MOROHANG 1975) és a többi elem hiánya (BROWN, 1967). Beltenyésztett kukoricatörzsek eltérő Ca-koncentrációt mutattak és eltérő szárazanyag-tömeget termeltek alacsony Ca-tartalmú talajon (CLARK & BROWN, 1974).

Mérleges liziméter-kísérletünkben – amely a Földművelésügyi Minisztérium támogatásával folyt (K-494/1/91.) – arra kívántunk választ kapni, hogy az általunk vizsgált öt kukoricahibrid milyen mértékben különbözik a szárazanyag-tömeg-produkcióban, a vízhasznosításban, a kalcium felvételében és növényrészenkénti eloszlásában.

Anyag és módszer

Mérleges liziméter-kísérletünkben a 150 és 200 kg-os tolösúlyos mérlegeket olyan mélyen helyeztük el a talajban, hogy a rajtuk lévő 100 l-es edények felső pereme a környező talajfelszínnel egy szinten legyen. A talajba süllyesztett mérlegeket vaslemezkerettel óvtuk a talajbeomlástól. A lizimétereket 60 000 tőszámú kukoricaállomány parcelláiba helyeztük el. Egy-egy edénybe 85 kg abszolút száraz talajnak megfelelő, légszáraz öntés-réti feltalajt (Szarvas-Bikazug) tettünk, amelynek a laboratóriumban meghatározott maximális vízkapacitása 49,2 % (az abszolút száraz talaj súlysúlyszázalékában kifejezve). A kísérletben használt talaj egyéb jellemzői: pH(H₂O): 6,7; pH(KCl): 5,7; összes só: 0,06 %; humusz: 2,06 %; összes N: 0,14 %. A felvehető elemi P és K EGNÉR és munkatársai (1960) módszerével lett meghatározva és a következő értékeket kaptuk: P: 36,3 ppm és K: 179,4 ppm.

A kísérletben öt kukoricahibridet vizsgáltunk: Szentesi 212, Pi 3907, Pi SC 3902, Pi RSC 3732 és Sabrina 3707. Liziméterenként a következő tápelem-mennyiségeket kevertük a talajba: N: 3,5 g (ammónium-nitrát), elemi P: 0,61 g (szuperfoszfát), elemi K: 1,44 g (KCl). Az elvetett 5 kukoricaszemből a kelés után csak egy növényt hagytunk meg liziméterenként. A kísérletet 4 ismétléssel állítottuk be.

A talaj nedvességtartalmát a talaj maximális vízkapacitásának 70 %-os szintjére öntöttük fel és akkor öntöztünk, amikor a diszponibilis víz 30-35 %-kal csökkent. A növények tehát optimális talajnedvességen fejlődtek. A liziméterek talajfelszínének párolgását PVC-fólia fedéssel akadályoztuk meg, s így a liziméterek vízveszteségét csupán a növények transzspirációja okozta. A transzspirációt naponta mértük.

A növények lebontásánál a gyökereket is kimostuk. A növényrészeket 60 °C-on súlyállandóságig szárítottuk. A növéyminták kénsavas peroxidos roncsolása után a Ca-meghatározás lángfotométerrel történt.

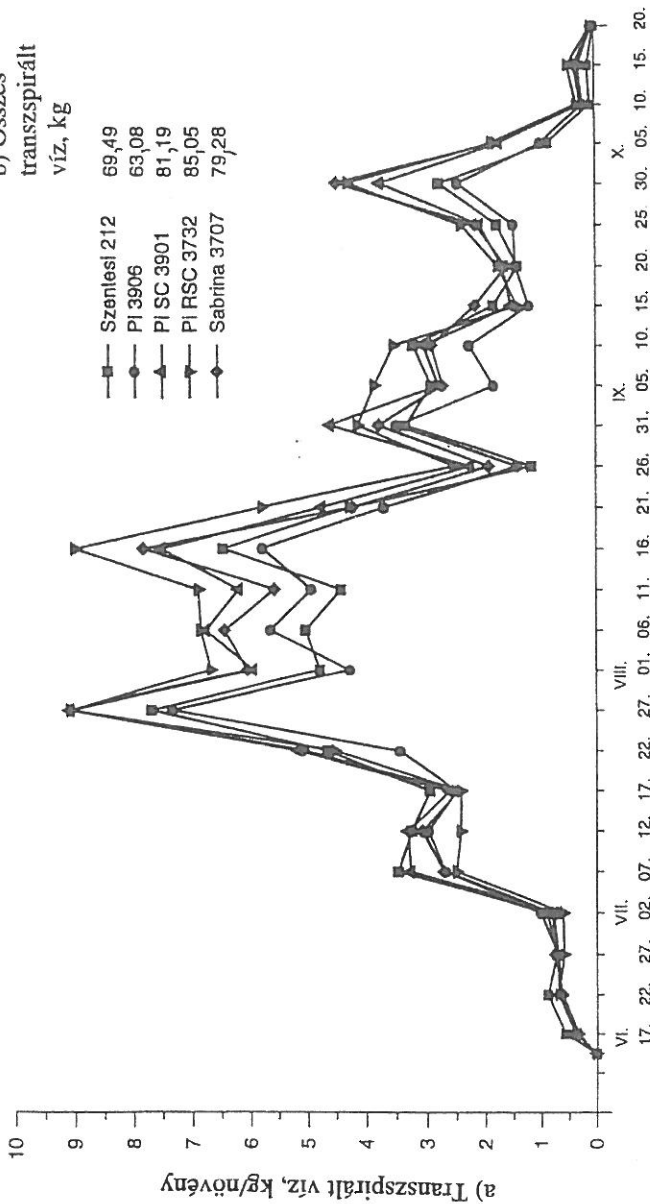
Eredmények

Pentád transzspiráció

Az 1. ábra a hibridek pentád transzspirációját mutatja. Valamennyi hibrid a július 22. és július 27. közötti pentádban transzspirált legtöbbet. Ekkor a növények a hibridektől függően az egész tenyészidő alatt transzspirált víznek a 10,7-11,6 %-át párologtatták. A második magas transzspirációs értéket, ugyancsak minden hibridnél, az augusztus 11. és 16. közötti pentádban mértük. A transzspirációs csúcserősségek egybeesnek az azonos pentádokban mért, a párologtatást nagymértékben befolyásoló magas léghőmérséklettel. A tenyészidő folyamán transzspirált víz mennyiségének határértékei a hibridektől függően: 63,08 és 85,05 kg.

