

Egyetemi doktori értekezés

Két *Triticum aestivum* őszi búzafajta
zászlós és második levele szövettaná-
nak, vizgazdálkodásának és CO_2 felvé-
telének vizsgálata

A József Attila Tudományegyetem
Természettudományi Karához

benyújtja
Bálint József
biológia-kémia szakos középiskolai tanár

Készült

a JATE Növény szervezettani Tanszékén
és a
Gabonatermesztési Kutatóintézetben

Szeged

1983.



1. A kötet a ...
 2. A kötet a ...
 3. A kötet a ...
 4. A kötet a ...
 5. A kötet a ...
 6. A kötet a ...
 7. A kötet a ...
 8. A kötet a ...
 9. A kötet a ...
 10. A kötet a ...
 11. A kötet a ...
 12. A kötet a ...
 13. A kötet a ...
 14. A kötet a ...
 15. A kötet a ...
 16. A kötet a ...
 17. A kötet a ...
 18. A kötet a ...
 19. A kötet a ...
 20. A kötet a ...
 21. A kötet a ...
 22. A kötet a ...
 23. A kötet a ...
 24. A kötet a ...
 25. A kötet a ...
 26. A kötet a ...
 27. A kötet a ...
 28. A kötet a ...
 29. A kötet a ...
 30. A kötet a ...
 31. A kötet a ...
 32. A kötet a ...
 33. A kötet a ...
 34. A kötet a ...
 35. A kötet a ...
 36. A kötet a ...
 37. A kötet a ...
 38. A kötet a ...
 39. A kötet a ...
 40. A kötet a ...

TARTALOMJEGYZÉK

| | Oldal |
|--|-------|
| 1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÜZÉS | |
| 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS | |
| 2.1. A búza zászlós és második levelének szerepe | 5 |
| A levelek szövettana, kapcsolata a fotoszintézissel | |
| 2.2. A búzafajták, ezen belül a levelek vizgazdálkodása | 8 |
| 2.3. A sztómanozgás mechanizmusa | 15 |
| 2.4. A búza levelek és a kalász széndioxid fixálása | 22 |
| 3. ANYAG ÉS MÓDSZER | |
| 3.1. Növények és kísérleti feltételek | 29 |
| 3.2. Feldolgozási módszerek | |
| 3.2.1. A levéllemez méreteinek és az erek számának meghatározása | 31 |
| 3.2.2. A mezofillum sejtek vizsgálata | 32 |
| 3.2.3. Az epidermisz SEM és fénymikroszkópos vizsgálata | 33 |
| 3.2.4. A levelek relatív víztartalmának napi alakulása | 33 |
| 3.2.5. A levelek vízleadási ütemének meghatározása | 34 |
| 3.2.6. Különböző koncentrációju PEG vizes oldaton uszó levelek víztartalmának meghatározása | 34 |
| 3.2.7. PEG oldatokkal való öntözés, ill. öntözetlen körülmények hatása a levelek víztartalmára | 35 |
| 3.2.8. A levelek sztómanyitódásának vizsgálata adaxiális és abaxiális felületen | 36 |
| 3.2.9. A búza levelek és a kalász széndioxid fixálásának mérése | 37 |



| | |
|---|----|
| 4. EREDMÉNYEK ISMERTETÉSE | |
| 4.1.1. A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 zászlós és második leveleinek morfológiai jellemzése | 40 |
| 4.1.2. A zászlós és a második levél vastagságának összehasonlítása | 41 |
| 4.1.3. A mezofillum sejtek alakja és elrendeződése | 42 |
| 4.1.4. A mezofillum sejtek méretei | 43 |
| 4.1.5. A lóbuszok sejtenkénti száma | 44 |
| 4.1.6. A zászlós levél adaxiális és abaxiális felszínének összehasonlítása | 46 |
| I-V. tábla, táblamagyarázat | |
| 4.1.7. Összefoglalás | 51 |
| 4.2.1. A levelek relatív víztartalma és napi változása | 53 |
| 4.2.2. A szárról leválasztott levelek vízleadási üteme 40 C° hőmérsékleten | 55 |
| 4.2.3. Különböző koncentrációju PEG vizes oldaton uszó zászlós és második levelek víztartalmának alakulása | 56 |
| 4.2.4. Különböző koncentrációju PEG vizes oldataival való öntözés, ill. öntözetlen körülmények hatása a levelek víztartalmára | 59 |
| 1 - 9. Melléklet | |
| 4.2.5. Összefoglalás | 61 |
| 4.3.1. A sztómanyitódás alakulása sötétperiódus után a levelek adaxiális és abaxiális felszínén | 63 |
| 4.3.2. A búza levelek és a kalász CO ₂ anyagcseréje | 64 |
| 1 - 2. melléklet | |
| 4.3.3. Összefoglalás | 68 |
| 5. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE | 70 |
| 6. ÖSSZEFOGLALÁS | 78 |
| 7. IRODALOM | 82 |

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITÜZÉS

Az a megállapítás, hogy a fotoszintézis a legalapvetőbb természeti folyamat az ember számára, nem igényel bizonyítást. Közismert az is, hogy a táplálékot, amelyet elfogyasztunk és a levegő oxigénjét, amellyel a táplálékban rejlő energiát a magunkévá tesszük, nagyrészt a levél állítja elő.

A levélanatómia ismeretének fontossága, a növények élettanának, valamint környezethez való alkalmazkodásának tökéletesebb megértésében, továbbá a gazdasági növények terméstképző folyamatainak irányítása, befolyásolása érdekében ma már általános igénnyé vált. Ennek ellenére meglehetősen szerények ismereteink a levél funkcionális anatómiájáról, integrált működéséről. Ennek alapvető oka, hogy a levél egy nagyon bonyolult és állandó változásban lévő szerv, az oszthatatlan egész növény része, így nehezen vizsgálható egyidejűleg szerkezete és működése, ill. szerepe az egész növény életében.

A tudomány fejlődésével azonban egyre nagyobb szükség és lehetőség lesz a "darabokra szabdalt" strukturális és funkcionális részismeretek integrálására.

A búzalevél anatómiájával, működésével több szempontból is érdekes és fontos foglalkozni. A búza az emberiség legértékesebb és ma is a legnagyobb területen termelt gabonafélesége. A Földön 1980. évben 233 millió ha-on 445 millió t búza termett. Hazánkban az elmúlt két évtizedben a búzatermesztés soha nem tapasztalt /6-7 t/ha nagyüzemi átlag/ fejlődésen ment keresztül.

A nemesítők elsődleges feladata továbbra is az intenzív fajták választékának növelése, minőségük és rezisz-

tenciájuk javítása.

A növény szerkezetének és működésének vizsgálata elsősorban alapkutató jellegű és így a levél fiziológiai és anatómiai vizsgálatok eredményei közvetlenül ma még nehezen mennek át a gyakorlatba. Feltételezhető, hogy ennek oka nem az alkalmazhatóságában van.

Annyi bizonyos, hogy e rohanó korban, amelyben a fajtaváltás is felgyorsult, az alkalmazott kutatást végző nemesítő számára nélkülözhetetlenek azon hazai és nemzetközi alapkutatói eredmények ismerete, amelyek kutatási témakörét tárgyalják. A mai kép azt mutatja, ha mindezen információval rendelkezik is a szakember, ezek használata, beépítése a nemesítési módszerek sorába kevésbé valósulnak meg. Fontos kérdés ez akkor, amikor a kutató a fajták természetbeli és kiemelt tulajdonságai javítása érdekében a meglévő fajtaválasztékot tekintetbe véve egyre nagyobb erőfeszítéseket kell hogy tegyen.

Az elkövetkező években a búza zöld leveleivel kapcsolatban számos olyan, bár még ma hipotetikusnak tűnő megállapítás ismert/Stoy, 1963/, amely az elkövetkező években fontos szerepet játszhat a nemesítésben is.

A fenti szerző szerint például:

- feltételezhető, hogy különböző fajták levelei különböző fotoszintetikus aránnyal rendelkeznek;
- az egyes fajtáknál a levél élettartama és funkciója valószínűleg különbözik;
- lehetséges az is, hogy az egységnyi levélterület fotoszintetikus produkciója egyenlő, de a levél-szövetek szállító és raktározó kapacitása különböző;

- a levél nemcsak közreműködik a fotoszintetikus produkció előállításában, hanem biztosítja a növekvő mag ásványi elemekkel való ellátását is.

Zászlós és második levél anatómiai felépítése és fotoszintetikus aktivitása között az utóbbi időben többen /Chonan, 1966, 1970, 1976; Khan és Tsunoda, 1970, 1971; Austin et al 1982; Parker és Ford 1982./ mutattak ki összefüggést.

1976. nyarától dolgozom a Gabonatermesztési Kutatóintézetben. A munkaköri beosztásom /intézeti propagandista/ nem takar tudományos kutatómunkát, de nem szakad el attól, hisz munkám lényege a kutatási eredményeknek a gyakorlatba való gyors átültetése. Szakemberek fogadásakor hetente több alkalommal is figyelemmel kísérhettem a búza tenyészkereteket. A búzatáblák melletti szakmai konzultációk során több alkalommal is felmerült a búzafajták zászlós és második levele szerepének a kérdése. Sok vitát adott ezen témakör, hisz ezideig a szakirodalom kevesett foglalkozott a levelek szövettanával, az élettani kutatások speciális kérdéseket vizsgáltak, amelyek összefüggései nehezen rajzolódhattak ki a nemesítők és a gyakorlati szakemberek előtt.

Ezen motiváció és dr. Erdei Péter nemesítő-agrotechnikus inspirálására kezdtem a zászlós és második levél szerepének vizsgálatához.

A fenti gondolatok és előzmények alapján a doktori disszertációmban az alábbi kérdésekkel kívánok foglalkozni.

Két, a terméseredményeiben és fenotípusra különböző, a környezet hatásaira eltérően reagáló őszi búza: T Aestivum cv. GK Szeged és cv. Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének anatómiai szerkezetét fény és Scanning E, mikroszkóppal vizsgálva összehasonlítjuk a levelek és leveliszintek felépítését.