b) Összes
transzspirált
víz, kg

- Szentesi 212 69,49
- PI 3906 63,08
- ▲— PI SC 3901 81,19
- ▼— PI RSC 3732 85,05
- ◆— Sabrina 3707 79,28



c) Keléstől számított napok száma

| Hybrid | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Szentesi 212 | 0.8 | 1.3 | 1.0 | 1.3 | 5.0 | 4.7 | 4.2 | 6.7 | 11.1 | 6.9 | 7.2 | 6.4 | 9.3 | 6.1 | 1.7 | 4.8 | 4.2 | 4.6 | 2.6 | 2.0 | 2.5 | 4.0 | 1.2 | 0.1 | 0.2 | 0.0 |
| PI 3907 | 0.6 | 1.0 | 1.1 | 1.6 | 4.3 | 4.7 | 4.0 | 5.4 | 11.6 | 6.8 | 8.9 | 7.8 | 9.2 | 5.9 | 2.3 | 5.5 | 2.9 | 3.6 | 1.9 | 2.3 | 2.3 | 3.9 | 1.6 | 0.3 | 0.5 | 0.1 |
| PI SC 3902 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 4.0 | 4.1 | 3.2 | 6.4 | 11.2 | 7.3 | 6.3 | 7.6 | 9.3 | 5.9 | 2.8 | 5.7 | 3.4 | 3.7 | 1.9 | 2.1 | 2.5 | 4.6 | 2.1 | 0.3 | 0.4 | 0.1 |
| PI RSC 3732 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 5.3 | 10.7 | 7.9 | 8.1 | 8.1 | 10.6 | 6.8 | 3.0 | 4.9 | 4.5 | 4.1 | 1.6 | 2.1 | 2.8 | 5.0 | 2.2 | 0.4 | 0.6 | 0.1 |
| Sabrina 3707 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 3.4 | 3.9 | 3.1 | 6.4 | 11.4 | 7.6 | 8.1 | 7.0 | 9.9 | 5.3 | 2.4 | 4.8 | 3.4 | 3.7 | 2.0 | 2.7 | 5.7 | 2.3 | 0.3 | 0.5 | 0.1 | |

I. ábra
A kukoricalibrdek százalékos transzspirációja

Száranyagtömeg és transzspirációs együttható

A hibridek tenyészidő végén mért száranyagtömege az 1. táblázatban látható. Az egész növény száranyagtömege magában foglalja a gyökérzetet is. A legkisebb száranyagtömeget a Pi 3906 hibridnél mértük, a legmagasabbat a Pi RSC 3732 hibrid adta. Az egész tenyészidő alatt transzspirált víz legalacsonyabb értékét a legkisebb száranyagtömegű hibridnél, a legmagasabb transzspirációt a legnagyobb száranyagtömeget adó hibridnél mértük.

1. táblázat

A liziméter-kísérlet kukoricahibridjeinek transzspirációs együtthatója

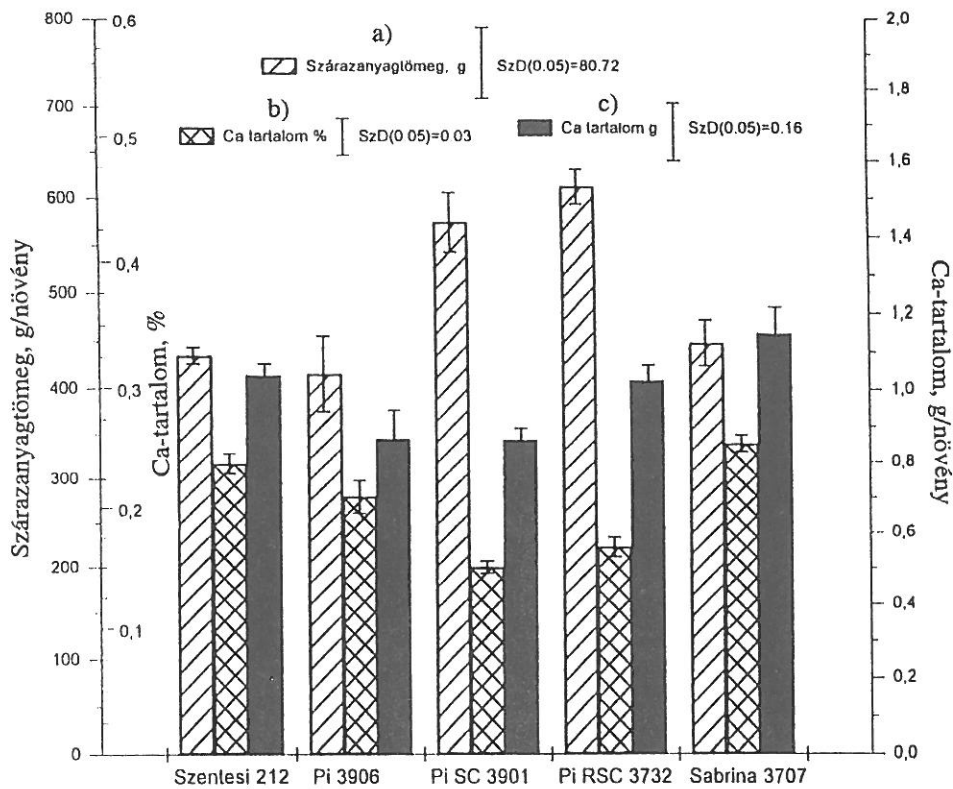
| (1) Kukorica- hibridek | (2) Egész nö- vény száraz- anyag- tömeg (g) | (3) Összes transzspi- rált víz (kg) | (4) Transzspirációs együttható | | |
|------------------------------|--|---|-----------------------------------|-------------------------------|---------------|
| | | | (5) Egész növényre | (6) Föld feletti részre | (7) Szemre |
| | | | számítva | | |
| Szentesi 212 | 435,26 | 69,49 | 159,54 | 175,71 | 453,60 |
| Pi 3906 | 415,58 | 63,08 | 151,50 | 172,02 | 405,33 |
| Pi SC 3901 | 574,75 | 81,19 | 141,64 | 164,71 | 330,27 |
| Pi RSC 3732 | 612,18 | 85,05 | 139,08 | 157,72 | 299,55 |
| Sabrina 3707 | 448,95 | 79,28 | 177,40 | 217,19 | 742,94 |
| a) SzD 0,1% | 154,23 | 25,56 | 35,08 | 48,16 | 183,75 |
| 1,0% | 111,79 | 18,52 | 25,43 | 34,91 | 133,18 |
| 5,0% | 80,72 | 13,38 | 18,36 | 25,20 | 96,16 |

A transzspirációs együtthatókat külön számítottuk az egész növényre, a föld feletti részre és a szemre. Bár a Pi RSC 3732 hibrid transzspirált legtöbbet, mégis a legnagyobb száranyagtömeg létrehozása következtében mindhárom számítási módnál a legkedvezőbb transzspirációs együtthatókat mutatta. A Sabrina 3707 hibrid transzspirációs együtthatói – főként az alacsony száranyag-tömeg miatt – a legkedvezőtlenebbek. Különösen kirívó a szemre számított transzspirációs együttható magas értéke. Ez főként azzal magyarázható, hogy a Sabrina 3707 hosszabb tenyészidejű hibrid és a kísérlet késői beállítása nem tette lehetővé a hosszabb tenyészidejű hibrid terméspotenciáljának kibontakozását.

Ca-tartalom

Egész növény. – A 2. ábra a kukoricahibridek száranyagtömegét, százalékos és összes Ca-tartalmát mutatja. A Pi RSC 3732 és a Pi SC 3901 hibridek száranyagtömege szignifikánsan magasabb a másik három hibrid száranyag-tömegénél. A Pi RSC 3732 hibridnél ez a különbség 0,1 %-os szinten is szignifikáns.

Az egész növény százalékos Ca-tartalma a Sabrina 3707 hibridnél volt a legmagasabb (0,26 %), míg a legkisebb értéket (0,15 %) a Pi SC 3901 hibrid esetében mértük. A Pi SC 3901 hibrid százalékos Ca-tartalma – a Pi RSC 3732 kivételével – 0,1 %-os szignifikancia szinten alacsonyabb volt a három másik vizsgált hibridénél.



2. ábra

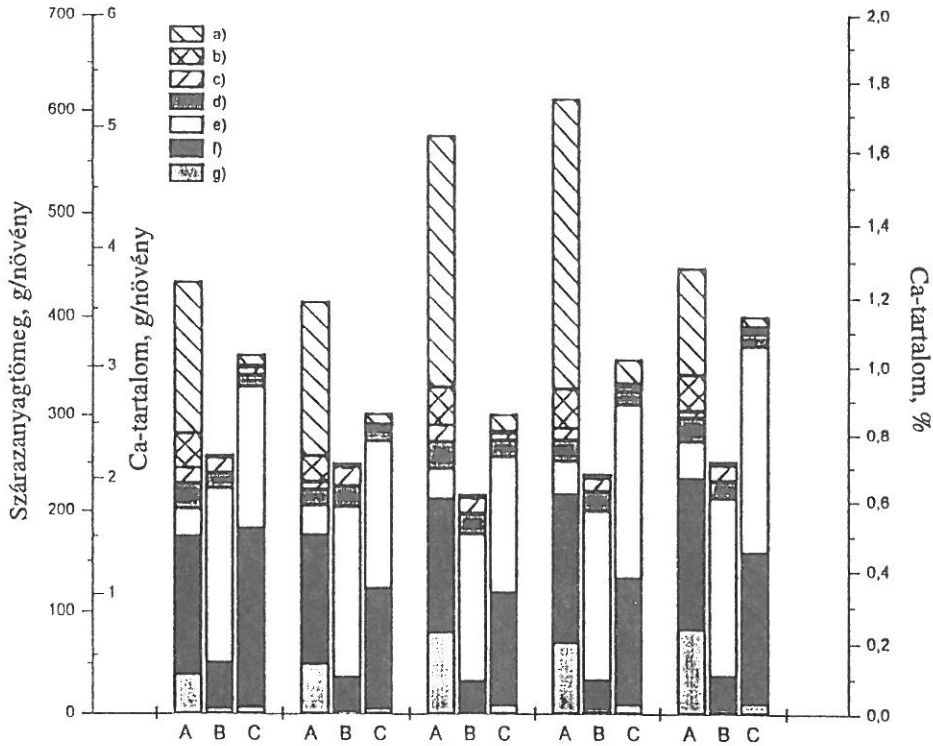
A liziméter-kísérlet kukorica hibridjeinek szárazanyagtömege, százalékos és összes Ca-tartalma

A növények összes Ca-tartalma a Sabrina 3707 hibridnél mutatta a legnagyobb értéket (1,15 g), a legkisebbet (0,86 g) a Pi 3906 és a Pi SC 3901 hibridek esetében találtuk. Az utóbbi két hibrid összes Ca-tartalma szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a három másik hibridé.