Az anatómiai szerkezetekben tapasztalt méretbeli, formai, számbeli különbségek és a búzafajták eltérő élettani jelensége közötti összefüggések pontosabb elemzése, megértése céljából:

- a disszertációban vizsgáljuk, hogy a szemekben raktározott, a zászlós és második levélben eltérő mennyiségben termelődő asszimiláták milyen szövettani szerkezettel párosulnak;
- elképzelésünk szerint összefüggés van a mezofill sejtek szerkezete és a fotoszintézis között;
- megvizsgáljuk a levél gázcserenyílások nyitódását s kapcsolatát a levelek vizgazdálkodásával;
- a zászlós és második levéllemezek CO_2 felvételének in vivo vizsgálatával választ keresünk a szöveti felépítés és a fotoszintézis közötti elképzelésünk igazáról.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A búza zászlós és második levelének szerepe.

A levelek szövettana, kapcsolata a fotoszintézissel.

Az utóbbi időben /Chonan, 1965, 1966, 1970; Khan és Tsunoda, 1970, 1971; Austin et al 1982; Parker és Ford 1982/ mutattak ki összefüggést a búzalevél anatómiai felépítése és fotoszintetikus aktivitása között.

A búza felső leveleiben /Chonan, 1965/ szerint a "karos poliszád" vagy lebenyes mezofill sejtek nagyobbak, a lebenyek sejtenkénti száma több, mint az alsó levelekben. Megállapította, hogy a sejt-felület per sejt-térfogat arány növekedésével nő a levél belső felülete is, és így nagyobb területen történik a gázcsere, ami kedvez a fotoszintézisnek.

Parker és Ford /1982/ diploid /Triticum urartu, T. monococcum/ és hexaploid /T.aestivum cv. Professeur Marchal/ búzák zászlós leveleinek szöveti szerkezetét hasonlították össze. A T. urartu zászlós levele volt a legvastagabb, az erek egymáshoz közel helyezkedtek el és a mezofill sejtek között itt található legtöbb intercelluláris tér. A diploid T. urartunak egységnyi felületre eső CO_2 fixáció $43 \text{ mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ Austin et al /1982/ szerint magasabb, mint a hexaploid T.aestivum cv. Professeur Marchal-nak / $26 \text{ mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ /.

A fotoszintézis intenzitását a szerzők többsége /Khan és Tsunoda, 1970; Evans és Dunstone, 1970; Austin et al, 1982; Parker és Ford, 1982/ a búzáknál is a levél nagyobb belső felületével hozza kapcsolatba, ami szerintük megkönnyíti a széndioxid diffúzióját a mezofill sejtekbe.

Kérdés, hogy a diploid T. urartu levelének nagyobb felsőfelülete és intenzívebb szén-dioxid felvétele hogyan egyeztethető össze a hexaploidok nagyobb termőképességével.

Austin et al /1982/ kloroplasztiszokat és protoplasztokat izoláltak diploid, tetraploid és hexaploid búza levelekből és kimutatták, hogy a fényfüggő oxigén fejlődés aránya közel hasonló volt. Feltételezték, hogy az intakt levelek közötti fotoszintézisbeli különbség a levelek közötti fotoszintézisbeli különbség a levelek anatómiai eltéréséből eredhet. A 15 diploid, tetraploid és hexaploid búza genotípusának vizsgálata alapján valóban pozitív összefüggést találtak az erek sűrűsége és a maximális fotoszintetikus arányok között.

Ez a megfigyelés is az asszimiláták transzportjának intenzitására hívja fel a figyelmet. Kérdés azonban, hogy azért szállítódik-e több asszimiláta, mert több ér van, vagy azért, mert több transzportra, ill. ér képzésére képes asszimiláta jön létre?

A termésben felhalmozódó szervesanyagok képződésének helyéről, az egyes szervek részvételi arányáról megoszlanak a vélemények:

Bonstra /1937/ összehasonlító defoliálással végzett kísérletei alapján azt a következtetést vonta le, hogy a szerekbe került asszimiláták 75 %-a a búza felső részében: a kalászban /34 %/, a felső intermódiumban /12 %/, a zászlós levélben /13 %/, a zászlóslevél-hüvelyben /16 %/ termelődik.

Simpson /1968/, Focke /1973/ vizsgálatai szerint a búza fajták döntő többségénél az asszimiláták képzése szem-

pontjából a kalász mutatja a terméssel a legszorosabb összefüggést, amit a zászlós levél, majd az összes többi levél követ.

Az irodalmi adatok abban megegyeznek, hogy a kalásznak a szemekben raktározott asszimiláták képzésében kiemelkedő szerepe van, ezt követi a zászlós és nagy különbséggel az ez alatti második levél.

A kalász szerepe a fajták magasságának csökkenésével mindinkább előtérbe kerül, míg a zászlós- és a többi levélé fajtánként változik /Beke, 1977/.

Nelborczyk /1978/ vizsgálatai szerint a búzánál a kalász 9,3 %-ban, a felső internodium 16,2 %-ban, a zászlós levéllemez 36,6 %-ban, a zászlós levélhüvely 7,0 %-ban, a zászlós levél alatti levéllemez 18,8 %-ban, a 2. levélhüvely 7,1 %-ban, a 3. levél és alatti internodium 4,2 %-ban járul hozzá az összes fotoszintetikus termék /száranyag/ kialakításához.

A zászlós levél egységnyi területére számított erek hossza, ill. a xylém edények /tracheák/ száma /Ledent és Pochet, 1978/ vizsgálatai alapján szorosabb korrelációt mutat a terméssel, mint a zászlós levél területe, szélessége, vagy súlya.

A felvetett kérdések a zászlós és ez alatti levél összehasonlító szöveti vizsgálatával nem oldhatók meg, de - azonkívül, hogy ilyen vizsgálatok nincsenek - indokolják két eltérő termőképességű hexaploid búza /Jubilejnaja 50, GK Szeged/ felső két levelének szöveti tanulmányozását.

Dolgozatunk ezen részében egyrészt azt vizsgáljuk, hogy ez az eltérés a levél szöveti szerkezetében hogyan nyilvánul meg, másrészt újabb összefüggést tételezünk fel a mezofill sejtek szerkezete és a fotoszintézis között.



2.2. A búzafajták, ezen belül a levelek vizgazdálkodása

Szász /1962/ már a hatvanas évek elején leírta, hogy a Bánkúti 1201 és 1205, valamint a Bezosztaja 1,4 őszi búza fajták között az átlagos napi víz fogyasztás tekintetében különbség mutatkozik. Továbbá azt, hogy a kalászhányás - virágzás fenológiai fázisban fogyaszt a búzanövény a legnagyobb mennyiségű vizet. /1. táblázat/

Az őszi búza különböző fajtáinak átlagos napi vízfogyasztása a tavaszi fenológiai fázisokban. /Szárba-
indulás-kalászhányás, kalászhányás-virágzás, érés/

1. táblázat

| | Szárba- indulás- kalászhányás | Kalászhányás- virágzás | É r é s |
|--------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------|
| Bánkúti 1201 | 0,974 | 1,127 | 0,216 mm/nap |
| Bánkúti 1205 | 1,110 | 1,293 | 0,332 mm/nap |
| Bezosztaja 1 | 0,863 | 0,955 | 0,194 mm/nap |
| Bezosztaja 4 | 0,791 | 0,910 | 0,135 mm/nap |

A gyakorlati élet szempontjából fontos kérdés, hogy az egyes fajtáknál egy tenyészidőszak, vagy a szemkitöltődés időszaka alatt milyen mennyiségű vízfogyasztással kell számolnunk.

A búza, illetve a levélzet vizgazdálkodásával kapcsolatban: a vízfelvételnek, a vízleadásnak, a szövetek víz- és ozmotikus potenciáljának, a sztóma rezisztenciájának, a hő- és szárazságtűrésnek egyedi, ill. kapcsolt mechanizmusainak vizsgálatával számos publikáció foglalkozik.

A búza vizgazdálkodásával kapcsolatos irodalom tárgyalása előtt szükséges néhány alapfogalom megadása Hess /1979/ és Sutcliffe /1979/ szerzők alapján.

A/ Relatív víztartalom /RWC/ viszonyszám: a növényi szövetben levő viznek és annak a vízmennyiségnek a hányadosa, amelyet a szövet meg tudna tartani, ha a víz egy része nem szivárogná át a sejtek közötti légtérbe. Egy levél RWC-értékét az alábbiak alapján határozhatjuk meg:

$$RWC = \frac{FM_1 - DM}{FM_2 - DM}$$

FM_1 = levél friss súlya

FM_2 = 24 óráig vizen usztatott levél súlya

DM = a levél szárazanyag tartalma

RWC maximális értéke 1.

B/ Vizpotenciál: A viznek /oldatnak/ egy rendszer bármely pontján és a tiszta viznek ugyanolyan hőmérsékleten és légköri nyomáson / 10^2 kPa/ mérhető kémiai potenciál-különbséget vizpotenciálnak / ψ / nevezünk.

Az adott rendszerben a víz kémiai potenciálja függeni fog a hidrosztatikus nyomástól, az anyagok és a határfelületek jelenlététől.

$$\psi = \frac{M_w - M_w^0}{\bar{v}_w} = p - \pi - \gamma$$

M_w = a rendszerben levő víz kémiai potenciálja

M_w^0 = a tiszta víz kémiai potenciálja

\bar{v}_w = a víz porciális - moláris térfogata

Mértékegysége: bar.

C/ P = turgornyomás : az élő rendszerben az 1 atm-t meghaladó hidrosztatikus nyomás. A turgor a sejt vízfelvétele következtében kialakuló hidrosztatikus nyomás, amit a sejtfalra ható hidrosztatikus nyomás és a sejtfal rugalmas ellenállása idéz elő.

Mértékegysége: bar.

D/ = ozmótikus nyomás nagysága ideális szemipermeábilis hártyán a koncentrációtól pontosabban aktivitástól vagy ami ezzel arányos és jól mérhető gőz nyomástól, továbbá a hőmérséklettől függ:

$$\pi = \frac{RT}{V} \ln \frac{p^0}{p}$$

Manapság az ozmotikus nyomás helyett inkább ozmotikus potenciál / Ψ_r / kifejezést használják.

Oldatokban a víz kémiai potenciálja kisebb, mint a tiszta vízé, ezért egyenletekben minusz értéként szerepel.

Mértékegysége: bar.

E/ Ψ = mátrix potenciál / Ψ_r v. Ψ_m /

Ha egy vizes oldattal érintkező anyag magához vonzza a vízmolekulákat, csökkenteni fogja a vízpotenciált. Ennek értékelésére vezették be a mátrixpotenciál fogalmát.

A tiszta víz vízpotenciálját 25 C⁰-on 10² kPa nyomáson önkényesen nullának veszik. A növényi rendszerekben rendszerint negatív, mert az oldott anyagok és a matrix hatása jelentősebb, mint az egyéb hatások. Ezért néhány növényfiziológus inkább a vízpotenciálkülönbség / $\Delta \Psi$ / kifejezést használja, noha ez bonyolalmat okoz, amikor a vízpotenciál emelkedését is figyelembe kell venni.

F/ Szivőerő /szivási tenzió, turgorhiány, netto ozmotikus nyomás/ Vakuolizált sejtek vízfelvételekor a sejt-falak nyújthatósága, továbbá a környező sejtek és szövetek nyomása a turgorral szemben ellenhatást fejtenek

ki és előbb-utóbb véget vet a terjeszkedésnek akkor is, ha a koncentrációkiegyenlítődés még nem is következett be. Ezt a sejt szivóerő egyenletével írják le:

$$S_z = s_i - W;$$

vagy ha a környező szövetek ellennyomását is figyelembe vesszük:

$$S_z = s_i - /W+A/;$$

S_z = a teljes sejt szivóerje,
 s_i = a sejtnedv szivóereje vagy ozmotikus értéke,
 W = a sejtfal ellenállása;
 A = a környező sejtekből eredő külső nyomás

A víz mozgását kémiai potenciál különbség határozza meg. A növények folyamatos transpirációja következtében, ha a vízvesztés sebessége nagyobb lesz, mint a vízfelvétel sebessége, akkor a víz nyomás a szállítóedényekben 1 atm alá csökken és kialakul a szivási tenzió; szivóerő $/\Delta\psi/$. A szivóerő mértéke nő, ha a transpiráció által veszített vizet nem tudja pótolni újabb vízmennyiséggel.

A búza fajták vízfogyasztásbeli különbsége különböző okokra vezethető vissza. Például a levelek vízzel való telítettségi állapota egyidőben függ a talajban és a légkörben uralkodó nedvességtartalomtól és a növény felépítési, működési sajátosságaitól. Többek között Quarrie /1977/ és Kirkham /1980/ is a búza szöveti felépítését és működését vizsgálták a levél vizellátottságával kapcsolatban. Kirkham /1980/ szoros kapcsolatot állapított meg a zászlós levél relatív víztartalma és a sztóma rezisztencia között. Quarrie /1977/ a levelet alkotó sej-

tek, szövetek méretbeli, számbeli módosulását írta le vízhiány esetén.

Ez egyben bizonyosságot ad arra, hogy a fajták vizgazdálkodási - élettani folyamataiban is rejlenek különbségek.

A búza leveleinek vízpotenciálját vizsgálva Berger /1978/ megállapította, hogy az alacsony vízpotenciál a nap folyamán száraz talajban termesztett búzában az atmoszférikus párolgási igénytől függetlenül alakul ki. Bár a sztómák a vízvesztés szabályozásának legfontosabb akadályaként tekinthetők, ez a szabályozó mechanizmus nem akadályozza meg a búzában az igen alacsony vízpotenciál kialakulását. Ez arra mutat, hogy a búza vízfelvétellel szembeni ellenállása lényegesen hozzájárul a növény vízpotenciáljának napi alakulásához.

Kirkham et al. /1980/ 30 búzafajta vízleadását vizsgálva megállapította, hogy a nagyobb területű zászlós levelek több vizet adnak le. A sztóma rezisztenciát vizsgálva egyes fajták sztómái este később csukódtak, vagy kissé nyitva is maradtak, más fajták reggel később nyitottak, mint a többség. Ezt a problémakört Martin /1979/ is érinti, mivel kísérletei során a zászlós levél vízpotenciálja napfelkeltekor sokkal alacsonyabb volt, mint más meterológiai napokon annak ellenére, hogy a talaj nedvességtartalmában csak kis különbség mutatkozott. Feltételezi, hogy a sztómák csukva voltak az éjszaka folyamán, ebből azt a következtetést vonja le, hogy a kutikuláris transzspiráció, amely a gabonafélék esetében magas lehet, a meleg és száraz éjszaka folyamán megnövekedett.

Ezen cikkek bizonyosságot adnak arra vonatkozólag, hogy a búza leveleinek éjszakai vízleadásáról kevés adattal rendelkezünk és keveset tudunk.

Tovább vizsgálva a búza zászlós levelének vizpotenciál változását, Johnson /1974/ virágzás előtt 7 napig tartó szomjaztatás után -33 bar vizpotenciál csökkenést kapott. A transzspirációs ráta a zászlós levél vizpotenciál csökkenésével lineárisan csökkent.

Millar /1976/ szerint a sztóma bezáródás a búza növény valamennyi pozíciójú levelében 8 bar turgor potenciál P / értéknél indukálódik, de mivel minden levélben a turgor potenciál P / és a vizpotenciál Ψ / különböző kapcsolatban van, a kritikus vizpotenciál -7 bar-tól -19 bar-ig változik. -7 bar a szár alsó leveleiben, -14 bar a magasabb levelekben, -19 bar a zászlós levélben. A P és között különböző kapcsolat a Ψ -nek a szisztematikus növekedéséből ered a szár alsó leveleitől a felsőig.

Kirkham /1978/ tovább finomítva a problémakört magas és alacsony növésű búzafajták leveleinek viz-, ozmotikus potenciálját, sztóma rezisztenciáját hasonlította össze. Megállapítja, hogy a viz-, ozmotikus potenciál a magas fajták zászlós leveleinél 4,8-33 bar-ral kevesebb, mint az alacsonyabb fajtáknál mért értékek. A legalsó leveleknél nem volt számottevő különbség. A sztóma rezisztencia értéke a magas és alacsony növény zászlósleveleinél - megállapítása szerint - egyszinten mozog, a magas növény legalsó levelénél nagyobb értékeket kapott, mint az alacsony növény alsó leveleinél.

A stressz alá helyezett növény sztóma rezisztenciáját befolyásolja a levél helyzete és kora, /Frank, 1977/. Ahogyan a zászlóslevél öregszik, a sztóma progresszíven alacsonyabb levél vizpotenciálnál záródik be. Kálászbújás fejlődési stádiumban a 10 C⁰-on nevelt növé-

nyeknek jelentősen alacsonyabb volt a levélpotenciáljuk, mint 18 C⁰, ill. 27 C⁰-on nevelteké, amit valószínűleg az alacsonyabb hőmérséklet által indukált víz stressz okozott a megnövekedett vízmozgással szembeni rezisztencia által.

Ha a búza gyökérrendszere nem teljesen fejlett, akkor az evapotranszspiráció abbamarad, mielőtt a növény által elérhető víz 80 %-a felhasználódik, /Waym ,1980/. Az evapotranszspirációban mutatkozó hanyatlást a talajban a növény gyökereihez való elégtelen vízmozgás okozza.

Saudhu /1955/ szerint a szárazság és melegtűrő fajtáknak a gyökér száraz súlya nagyobb. A vízmegtartó képesség szoros kapcsolatban van a szárazság és meleg teszt alatt megfigyelt türési sorrenddel.

Allium cepa L., Commelina cyanea, Nicotiana glauca, Tradescantia virginiana és Vicia faba növényeknél Sheriff /1977/ a vízcseppeknek a mezofillumtól az epidermiszbe történő desztillációját vizsgálta. Vízcseppek a védettebb sejtek belső falán képződnek. Növekvő víz stressz esetén nem olyan könnyen alakulnak ki, bár előfordul desztilláció. A levelekben történő vízszállítás a párás fázisban inkább függ a hőmérséklettől, mint a stressz grádiensektől.

A GKI-ben folytatott KGST kísérletekben Mózsik /1981/ vizsgálta különböző őszi buzafajták össz vizigényét a szemtermés beéréséig. A fajták között vizsgálat alá került a GK Szeged és a Jub. 50 is. A kísérletek egyértelműen bizonyították, hogy az egységnyi tömegű szárazanyag előállításához a Jub. 50 több vizet használt fel, mint a GK Szeged. 1 g. szárazanyag előállításához a Jub. 50 számszerint 493 ml-t, a GK Szeged 473 ml vizet fogyasztott.

A szerző a buza különböző fejlődési stádiumáig is mért össz vízfogyasztást. Bokrosodás idején a GK Szeged több vizet használt fel, majd szárbaindulástól az érés befejezéséig a Jub. 50 fogyasztott több vizet,

A fenti irodalom alapján megállapítható, hogy a buzanövény, ezen belül is a levélzet vízyanyagcseréje összetett, bonyolult folyamat. Tekintettel arra, hogy dolgozatunk alapvető célkitűzése a GK Szeged és a Jub. 50 fajta zászlós és második levelének szövettani összehasonlítása, ill. néhány élettani jellemzőjének pontosabb megismerése, ezen fejezetben olyan kísérleteket állítottunk be, amelyek úgy gondoljuk választ adnak az összehasonlítandó levelek relatív víztartalmának napi változására, vízleadási ütemére, vízmegtartó képességére, kapcsolatokat keresve a szövettani és az élettani jellemzők között.

2. 3. A sztómamozgás mechanizmusa

A növényi élet a vízben keletkezett, legmagasabb fejlettségi formáit a szárazföldön hozta létre. A szárazföldi növények fotoszintéziséhez szükséges CO_2 felvétele intenzív sztómás gázcserét kíván meg, míg a növényi szervezet víztartalmának megfelelő szinten tartása ezzel ellentétben alacsony sztómás gázcserét feltételez. Az ellentmondás feloldása úgy valósul meg, hogy a fejlődés során a növényeknél egy sztómás feed-back rendszer alakul ki, amely a sztómamozgás révén biztosítja a növény fotoszintéziséhez szükséges CO_2 ellátást és a megfelelő víztartalom kialakításában is jelentős szerepet játszik.