A kukoricánövények (gyökérrel) – 60 000 tőszámra számítva, a fajták függvényében – 51,06-69 kg kalciumot tartalmaztak. Hasonló mennyiségű (54,9 kg/ha) kalciumot tartalmaztak a kukoricánövények LÁSZTITY és munkatársai (1985) szabadföldi kísérletében is.

A szántóföldi növények Ca-tartalma alacsonyabb a tenyészidő végén, mint az összes abszorbeált mennyiség (DEBRECZENI, 1994). Liziméter-kísérletünkben is előfordult bizonyos Ca-vesztés, mivel növényeink szántóföldi feltételek mellett fejlődtek.

Növényrészek. – A 3. ábrán növényrészenként látható a hibridek szárazanyagtömege, százalékos és összes Ca-tartalma. A legtöbb százalékos Ca-ot a



3. ábra

A liziméter-kísérlet kukoricahibridjeinek növényrészenkénti szárazanyagtömege (A), százalékos (B) és összes Ca-tartalma (C). a) Szem; b) csutka; c) csőkocsány; d) fedőlevél; e) levéllemez; f) szár; g) gyökér

levéllemez tartalmazta. A vizsgált kukoricahibrideknél a levéllemez százalékos Ca-tartalmának határértékei között viszonylag kicsi az eltérés (1,25-1,51 %). KARLEN és munkatársai (1988) kísérletében a kukorica felső levéllemezei 0,7, alsó levéllemezei pedig 0,92 % kalciumot tartalmaztak. Kísérletünkben a hibridek között nincs szignifikáns különbség. Lényegesen kevesebb, de a többi növényrészhez viszonyítva jelentősen nagyobb volt a szár százalékos Ca-tartal-

ma. A legalacsonyabb átlagértékek a csutkánál és a szemnél figyelhetők meg (0,01-0,03 %).

A Szentesi 212 hibrid kivételével a levéllemezek nagyobb Ca-tömeget tartalmaztak, mint a szár. A vizsgált 5 hibrid átlagában a levéllemezek 0,47, a szár 0,38 g kalciumot tartalmazott. A Sabrina 3707 hibrid levéllemezeinek összes Ca-tartalma – a Pi RSC 3732 hibrid kivételével – szignifikánsan magasabb volt, mint a másik három hibridénél. Szár esetében a legtöbb kalciumot a Szentesi 212 hibrid tartalmazta, amely szignifikánsan magasabb volt, mint a többi négy hibridnél. Az öt hibrid átlagában a legkevesebb kalciumot a csutkánál és a csököcsánynál számoltunk (8,0, ill. 14,0 mg).

2. táblázat
A felvett kalcium 1 g-jára számított egész növény (gyökérrel)
szárazanyagtömege

| (1) Kukorica- hibridek | (2) Szárazanyag- tömeg (g) | (3) Felvett összes Ca (g) | (4) A felvett Ca 1 g-jára számított száraz- anyagtömeg (g) |
|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|
| Szentesi 212 | 435,26 | 1,03 | 421,94 |
| Pi 3906 | 415,58 | 0,86 | 482,98 |
| Pi SC 3901 | 574,75 | 0,86 | 667,18 |
| Pi RSC 3732 | 612,18 | 1,02 | 602,33 |
| Sabrina 3707 | 448,95 | 1,15 | 392,37 |
| a) SzD 0,1% | 154,23 | 0,31 | 137,52 |
| 1,0% | 111,79 | 0,23 | 97,41 |
| 5,0% | 80,72 | 0,16 | 69,40 |

Egységnyi tömegű felvett kalciumra számított szárazanyagtömeg

A kalcium 1 g-jára számítva a legnagyobb szárazanyagtömeget a Pi SC 3901 hibrid termelte (2. táblázat). A legkisebb értéket a Sabrina 3707 hibridnél kaptuk. A Pi SC 3901 és Pi RSC 3732 hibridek között nincs szignifikáns különbség. A két előbbi hibrid esetében az egységnyi tömegű kalciumra számított szárazanyagtömeg 1,0 %-os szignifikancia szinten magasabb, mint a három másik vizsgált hibridé. Az öt kukorica hibrid átlagértéke 513,36.

A kalcium fiziológiai hatékonysága

Az egységnyi tömegű abszorbeált kalciumra számítva a legnagyobb szemtermést a Pi SC 3901 hibrid produkálta (3. táblázat). Alig volt különbség az előző és a Pi RSC 3732 hibrid között. E két hibridnél a kalcium fiziológiai

hatékonysága közel háromszorosa volt a legkisebb értéknek (93,7), melyet a Sabrina 3707 hibridnél számoltunk. A két legmagasabb értéket mutató hibrid 0,1%-os szignifikanciaszinten különbözött a másik három hibridtől.