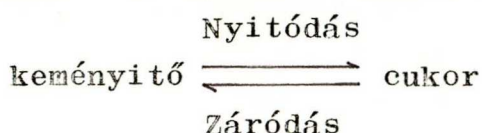
Elkövetkezőkben ismertetjük röviden a zárósejtek mozgásának eddig ismert legfontosabb elméleteit. Az aktív sztómamozgás főbb típusai a következők:

1. Fotoaktív nyitódás -
2. Fotoaktív záródás
3. Scotoaktív nyitódás
4. Scotoaktív záródás
5. Hidroaktív záródás

A fény hatására bekövetkező sztómamozgás magyarázatára különböző elméleteket ismerünk.

Legismertebb: A/ Scarth /1932/ klasszikus B/ Fujino /1959/ aktív K^+ transzport, és C/ Levitt /1974/ protontranszportra épülő elmélete.

A/ A klasszikus Scarth-féle hipotézis a zárósejtekben végbemenő keményítő \rightarrow cukor átalakulásra épül, azaz:



A keményítő valóban eltűnik a zárósejtekből nyitódáskor, azonban - az elmélet szerint - az azt helyettesítő cukrokat nem sikerült kimutatni /Pallas és Wright, 1973/.

Ugyanakkor rég ismert, hogy néhány zárósejt nem tartalmaz keményítőt /Shaw, 1954/. Nagy hiányossága még az elméletnek, hogy a K^+ mozgását nem veszi figyelembe, valamint, hogy a levélen belül a CO_2 koncentrációjának változása túl kicsi a megfigyelt ΔpH magyarázatához /pH 4,5-ről 7-ig emelkedik/.

B/ Az aktív K^+ transzport elmélet /Fujino, 1959/ bár több sztómamozgáskor megfigyelt jelenségre ad választ mint a Scarth-féle hipotézis, azonban ennek segítségével sem magyarázható néhány fontos kísérleti tény. Az elmélet alapja: a sztómamozgást a zárósejtek K^+ koncentrációja határozza meg. Fischer /1968/ és Hsiao /1968/ vizsgálatai szerint valóban igaz, hogy a zárósejtekben a keményítő koncentrációjának csökkenése párhuzamosan fut a K^+ felvétellel a nyitódás során. A zárósejtek K^+ koncentrációja és a nyitódás mértéke közötti összefüggést kimutatták mind elektron-mikroanalizissel /Sawhney és Zelitch,



1969; Humble és Raschke, 1971/, miní kémiai módszerekkel /Humble és Hsiao; 1980/. Vizsgálataik során a K^+ felvétellel /nyitódáskor/ párhuzamosan nem tapasztalták a társ anion felvételét. Ugyanakkor a keményítő eltűnésével szinkronban szerves savak felhalmozódását figyelték meg. Raschke és Fellows /1971/ Zea maysnál K^+ kiáramlással együtt Cl^- kiáramlást is tapasztaltak, az utóbbi azonban csak fele olyan mennyiségben jutott ki, mint a K^+ , valószínű a szerves sav szintézis miatt. A K^+ transzport elmélet nem foglalja magában az alacsony CO_2 koncentráció sztómányitódásban betöltött szerepét sem.

C/ A fényindukálta sztómamozgás új koncepciója: Levitt /1974/ protontranszport elmélete.

A fény hatására bekövetkező sztómányitódás az elmélet szerint a következő lépésekből áll:

a/ Minden kloroplaszt tartalmu sejtben /mezofill és zárósejt/ végbemenő folyamatok:

1. Fényindukálta protontranszport.



Citoplazma \longrightarrow kloroplaszt Δ pH

2. foto-

ADP + P \longrightarrow ATP Δ pH csökkenés
foszforilláció

3. Ribulóz-difoszfát

$CO_2 \longrightarrow /CH_2O/$

ATP, stb.

4. $[CO_2]$ /intercellulális/ lecsökken $< 0,01$ %

5. Megszűnik a $CO_2 \longrightarrow /CH_2O/$ átalakulás

6. Az ATP nem használódik fel.

Az összes ADP átalakul ATP-vé

7. pH /citoplazma - kloroplaszt/ elér egy maximumot
/citoplazma: 8-9, kloroplaszt: 5/

8. pH 8 - 9

Citoplazma: $CO_2 \longrightarrow HCO_3^-$

b/ Csak a zárósejtben lejátszódó folyamatok:

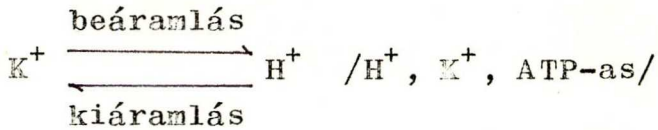
9. Citoplazma:



10. Citoplazma:



11. Citoplazma:



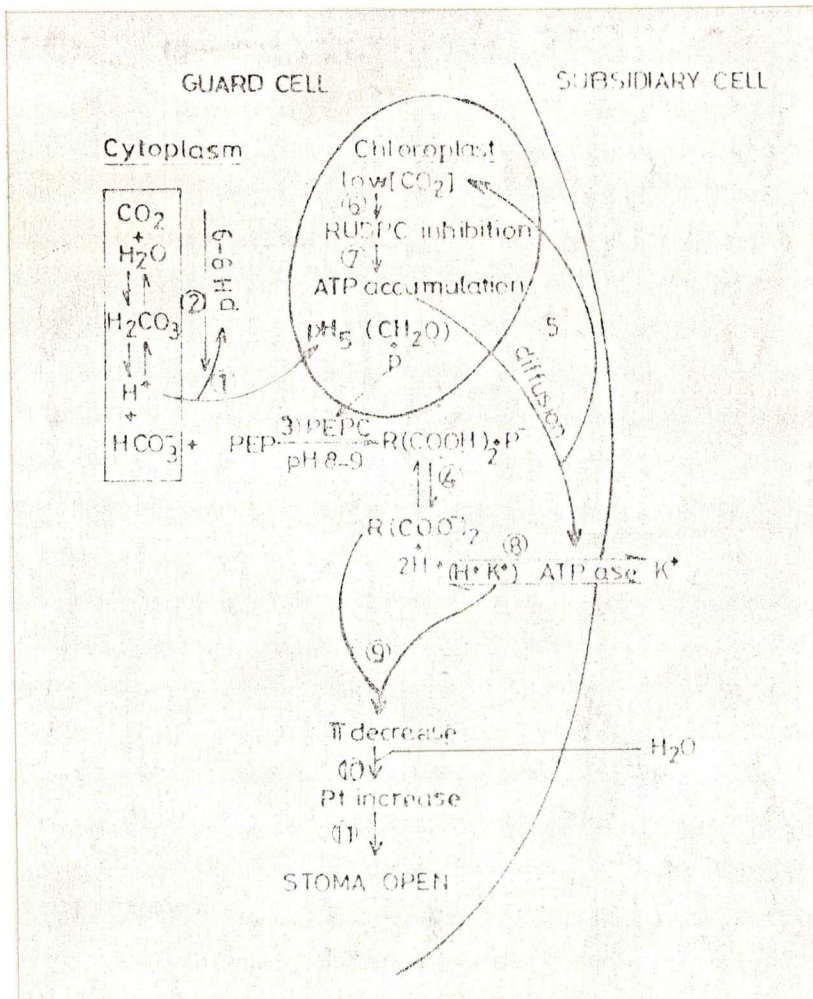
12. Kloroplaszt: $\text{CH}_2\text{O} + \text{P} \longrightarrow \text{PEP}$

13. $\text{R} / \text{COO}^- /_2 + \text{K}^+ \longrightarrow \pi$ csökken

14. endoozmózis



15. A sztóma kinyitódik.



1. ábra A sztómányitódás mechanizmusa
Levitt /1974/ nyomán.

Az elmélet magyarázatot ad a következőkre:

1. A nyitódás során a keményítő eltűnik a zárósejtből, mert a C_3 -as bontási termékeken keresztül C_4 -es szerves savvá /PEP/ alakul át, s e folyamatot a H^+ transzport serkenti.
2. A fotoaktív nyitódás csak kloroplaszt tartalmu zárósejtekben valósul meg /a H^+ transzportot biztosítja/.
3. Alacsony $/CO_2/$ igény nyitódáskor, ill. az alacsony $/CO_2/$ nyitásindukáló hatása, amely a H^+ transzport által létrehozott Δ pH fenntartásához szükséges.
4. Magas citoplazmás pH kell az elégséges HCO_3^- -képzéshez.
5. Alacsony O_2 szint közömbösíti a mitokondriális hatást - ezáltal a megfordított H^+ transzportot, - amely savanyítaná a citoplazmát záródáshoz vezetve.
6. A H^+ felhalmozódást serkenti a H^+ transzport, és ez kétszeres funkcióval rendelkezik:
 - a/ A H^+ transzport által indukált pH fokozódás fenntartása;
 - b/ ozmotikus hatás.
7. A szerves savak felhalmozódása a PEPC indukált reakcióiból ered, amelyet szintén a H^+ transzport serkent.
8. Az **auxin** a víz disszociációját serkentve elősegíti a megfelelő Δ pH kialakulását, a sztómák nyitódását és ezáltal indukálja a növekedést.

A protontranszportot gátló anyagok, mint például az ABA, az **auxinnal** ellentétben alacsony citoplazmás pH létrejöttét eredményezik, és gátolják az **auxin** által indukált növekedést.

A klasszikus Scarth hipotézis nem tudja magyarázni az 5-8. pontban foglaltakat, míg az aktív K^+ transzport elmélet csak részben ad választ a 3-4-5. pontra.

Több kutató által kapott eredmények jól illeszkednek az elmélet egy-egy részletéhez.

Allaway /1973/ azt tapasztalta, hogy Vicia faba zárósejtjeiben fény hatására a K^+ 90-ről 335 pikoekvivalens/mm² epidermiszre nőtt, míg az almasav szint 0-ról 71 pmol/mm²-re emelkedett, miközben a sztómák kinyitódtak.

Sötétben tartott leveleknél a K^+ csak gyengén emelkedett, az almasav szintje kb. 0-án maradt, és a sztómazáródás kismértékben folytatódott.

Hasonló eredményről számol be: Humble és Hsiao /1970/, Raschke, és Fellows /1971/, Pallaghy /1971/, Sawhney és Zelitch /1969/, Palmer és Bacon /1967/, Brag /1972/, Peaslee és Moss /1968/, Willmer és Kansfield /1969./.

Willmer és mts. /1973/ bebizonyították a PEPC zárósejtben való előfordulását.

Thomas /1971/ megfigyelte, hogy az ATP adagolás serkenti a sztómanyitódást. Ugyanakkor ADP bejuttatása a kloroplast szuszpenzióba csökkenti a ΔpH -t /Pick és mts. 1973/.

Az irodalomban találkozunk olyan felfogással, miszerint a sztómamozgást belső ritmus irányítja. Néhány faj sztómája valóban cirkadián ritmusban nyitódik, ill. záródik folyamatos fényben is. Azonban ilyen feltételek mellett a sztómanyitódás mértéke kb. 0,1 %-a annak, amely napi fény-sötét ritmusban tapasztalható /Meidner, 1968/. Tehát csak az endogén ritmus elégtelen ahhoz, hogy a zárósejtek mozgásával a növény a fotoszintézishez szükséges CO_2 -t biztosítsa /Raschke, 1975/.

Stalfelt /1965/ a sztómamozgás endogén és indukált elemei közötti relációt vizsgálta *Vicia faba* és *Ranunculus repens* tesztnövényeken. Szerinte a tényleges nyitódást endogén és indukált elemek együttesen határozzák meg. Az endogén nyitódási fázis mintegy előkészítő szakasza az indukált nyitódásnak. Az előbbi a zárósejtek turgorváltozásában és kis méretű sejtszélesség-növekedésben nyilvánul meg /tenzió fázis/. A tenzió fázist az ún. motor fázis követi a fény hatására, amely gyors nyitódást eredményez.

Ogawa /1981/ *Vicia faba* és *Allium cepa* leveleket világitott meg kék fényvel vörös háttérvilágítás mellett. Ugyanezen fényintenzitású kék fény vörös háttér nélkül sokkal kisebb mértékű sztómanyitódást eredményezett. Vizsgálataiból azt a következtetést vonta le, hogy a vörös fény az ATP képzésében játszik szerepet, még a kék fény a zárósejtekben a K^+ és H^+ transzportokat fokozza. Az iontranszport fokozódása akkor következik be, amikor a vörös fény elég ATP-t szolgáltatott, az ATP igényes folyamatokhoz.

Hasonló eredményről számol be Zeilger és Hepler /1971/, Ogawa és mts. /1978/, Zoth-Bejerono és Itar/1981/.

2.4. A búza levelek és a kalász szén-dioxid fixálása

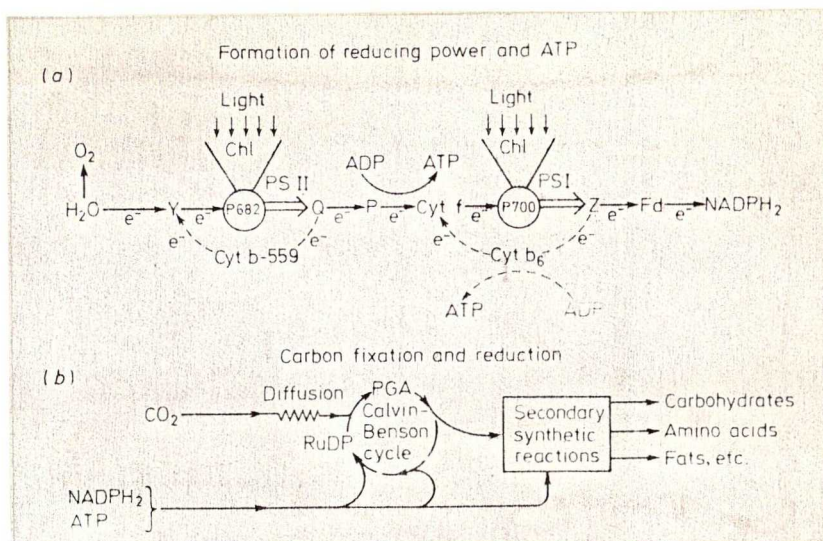
A levél netto fotoszintézise szoros kapcsolatban van a termés hozammal és így a gazdasági eredményességgel /Irvine, 1967; Izhar és Wallace, 1967; Meinl és Rothacker, 1963/.

Belikov, Matorina és Kurkova/1961/ megállapították, hogy a primitív búza fajták /diploidok/ zászlós levelénél sokkal nagyobb a fotoszintézis, mint a hexaploidoknál. A /diploidok/ második levelénél hasonló mértékű fotoszintézist tapasztaltak, mint a sokkal nagyobb levelű hexaploid formáknál. Khan és Tsunoda /1970/; Evans és Dunstone /1970/ szerint ezek a különbségek azon környezeti tényezőktől függttek, amelyekben a levelek fejlődtek. A levelek méreteinek, tömegének, a mezofill sejtek méreteinek, alakjának stb. kialakulásában a környezeti tényezőknek nagy szerepe van és különösen a fénynek van elsődleges szerepe. Valószínűleg variabilitás van a fajták és fajok között az alkalmazkodás mértékében. Így elképzelhető, hogy a búza fajoknak kloroplaszt szinten hasonló öröklődő fotoszintetikus kapacitásuk van. A netto fotoszintézisben mért különbségek anatómiai alapjára vezethetők vissza, ami csak olyan környezeti feltételek között nyilvánul meg, amely elősegíti ezeknek az anatómiai jellemzőknek a teljes kifejlődését. Khan és Tsunoda /1970/; Lupton /1972/; Joshida /1972/; Nicsiporovics /1972/ megállapította, hogy a nemesítés egyik perspektívával bíró irányzata a fotoszintetikus apparátus funkcionális aktivitásának fokozása. Ennek eredményeképpen elég nagy asszimiláta állomány képződhet, illetve legjobb eloszlásra, újraeloszlásra kerül sor az



ontogenezis folyamán, melyek a növény maximális összes hasznos produktivitásának elérését teszik lehetővé. Különösen azokat a formákat ajánlatos kiválogatni, amelyeknél a szemkitöltődésért felelős zászlós levél nagy asszimilációs aktivitással rendelkezik, tekintettel arra, hogy e mutató és a növény produktivitása között /Volodarszkij 1976; Khan és Tsunoda 1970; Lupton 1972; Joshida 1972; Nicsiporovics 1972; Lukjanyenko 1971/ direkt összefüggést állapítottak meg.

A 2. ábrában vázlatosan összefoglaljuk a zöld növények fotoszintézisének két fényreakcióját és az elektron-transzport-rendszert /a/, illetve a szén-dioxid fixációját és redukcióját /b/, /Jarvis, 1972/.



2. ábra. A fotoszintézis részfolyamatai

A búzafajok és fajták Hill-reakcióját /H.r./ /Zelenskii et al/1978/vizsgálták. Búzanövényeknél a H.r. nem mutatott közvetlen kapcsolatot a meteorológiai feltételekkel. Maximális H.r.-t figyeltek meg nedves és napsütéses napok esetében. Megállapították továbbá, hogy a búza fejlődése során a H.r. nemcsak a reproduktív szakaszban emelkedik, de a bokrosodás végén és a kalászba szökéskor, vagyis az aktív növekedési szakaszokban is. Kedvezőtlen feltételek, pl. alacsony hőmérséklet, ami hátráltatja a növény növekedését és fejlődését, szintén okozhatják a H.r. maximum csökkenését, vagy teljes megszűnését. A H.r. mértéke szignifikánsan különbözött a diploid és hexaploid fajok között.

A H.r. csökkenés tendenciáját összhangba hozzák Evans és Dunstone /1970/ következtetéseivel, amely kimondja, hogy a búzáknál a növekvő ploiditás felé irányuló fejlődése együtt jár a fotoszintetikus kapacitás csökkenésével. A fajták és kulturák közötti H.r. eltérés esetleg kapcsolatban lehet a növény fejlődésének sebességével.

Austin et al /1982/ 15 búza fajta és rokon faj genotípusánál mérte a zászlós levél netto fotoszintézisének rátáját az életsiklus során, szántóföldi, ép növényeket felhasználva. Amikor a ráták maximálisak voltak, a legmagasabb értékeket a diploid fajoknál kapták, a tetraploid fajták eredményei közepesek, a hexaploidokra jellemző értékek a legalacsonyabbak voltak. Az átlagok 28 - 38,38 mg CO₂ dm⁻²h⁻¹ között mozogtak.

Két aestivum búzafajta /Fredrich és Bezosztaja 1/ zászlós, második levelének, illetve kalászának CO₂ anyag-

cseréjét vizsgálta Migus és Hunt/1980/ a virágzás előtti és utáni periódusban. Megállapították, hogy mindkét fajta zászlós levelének CO_2 anyagcseréje lassabban csökkent a kalászolás-virágzás utáni 2,5 hét időtartam alatt, mint e periódus előtt és után. A Fredrich fajta második levelének CO_2 anyagcseréje is kiegyenlített volt ezen időszakban. Ezzel szemben a Bezosztaja 1 második levelének CO_2 anyagcseréje a vizsgált időszakban csökkenő tendenciát mutatott. A megvilágított kalászkoknál a virágzás után csökkenő CO_2 anyagcserét mértek.

Khanna-Chorpra és Sinha /1981/ két szántóföldön nevelt búzafajtát vizsgálva megállapította, hogy a CO_2 fixációjánál RuBP karboxyláz enzim a búza virágzása idején mind a levelekben, mind a kalászrészekben jelentős aktivitással rendelkezik. A virágzás utáni fejlődési stádiumban nem volt különbség a fajták leveleinek RuBP karboxyláz aktivitása között. Az enzim reakciója a napsugárzásra pozitívnak mutatkozott. Ezt különösen a tábla szélén és közepén lévő növényeknél történő enzim aktivitás mérések igazolták.