3. táblázat
A kalcium fiziológiai hatékonysága

| (1) Kukorica- hibridek | (2) Szem- tömeg (g) | (3) Az egész növény által felvett összes Ca (g) | (4) A felvett Ca 1 g- jára számított szemtömeg (g) |
|------------------------------|------------------------------|--|---|
| Szentesi 212 | 154,18 | 1,03 | 150,02 |
| Pi 3906 | 158,45 | 0,86 | 184,11 |
| Pi SC 3901 | 245,85 | 0,86 | 286,32 |
| Pi RSC 3732 | 285,08 | 1,02 | 280,24 |
| Sabrina 3707 | 106,88 | 1,15 | 93,70 |
| a) SzD 0,1% | 57,82 | 0,31 | 64,69 |
| 1,0% | 40,96 | 0,23 | 45,82 |
| 5,0% | 29,18 | 0,16 | 32,65 |

4. táblázat
Egységnyi tömegű felvett kalciumra (g) számított transzspirált víz (kg) és
egységnyi transzspirációra (kg) számított Ca-felvétel (mg)

| (1) Kukorica- hibridek | (2) Egész növény által transz- spirált víz (kg) | (3) Egész növény által felvett összes Ca (g) | (4) Felvett Ca 1 g- jára számított transzspirált víz (kg) | (5) 1 kg transz- spirált vízre számított Ca- felvétel (mg) |
|------------------------------|---|--|---|--|
| Szentesi 212 | 69,49 | 1,03 | 65,78 | 15,25 |
| Pi 3906 | 63,08 | 0,86 | 72,34 | 14,24 |
| Pi SC 3901 | 81,19 | 0,86 | 93,28 | 10,80 |
| Pi RSC 3732 | 85,05 | 1,02 | 83,16 | 12,26 |
| Sabrina 3707 | 79,28 | 1,15 | 68,82 | 14,66 |
| a) SzD 0,1% | 25,56 | 0,31 | 30,92 | 5,01 |
| 1,0% | 18,52 | 0,23 | 22,41 | 3,63 |
| 5,0% | 13,38 | 0,16 | 16,18 | 2,62 |

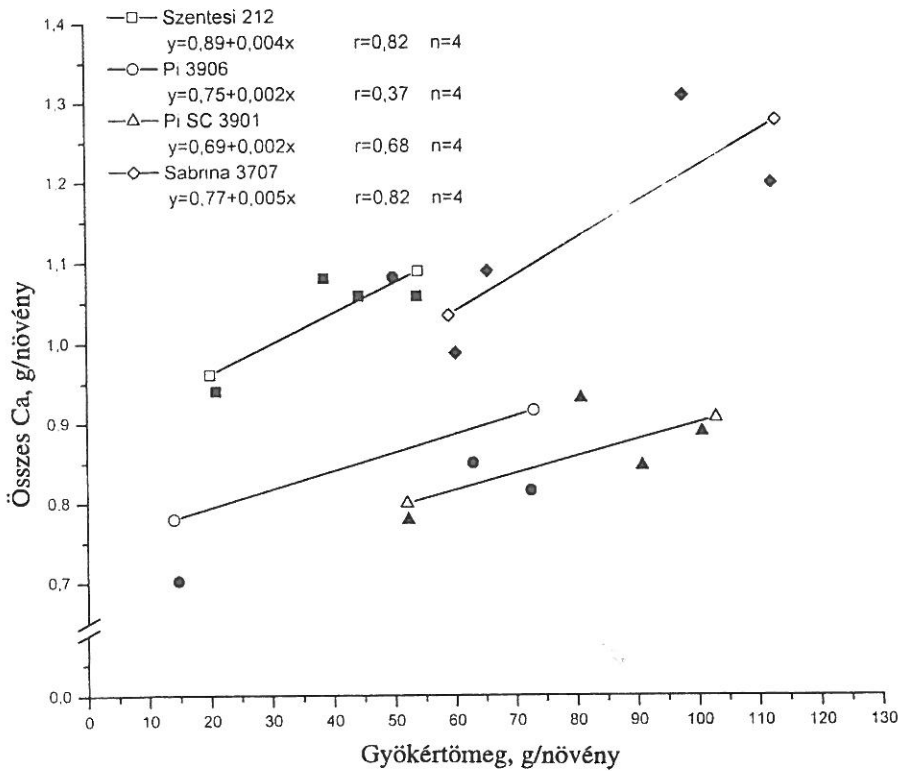
*Egységnyi tömegű abszorbeált kalciumra számított transzspirált víz és egy-
ségnyi transzspirációra számított Ca-felvétel*

A Pi SC 3901 kukoricahibrid transzspirálta a legtöbb vizet a felvett kalcium 1 g-jára számítva (4. táblázat). Legkevesebbet a Szentesi 212 hibrid párologtatott (65,78 kg). A Pi RSC 3732 kivételével a Pi 3901 hibrid szignifikánsan magasabb értéket mutatott, mint a másik három hibrid. Az 1 kg transzspirált

vízre számított Ca-felvételnél természetesen fordított sorrendet láthatunk, mint az előbbi számítási módnál, azaz a legkisebb értéket a Pi Sc 3901 hibridnél számoltuk. Az öt hibrid átlagában a kapott érték 13,44 mg.

A gyökértömeg, a transzspirált víz és az egész növény Ca-tartalma közötti kapcsolat

Négy hibridnél számítottunk összefüggést a gyökér szárazanyagtömege és az egész növény Ca-tartalma között. Az egyes hibrideknél eltért a korreláció értéke. A leggyengébb összefüggést ($r = 0,37$) a Pi 3906 hibridnél, a legjobb kapcsolatot ($r = 0,82$) a Szentesi 212 és a Sabrina 3707 hibridnél számoltunk (4. ábra). A négy hibrid átlagában számított összefüggés gyengébb volt ($r = 0,35$).

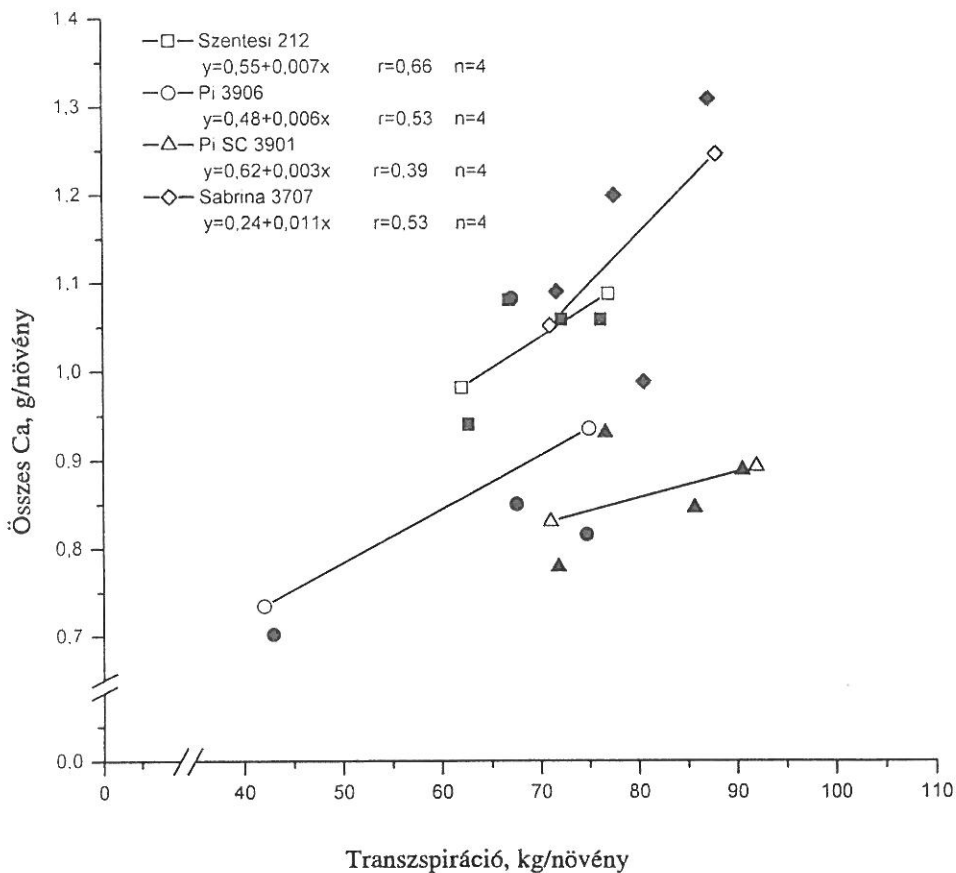


4. ábra

Összefüggés a kukoricagyökér szárazanyagtömege és az egész növény Ca-tartalma között

Transzspirált víz és az egész növény Ca-tartalma közötti összefüggés

A transzspirált víz és az egész növény Ca-tartalma közötti összefüggést vizsgálva megállapítható, hogy a 4 hibrid közül leggyengébb a kapcsolat a Pi SC 3901 hibridnél ($r = 0,39$), a legjobb a Szentesi 212 hibridnél ($r = 0,66$) áll fenn (5. ábra). A négy hibrid átlagában számított kapcsolat szorossága csökkent, ill. azonos a leggyengébb kapcsolatot mutató Pi SC 3901 hibridnél számított összefüggés értékével ($r = 0,39$). A Szentesi 212 hibrid kivételével a transzspiráció és a növények összes P-tartalma között szorosabb kapcsolatot számítottunk 4 kukoricahibridnél (SZLOVÁK, 1995), mint a Ca esetében. Az összefüggés szorossága függ az alkalmazott módszerektől is. Ugyanis szorosabb összefüggést számítottunk eltérő N-dózisoknál és optimális talajnedveségnél a kukoricánövények transzspirációja és összes Ca-tartalma között ($r = 0,83^{***}$) tenyészedény-kísérletben (SZLOVÁK, 1996).

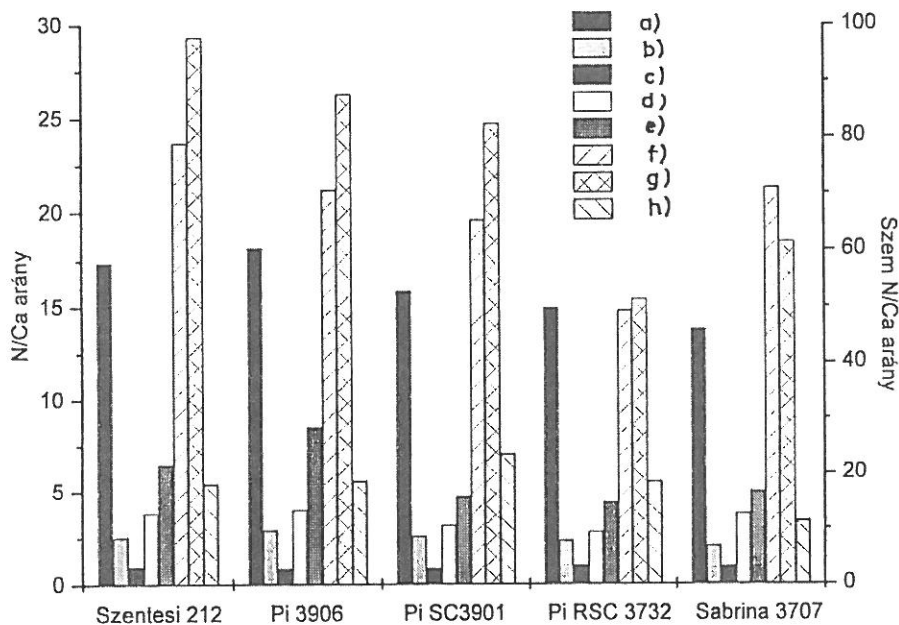


5. ábra

Összefüggés a kukoricahibridek transzspirációja és Ca-tartalma között

N/Ca arány

A szem N/Ca aránya minden hibridnél többszöröse bármely növényrész N/Ca arányának (6. ábra). A legmagasabb arányszám a Szentesi 212 hibridnél látható. A N/Ca arány lényegesen csökkent a csutkánál és a gyökérnél. A legkisebb értékeket a levéllemezek adják. A szár, a fedőlevél és a csőkocsány növekvő értékeket mutatnak.