A környező levegőből a CO_2 áramlását a levélbe /Gastr, 1959/ szerint a következő képlettel írhatjuk le:

$$F = \frac{C_a - C_{int}}{r_a + r_l + r_m}$$

ahol F = áramlás / $\text{g cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ /; C_a és C_{int} a környező levegő, illetve a CO_2 fixáló hely CO_2 koncentrációja / g cm^{-3} /; r_a , r_l és r_m , a levél határréteg, a levélfelület /beleértve a sztómás és kutikuláris rezisztenciákat, melyek párhuzamosan hatnak/ és a mezofillum ellenállása a CO_2 szállítással és fixálással szemben / s cm^{-1} /.

Prical és Chartier /1977/ szerint a CO_2 szállítással szemben intracelluláris rezisztencia a C_3 növényekben 3-7-szer nagyobb, mint a C_4 -es növényekben. Ez azt jelenti, hogy az intercelluláris rezisztencia a fő paraméter, amely ellenőrzi a fotoszintézis-fénygörbe platóját.

Őszi búza zászlós levelében a levelek kifejlődésétől az elöregedésig a fotoszintézis-fény reakciójára

Marschall és Biscoe/1980/ végeztek méréseket. A levelek kifejlődését követően a fotoszintézis maximális rátái és az alacsony fényintenzitás melletti hatékonyság értékei $2,8 - 3,6 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ és $8-11 \text{ mg CO}_2 \text{ J}^{-1}$ voltak. A fotoszintézis-fény reakciója mindvégig konstans maradt. A sztómás és a belső ellenállások egyaránt fontosak voltak a fotoszintézis maximális rátájának a korlátozásában.

A hőmérséklet hatását a búza növény leveleinek fotoszintézisére többek között Bird et al /1977/ is vizsgálták. 18 C° -on és 13 C° -on nevelt búza levelek gyorsabban fotoszintetizáltak, mint a $23, 28 \text{ C}^\circ$ -on nevelt növények levelei.

Keys et al /1977/ szintén a hőmérséklet hatását vizsgálták a búza levél fotoszintézisére és fotorespirációjára. Megállapították többek között, hogy amikor az O_2 koncentráció 21-ről 2 %-ra csökkent, a netto fotoszintézis aránya a 18 C° -nál 32 %-kal, 28 C° -nál 54 %-kal nőtt. A CO_2 elnyelődése a CO_2 mentes levegőben /netto-fotoszintézis/ 13 C° -nál 38 %-tól, 28 C° -nál 69 %-ig terjedt. A teljes fotoszintézis $40 \text{ mp}^{14}\text{C}$ asszimilációjánál 13 C° -nál 10 %-kal, 28 C° -nál 17 %-kal volt nagyobb, mint a netto fotoszintézis. Ezek az adatok jelzik, hogy a fénylégzés a nagyobb hőmérsékletnél relative nagyobb.

Jolliffe és Tregunna ^{/1972/} CO₂ kicserélődési kísérletei azt mutatják, hogy az O₂ hatása magába foglalja mind a fotoszintézis gátlását és a fotorespiráció stimulációját. Az O₂ gátolja a fotoszintézist az elszigetelt kloroplasztiszokban, beleértve a fotoszintetikus elektronszállításra és néhány fotoszintetikus enzimre gyakorolt hatást.

A víz stress indukálta változásokat vizsgálta Lawfor. /1976/ a fotoszintézisben, fotorespirációban. Mérései szerint a búza zászlós levelek netto fotoszintézise 21 %-os O₂, 230 ml l⁻¹ CO₂ és megfelelő megvilágítás mellett mérve 8,3 x 10⁸-ról 0g cm² s⁻¹-re csökkent párhuzamosan, ahogy a levél vízpotenciál /Ψ/ -5 barról -18 barra süllyedt. Alacsonyabb mellett volt netto CO₂ előállítás. A növény növekedése csökken, ha a sejt vízpotenciálja csökken. Elsősorban azért, mert a fotoszintézis korlátozott, de az anyagcserében általa okozott változásokat nem ismerjük kellő mértékben.

Igen fontos az, hogy a fotoszintetikus termékek a szemek endospermiumába felhalmozódjanak. Stoy /1963/ az ezzel kapcsolatos kutatásokat összefoglalva a következőket állapítja meg:

- döntően a legfelső vagy a legfelső két levél járul hozzá közvetlenül a szemek telítődéséhez;
- az asszimilátáknak csak egy bizonyos frakciója éri el ténylegesen a szemeket, a többi más növényi részekbe kerül, vagy elvész a respirációval;
- a szemekbe kerülő hányad nagysága függ mind külső és belső tényezőktől;
- az asszimiláták fő szállítási formája a szaharóz.

Feltételezhető, hogy nem a zöld levelek felülete, hanem a dolgozat bevezető részében már említett tényezők határozzák meg azt, hogy ezen szervek milyen mértékben járulnak hozzá a szemek telítődéséhez /Stoy, 1963/.

Egyelőre nem lehet következtetést levonni arra vonatkozólag, hogy pontosan mi határozza meg a nagytermőképességű búzafajták fotoszintetikus tevékenységének specifikumát és, hogy a fotoszintézis folyamatának elemei közül melyek játszanak döntő szerepet a fotoszintetikus jellemzők növelésében, végső soron a termőképesség fokozásában.

A felvetett kérdés megoldásának egyik módja lehet a búzafajták különböző szervei fotoszintetikus tevékenységének a tenyészidő során végzett további tanulmányozása /Volodarszkij és Büsztrük, 1976/. Kísérleteinkkel mi is ehhez szeretnénk hozzájárulni.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Növények és kísérleti feltételek

A kísérleteket *Triticum aestivum* L. hazánkban köztermesztésben levő cv. GK Szeged és cv. Jubilejnaja 50 őszi fajtákkal végeztük. A GK Szeged korai éréscsoportba tartozó intenzív búzatispus, nagyüzemi termőképessége: 7,0 - 8,5 t ha⁻¹.

A Jubilejnaja 50 a középkorai éréscsoport biztonságosan termesztendő búzatispusa, nagyüzemi termőképessége: 6,0 - 6,5 t ha⁻¹.



GK Szeged

Jubilejnaja 50



A/ A zászlós és zászlós alatti második levél vastagságának, a mezofillum sejtek méretének, a lobusz - szám, a sztómaszám és méret meghatározásához a két búzafajtát Henssler típusu klimaházban a következőképpen neveltük fel:

A kétleveles növényeket 50 napos jarovizálás után 14 cm átmérőjű cserépbe ültettük /4 növény/cserép/, és tápanyaggal jól ellátott homogenizált talajban neveltük. A növények kiültetés után 10 napig 13-15 C⁰ - on 50-55 % relatív páratartalom mellett fejlődtek. Ezután a hőmérsékletet 21-23 C⁰ - ra emeltük, a páratartalom 60-65 % között változott.

A növények napi 14 órás megvilágítását január, február, március hónapokban Philips HLRG gym 400 W-os lámpákkal /30 W/m²/ biztosítottuk.

A zászlós és második levél méreteinek, a nyalábtípusok számának és sűrűségének, a sztómaszám és méret meghatározásához a búza növényeket szabadföldön, a Gabona-termesztési Kutatóintézet, Szeged Alsó telepén neveltük. Vetési idő 1980. október 14-én volt. A vetés 400 csira/m² sűrűséggel, 10 m²-es parcellákba történt.

A zászlós és második levelet az anatómiai vizsgálatokhoz - mindkét kísérletben - a növények virágzásakor gyűjtöttük be.

B/ A levelek vizgazdálkodásával, sztómamozgásával és a levelek CO₂ felvételével kapcsolatos kísérletekhez a kétleveles búzanövényeket 50 napos jarovizálás után tápanyaggal jól ellátott homogenizált talajt tartalmazó 14 cm átmérőjű cserépbe ültettük. A növények kiültetés után 10 napig 10-13 C⁰-on 50-55 % relatív páratartalom mellett fejlődtek. Ezután a hőmérsékletet

20 - 22 C⁰-ra emeltük, a páratartalom 60-65 % között változott. A növények napi megvilágítását szükség esetén Philips HLRG gym 400 W-os lámpákkal pótoltuk.

3.2. Feldolgozási módszerek

3.2.1. A levéllemez méreteinek és az erek számának meghatározása

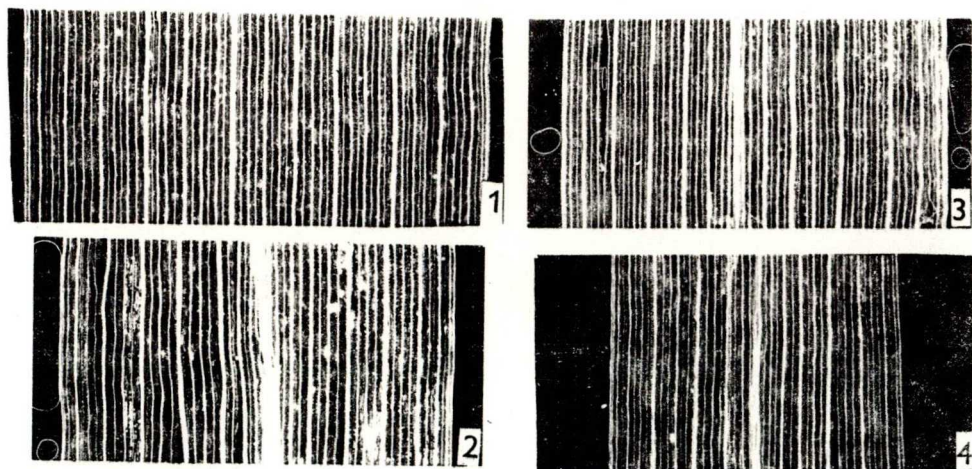
A zászlós és második levél hosszának, szélességének, és területének megállapításához 50-60 szabadföldön nőtt növényt vettünk.

A frisstömeg meghatározása után a levéllemezeket le-
rajzoltuk és a területet tömegméréssel meghatároztuk.

A levélerek típusának és számának meghatározásához a levél középső részéből /a bázistól kb 12 cm-re/ 1 cm hosszú levél-darabot vágunk és ezeket 5 %os "hypo" /nátriumhypoklorit/ oldatban 24 óráig derítettük, majd híg ecetsavban kimostuk. A derített leveleket fénykép-nagyító gépbe tettük és kivetítettük. /3. ábra/.