6. ábra

Liziméterben nevelt kukoricahibridek növényrészeinek N/Ca aránya.

- a) Gyökér; b) szár; c) levéllemez; d) fedőlevél; e) csőkocsány; f) csutka; g) szem;
- h) egész növény

Összefoglalás

A kísérletet 60 000 tőszámú kukoricaállományba helyezett Szlovák-féle mérleges liziméterekkel végeztük. A liziméterekbe tett öntés-réti feltalaj laboratóriumban meghatározott maximális vízkapacitása 49,2 % (az abszolút száraz talaj súlyszázalékában kifejezve). A talaj nedvességtartalmát a talaj maximális vízkapacitásának 70 %-os szintjére öntöttük fel és akkor öntöttünk, amikor a diszponibilis víz 30-35 %-kal csökkent. A növényminták kénsavas peroxidos roncsolása után a Ca-meghatározás lángfotométerrel történt.

A kísérletben vizsgált hibridek (Szentesi 212, Pi 3907, Pi SC 3902, Pi RSC 3732 és Sabrina 3707) a július 22. és július 27. közötti pentádban transzspiráltak legtöbbet. Ekkor a növények – a hibridektől függően – az egész tenyészidő alatt transzspiráltak víznek a 10,7-11,6 %-át párologtatták. A tenyészidő folyamán transzspirált víz mennyiségének határértékei – a hibridektől függően – 63,08 és 85,05 kg.

Bár a Pi RSC 3732 hibrid transzspirált legtöbbet, mégis a legnagyobb szárazanyag-tömeg létrehozása következtében a legkedvezőbb transzspirációs együtthatót mutatta.

Az egész növények összes Ca-tartalma a Sabrina 3707 hibridnél volt a legmagasabb (1,15 g). A legkisebb értéket (0,86 g) a Pi 3906 és Pi SC 3901 hibrideknél mértük.

A növényrészek közül a levéllemez tartalmazta a legmagasabb százalékos kalciumot. A vizsgált hibrideknél a levéllemez Ca-tartalmának határértékei között viszonylag kicsi az eltérés (1,25-1,51). A Szentesi 212 hibrid kivételével a levéllemezek nagyobb Ca-tömeget tartalmaztak, mint a szár.

Az egységnyi tömegű Ca-ra számítva a legnagyobb szemtermést a Pi SC 3901 hibrid produkálta. Ugyancsak a Pi SC 3901 kukoricahibrid transzspirálta a legtöbb vizet a kalcium 1 g-jára számítva.

Az egyes hibrideknél eltért a korreláció szorossága a kukorica gyökértömege és az egész növény Ca-tartalma között. A vizsgált négy hibrid közül a leggyengébb összefüggést ($r = 0,37$) a Pi 3906, a legjobb kapcsolatot ($r = 0,82$) a Szentesi 212 és a Sabrina 3707 hibrideknél számoltuk.

Eltért a transzspirált víz és az egész növény Ca-tartalma közötti összefüggés szorossága a vizsgált négy hibridnél. A leggyengébb kapcsolat ($r = 0,39$) a Pi SC 3901 hibridnél, a legszorosabb ($r = 0,66$) a Szentesi 212 hibridnél állt fenn.

A szem N/Ca aránya minden hibridnél többszöröse bármely növényrész N/Ca arányának. A legmagasabb arányszámot a Szentesi 212 hibridnél számoltuk.

Irodalom

- BAKER, D. E., THOMAS, W. S. & GORSLINE, G. W., 1964. Differential accumulations of strontium, calcium and other elements by corn (*Zea mays* L.) under greenhouse and field conditions. *Agron. J.* 56. 352–355.
- BROWN, J. C., 1967. Differential uptake of Fe and Ca by two corn genotypes. *Soil Sci.* 103. 331–338.
- BRUETSCH, T. F. & ESTES, G. O., 1976. Genotype variation in nutrient uptake deficiency in corn. *Agron. J.* 68. 521–523.
- CLARK, R. B. & BROWN, J. C., 1974. Differential mineral uptake by maize inbreds. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 5. 213–227.
- DEBRECZENI B-NÉ, 1994. A tápanyagellátás hatása főbb szántóföldi növények ásványi elem-tartalmára és fajlagos tápelem igényére. In: Trágyázási kutatások 1960-

1990. (Szerk.: DEBRECZENI B. & DEBRECZENI B-NÉ). Akadémiai Kiadó. Budapest.
- EGNER, H., RIEHM, H. & DOMINGO, W. R., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. Landbr Högsk. Ann. 26. 199.
- EPSTEIN, E., 1972. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. John Wiley & Sons. New York. NY.
- KARLEN, D. L., FLANNERY, R. L. & SADLER, E. J., 1988. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. Agron. J. 80. 232-242.
- LÁSZITY B. et al., 1985. A műtrágyázás hatása a kukorica fejlődésére és tápanyag-forgalmára. I. Szárazanyag-felhalmozás, tápelemtartalom és tápelemarányok. Agrokémia és Talajtan. 34. 137-160.
- LAUHLI, A., 1976. Genotypic variation in transport. In: Transport in Plants. II. Tissues and Organs. Vol. 2. Part B. (Eds.: LÜTTGE, V. & PITMAN, M. G.). 372-393. Encyclopedia of Plant Physiology. Springer-Verlag. Berlin.
- LUTZ, J. A. JR., GENTER, C. F. & HAWKINS, G. W., 1972. Effect of soil pH on element concentration and uptake by maize. I. P, K, Ca, Mg and Na. Agron. J. 64. 581-583.
- PORTER, O. A. & MOROHANG, J. T., 1975. Differential response of two corn inbreds to varying root temperature. Agron. J. 67. 515-518.
- SARIC, M. R., 1981. Genetic specificity in relation to plant mineral nutrition. J. Plant Nutrition. 3. 743-766.
- SZLOVÁK, S., 1995. A study of transpiration and phosphorus uptake of maize hybrids using Szlovák-type weighing lysimeters. In: Current Issues of Sustainable Development in Agriculture. XXXVII. Georgikon Napok, Keszthely, 1995. September 14-15. 227-233.
- SZLOVÁK S., 1996. A kukorica szárazanyagtömege és Ca-felvétele a nitrogénadagok és a két talaj nedvességszint függvényében. Agrokémia és Talajtan. 45. 125-138.

Érkezett: 1998. május 25.

Dry Matter Mass, Transpiration and Ca Uptake of Maize Hybrids Grown in Lysimeters

S. SZLOVÁK and S. SZLOVÁK Jr.

Research Institute for Irrigation, Szarvas and University of Agricultural Sciences, Gödöllő (Hungary)

Summary

The experiment was carried out in a plant stand with 60,000 plants per hectare using weighing lysimeters. The alluvial meadow soil placed in the lysimeters had a maximum water-holding capacity of 49.2% of absolutely dry soil. Maize hybrids (Szentesi 212, Pi 3907, Pi SC 3902, Pi RSC 3732 and Sabrina 3707) were investigated in the experiment. Soil was watered to 70% of its maximum water-holding capacity and water was supplied when plant-available water decreased by 30-35%. Following sulphuric acid-peroxide digestion the Ca was determined using a flame photometer.

The highest transpiration was observed in the pentad between 22 and 27 July. Depending upon the hybrids the plants transpired between 10.7 and 11.6% of their total transpiration for the growing season during this pentad. The maize hybrids examined transpired between 63.8 and 85.5 kg water during the whole growing season. Although the hybrid Pi RSC 3732 transpired the most, it exhibited the most favourable transpiration coefficient because it also had the highest dry matter yield.

The most Ca was contained by the hybrid Sabrina 3707 (1.15 g), while the lowest value (0.86 g) was given by hybrids Pi 3906 and Pi SC 3901.

Among the plant parts the leaf-blades showed the highest Ca concentration. There was a relatively small difference between the hybrids (1.25-1.51%) in the Ca concentration of the leaf-blades. With the exception of Szentesi 212, the leaf-blades contained more total Ca than the stem.

The hybrid Pi SC 3901 gave the highest grain yield calculated per unit weight of absorbed Ca. This hybrid also transpired the most water per g of absorbed Ca.

The strength of the correlation between the root weight and the total Ca content of whole maize plants varied among the five hybrids examined: Pi 3906 showed the weakest correlation ($r=0.37$), Szentesi 212 and Sabrina 3707 gave the highest values ($r=0.82$). There were also differences between the hybrids as regards the relationship between transpiration and the total Ca content of the whole plant. The weakest correlation ($r=0.39$) was calculated for hybrid Pi SC 3901 and the best ($r=0.66$) was obtained for the hybrid Szentesi 212.

The N/Ca ratio of the grain in all the hybrids was a multiple of that in any other plant parts. The highest ratio was calculated for the hybrid Szentesi 212.

Table 1. Transpiration coefficient of maize hybrids grown in lysimeters. (1) Maize hybrids. a) LSD 0.1, 1.0 and 5.0 %. (2) Dry mass of the whole plant, g. (3) Total transpired water, kg. (4) Transpiration coefficient calculated for the (5) Whole plant; (6) Aboveground part, and (7) Grain.

Table 2. Dry matter mass of the whole plant (with roots) per g of Ca uptake. (1) and a): see Table 1. (2) Dry matter mass, g. (3) Total Ca uptake, g. (4) Dry matter mass per g Ca uptake, g.

Table 3. Physiological efficiency of calcium. (1) and a): see Table 1. (2) Grain mass, g. (3) Total Ca taken up by the whole plant, g. (4) Grain mass per g Ca uptake.

Table 4. Transpired water (kg) per unit mass of Ca uptake (g), and Ca uptake (mg) per unit transpiration (kg). (1) and a): see Table 1. (2) Water transpired by the whole plant, kg. (3) Total Ca uptake by the whole plant, g. (4) Transpired water per g Ca uptake, kg. (5) Ca uptake per kg transpired water, mg.

Figure 1. Percentage transpiration of maize hybrids over 5-day periods. a) Transpired water, kg/plant. b) Total transpired water, kg. c) No. of days from emergence.

Figure 2. Dry matter mass, percentage Ca and total Ca contents of the maize hybrids in the lysimeter experiment. Vertical axis: Dry matter mass, g/plant; Ca content, % (left). Ca content, g/plant (right). a) Dry matter mass, g; b) Ca content, %; c) Ca content, g. SzD=LSD.

Figure 3. Dry matter mass (A), percentage Ca (B) and total Ca (C) contents in the lysimeter experiment. Vertical axis: see Figure 2. a) Grain; b) cob; c) ear stalk; d) husks; e) leaf-blades; f) stalk; g) roots.

Figure 4. Correlation between the dry matter mass of maize roots and the Ca content of the whole plant. Horizontal axis: root mass, g/plant. Vertical axis: Total Ca, g/plant.

Figure 5. Correlation between the transpiration and Ca content of maize hybrids. Horizontal axis: Transpiration, kg/plant. Vertical axis: see Figure 4.

Figure 6. N/Ca ratio of the plant parts of maize hybrids grown in a lysimeter. Vertical axis: N/Ca ratio of plant parts (left). Grain N/Ca ratio (right). a) Roots; b) stalk; c) leaf-blades; d) husks; e) ear stalk; f) cob; g) grain; h) whole plant.