Az egyes nyalábtípusok elnevezésénél Patrick /1972/ és Kuo et al. /1974/ munkáit használtuk. A középső ér /midrib/ a legnagyobb, ezt követi a 6 large lateral /L1/, majd a 4 smaller lateral. /S1/. Az oldalsó nagyobb nyalábok száma általában 10 /egyik oldalon 5/, ezek között különböző számú és méretű large intermediate /Li/ és small intermediate /Si/ nyalábok vannak.

A levéllemezek vastagságát az L1, Li, Si nyaláboknál és ezen nyalábok mellett levő bulliform sejtek-nél /irányában/ L1b, Lib, Sib mértük /4. ábra/.



3. ábra

GK Szeged /1,2/ és Jubilejnaja 50 /3,4/ zászlós /1,3/ és zászlós alatti /2,4/ levelek értípusainak elrendeződése a levél teljes szélességében. /azonos nagyítás/

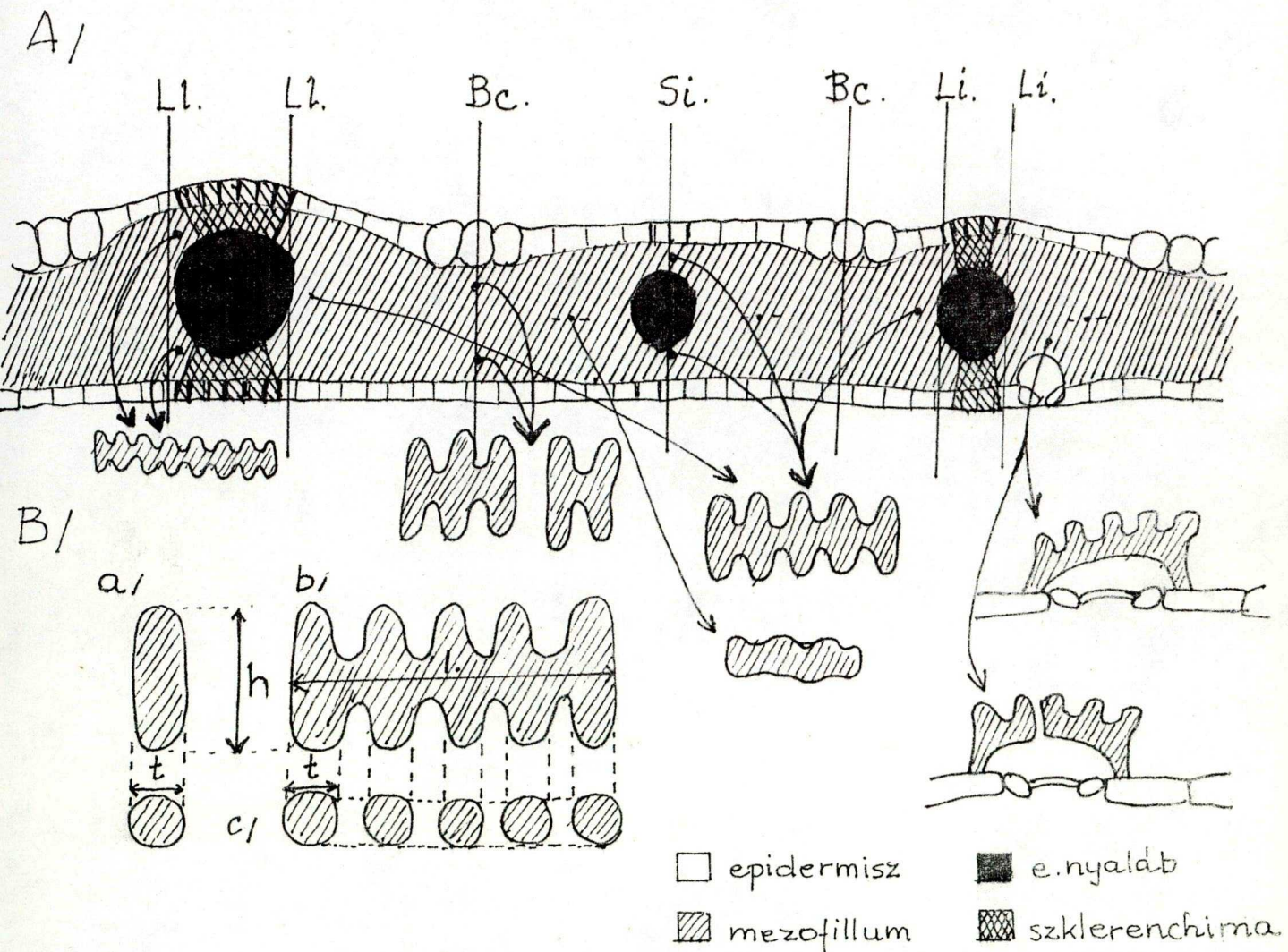
3.2.2. A mezofillum sejtek vizsgálata

A mezofillum tanulmányozásához négy növény zászlós és zászlós alatti /második/ levelének középső /bázistól kb. 12 cm-re/ részéből vettük a mintákat. A 25-30 μ m-es keresztmetszeteket és hosszmetseteket Leitz Landa típusu fagyasztó mikrotommal készítettük. A mezofillum sejtek méréséhez Zeiss NU-2 fénymikroszkópot használtunk.

A levél keresztmetszeteiken mértük a mezofillum sejtek magasságát /h/, a sejtek szélességét /t/, /vastagságát/. A sejtek szélessége megegyezik a lóbuszok átmérőjével /Parker és Ford, 1982/.

A mezofillum sejteket a következő pontokon mértük:

- 1/ large lateral /L1/,
- 2/ large intermediate /L1/
- 3/ small intermediate /Si/ nyalábok és
- 4/ a köztük lévő bulliform sejtek /BC/ irányában a fonák, ill. a felszín felőli oldalról /4. ábra/.



4. ábra A/ A levél keresztmetszeti sémája és a mezofillum sejtek magasságának, szélességének /a lóbuszok átmérőjének/ mérési helyei, ill. a mérési helyekre jellemző mezofillum sejtformák hosszmetzeti képe /Ll: large laterale; Li: large intermediate; Si: small intermediate nyalábok; Bc: bulliform sejtek/.
- B/ A mezofillum sejt keresztmetszeti /a/ hosszmetzeti /b/ és felülnézeti /c/ sémája /h: a sejtek magassága; /t: a sejtek szélessége

Egy-egy mérőpontban 30-30 sejtet mértünk, így a felszín és fonák felőli oldalról összesen 240 sejtet mértünk meg.

A levél hosszszelvényeken a mezofillum sejtek lóbuszait számoltuk. A sejtek hosszát nem mértük, de ez a lóbuszok átmérőjéből és számából kiszámítható. Az egyik mérés során /válogatás nélkül/ kb. 200 mezofillum sejt lóbuszait számoltuk meg. A másik mérésnél /kb. 40-50 sejt/ különvettük a bulliform sejtek alatti mezofillum sejtek lóbusz számát.

3.23. Az epidermisz SEM és fénymikroszkópos vizsgálata

A zászlós levelek középső részéből 1 cm^2 -es darabokat paraformaldehid-glutáraldehid tartalmu, ún. Karnovsky oldattal /Karnovsky, 1965/ 6 órán át $+4\text{ C}^\circ$ -on fixáltuk, majd 18 órán át foszfátpufferrel /0,1 M pH 7,2/ történt mosás után acetonban lineárisan viztelenítettük és kritikus pont szárítóban /Polaron/ széndioxid atmoszférán szárítottuk.

A szárított mintákat aranyozás után TESLA BS 300 típusu Scanning elektronmikroszkóppal tanulmányoztuk.

A sztóma szám és a zárósejtek hosszának méréséhez a levél középső részéből nyuzatokat készítettünk. Az epidermisz vizsgálatoknál mintánként 50 látómező /N: 10 x 16/ adatainak átlagát értékeltük.

3.24. A levelek relatív vıztartalmának napi alakulása

Virágzás idején a GK Szeged és a Jubilejnaja 50 cv. zászlós és második levelének /10-10 db/ friss tömegét 8 - 13 - 17 órakor a növényről leválasztva analitikai mérlegen lemértük. Ezután a leveleket zárt térben, világos helyen 24 órán át vizen usztattuk.



A 24 óra leteltével a levelekre tapadt vizet leitatva a tömegüket újra lemértük. A 40 C⁰ - on súlyállandóságig szárított levelek szárazanyagmennyiségét tömegméréssel meghatároztuk.

A relativ viztartalmat az

$$RWC = \frac{FM_1 - DM}{FM_2 - DM}$$

képlet alapján számítottuk ki, ahol FM₁: a levél friss tömege, FM₂: a 24 óráig vizen usztatott levél tömege, DM: a levél szárazanyag mennyisége.

Az RWC értékeket százalékos formában /9. ábra/ ábrázoltuk.

3.25. A levelek vízleadási ütemének meghatározása

A GK Szeged és Jubilejnaja 50 fajták virágzása kezdetén a zászlós és második levelek /10-10 db/ friss tömegét analitikai mérlegen lemértük. Majd a leveleket 40 C⁰-ot biztosító termosztátba helyeztük. A vízleadási ütemet az első két óra alatt 15 percenként, majd 6 óra múlva és súlyállandóságnál /24 óra múlva/ a levél tömegének analitikai mérlegen történő meghatározásával vizsgáltuk.

A levelek tömegének időbeli csökkenését százalékos formában ábrázoltuk / 10. ábra/.

3.26. Különböző koncentrációju PEG vizes oldaton úszó levelek viztartalmának meghatározása

Mexal /1974/ alapján a poliethilen-glykol 1;2,5;3,5; 10;25;35 %-os vizes oldatával -0,4; -1,25; -1,75; -2,7; -11,5; -35 bar vízpotenciál értékeket állítottunk be.

Az alacsony PEG koncentrációjú oldatok vizpotenciál értékeit összehasonlítva, a különbségek nem számottevők. Mivel az előkísérletek során a Jubilejnaja 50 levelei ezen alig eltérő vizpotenciál értékekre is érzékenyen reagáltak, célszerűnek tartottuk az alacsony PEG koncentrációjú oldatokban is a kísérletek beállítását.

A búza virágzása kezdetén a zászlós és második levelet a szárról lemetszve /figyelembe véve azt, hogy nagyságuk közel azonos legyen/ friss tömegüket analitikai mérleggel lemértük. Majd Martin /1975/ szerint PEG oldatonként 3-3 zászlós és második levelet 100 ml petricsészébe öntött PEG oldaton usztattuk.

A vizeztartalom alakulását 2 óra alatt 20 percenként, majd 4, 5, 6, 24 óra múlva a levél tömegének analitikai mérleggel való mérésével követtük.

A friss tömegtől való pozitív és negatív eltéréseket százalékos formában ábrázoltuk /11-12. ábra/.

3.27. PEG oldatokkal való öntözés, ill. öntözetlen körülmények hatása a levelek vizeztartalmára

A GK Szeged és Jubilejnaja 50 fajták virágzásának kezdetekor 100-100 növényt 7 napon át szomszajztattunk. A nyolcadik naptól 5 napon át kezelésként 5-5- cserép talajára /4növény/cserép/ naponta 100 ml vizet, 100-100 ml 10; 25; 35 %-os PEG vizes oldatot öntöttünk. 20 növényt a kísérlet ideje alatt tovább szomszajztattunk.

A kezelés után a zászlós és a második levelek tömegét analitikai mérleggel lemértük.

Egységnyi levéltömegre számolva ábráztoltuk a kontroll és a kezelésenkénti levéltömegek eltéréseit százalékban kifejezve /13 . ábra/.

3.28. A levelek sztómányitódásának vizsgálata adaxiális és abaxiális felszinen

A két fajta virágzásakor a növényházból a KTLK klimakamrába helyeztük át a növényeket.

A búzanövények 8-20 óráig 30 W/m^2 fényvel voltak megvilágítva. A kamra hőmérséklete 20 C^0 , a relatív páratartalma 31 % volt.

A sztómavizsgálatokat 4 %-os kolloid oldat segítségével végeztük. A zászlós és második levél adaxiális és abaxiális felszínére ecsettel vittük fel az oldatot. A néhány másodperc múlva lehuzható kolloid filmet /amely tükrözi a mintavétel időpontjában a felszín állapotát/ tárgylemezre helyeztük.

A 6; 6³⁰; 7 és 9 órakor lehuzott filmeket fénymikroszkóp segítségével vizsgáltuk.

Egy-egy időpontban és helyről vett mintánál 100 - 100 db sztómát vizsgáltunk meg. Két sztóma állapotot különböztettünk meg egymástól: zártat és nyitottat/ 14 . ábra/.

3.2.9. A búza levelek és a kalász szén-dioxid fixálásának mérése

A GK Szeged és Jubilejnaja 50 fajták virágzásakor és a virágzás első napjától számított 9. napon /szemtelitődés/ vizsgáltuk a zászlós és második levél, ill. kalász CO_2 felvételét.

A növények virágzása előtti 48 órával a mérésre szánt búza növényeket KTLK-1600 típusu /NDK/ klimakamrában /a mérések helyszíne/ neveltük tovább. A kamra hőmérséklete $20\text{ }^\circ\text{C}$ volt., a biztosított fény intenzitás 30 W/m^2 .

A CO_2 megkötését a következő három külső feltétel mellett mértük:

- a/ Fényindukált sötét fixáció, oxigén és szén-dioxid mentes elővilágítás után;
- b/ A normális CO_2 felvétel /netto fotoszintézis/ mesterséges megvilágítás során;
- c/ Fényindukált sötét szén-dioxid megkötés, aerob és CO_2 -t tartalmazó levegőben, előmegvilágítás után.

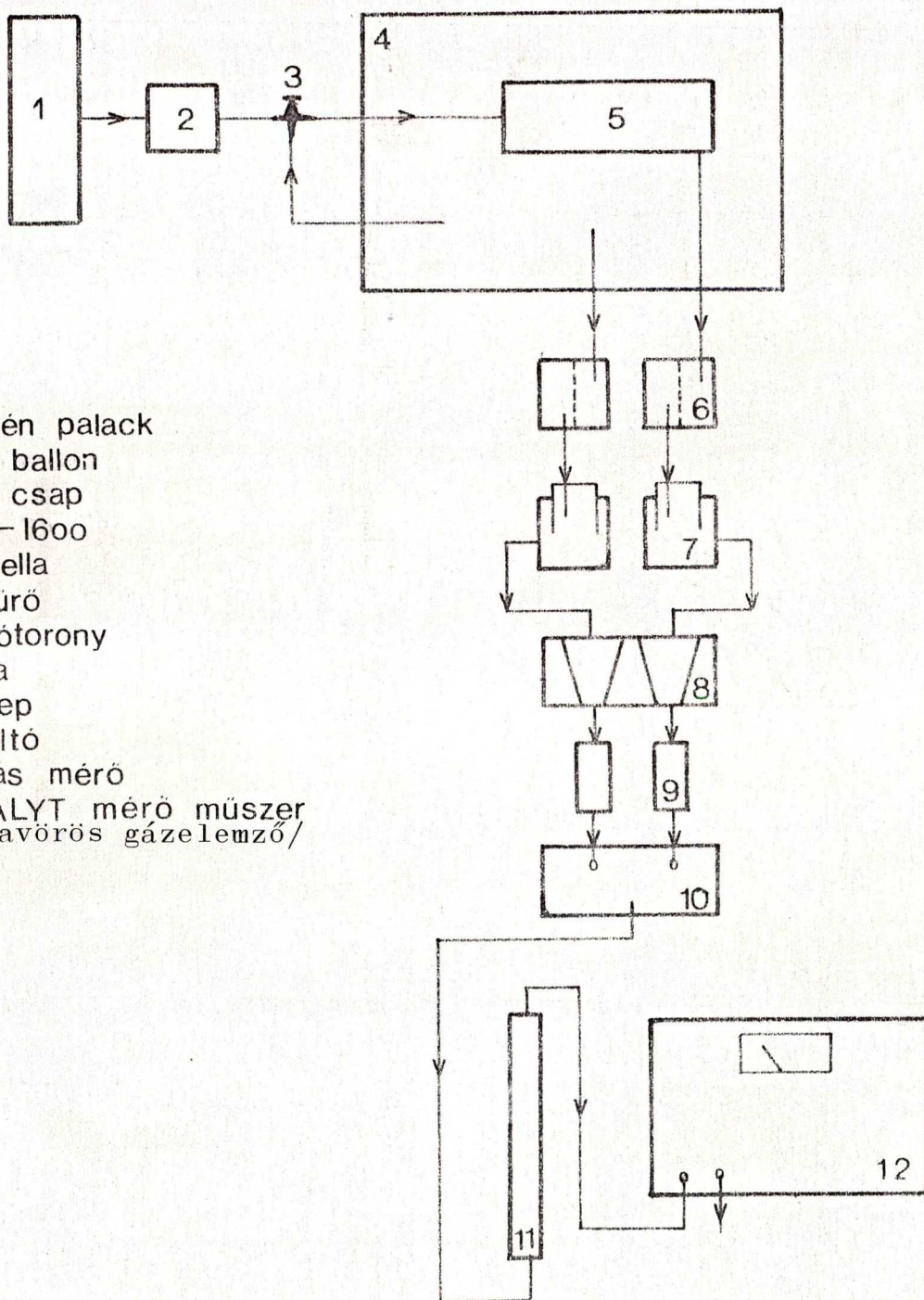
A kísérleti berendezés vázlatát az 5. ábrán mutatjuk be.

A kísérlet menete:

- a mérésre kiválogatott cserepes növényeket KTLK-1600-as klimakamrában $20\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten 15 percig sötétben tartottuk. Ez alatt az idő alatt megmértük a klimakamra belső terének CO_2 koncentrációját. /A kamra levegője lassan cserélődik./
- a mérésre szánt növényi részeket a hermetikusan záródó mérőkamrába helyeztük és tiszta N_2 gázt szivtunk át a mérőkamrán keresztül. A növényeket a szén-

5. ábra

A KISÉRLETI BERENDEZÉS VÁZLATA



- 1. Nitrogén palack
- 2. üveg ballon
- 3. üveg csap
- 4. KTLK - 1600
- 5. mérőcella
- 6. Lapszűrő
- 7. szárítótorny
- 8. pumpa
- 9. túszelep
- 10. gázváltó
- 11. áramlás mérő
- 12. INFRALYT mérő műszer
/infravörös gázelemző/

dioxid és oxigén mentes környezetben 20 percig megvilágítottuk. /A levélkamrában a fényerősség 30 W/m^2 volt/.

- Fényindukált sötét fixációt mértünk CO_2 és O_2 mentes előmegvilágítás után. A növény sötétben van, a mérőkamrán a klimakamra levegőjét szívtuk keresztül és mértük a levegő CO_2 koncentrációjának változását.
- A növényi részeket 30 W/m^2 fényel világítottuk meg és mértük a levegő CO_2 cc.-nak a levelek és a kalász okozta változását.
- Fénnyel való előmegvilágítás után, normál összetételű levegő adagolása mellett sötétben megmértük a levegő CO_2 cc.-nak a levelek, illetve a kalász okozta változását.
- A kísérlet végén megmértük a klimakamra belső terének CO_2 koncentrációját.
- Meghatároztuk a mért növényi **részek** friss tömegét, szárazanyagtartalmát, a levelek felszínének területét.

A növényi részek CO_2 anyagcseréjére vonatkozó értékeket a rate méter által leütött pontok alapján az alábbiak szerint számoltuk ki /forrás: Forschungsinstitut für Getreidebau, Bernburg, 1978/:

$$\text{CO}_2 \text{ mg/h} = \frac{d \quad s \quad f}{1 \ 000 \ 000}$$



d = a kontrollhoz viszonyított eltérés
mg l⁻¹ /ppm/

s = a légáramlás sebesség lh⁻¹

f = faktor a mg l⁻¹-ről mg h⁻¹ - ra történő át-
számításhoz

$$f = \frac{1976,9 \times 273}{273 + t}$$

t = hőmérséklet

A CO₂ mg/h értékeket a levelek és a kalász egységnyi
szárazanyagtartalmára, ill. a levelek egységnyi te-
rületére számoltuk ki /6-7. táblázat/.

4. EREDMÉNYEK ISMERTETÉSE

4.1.1. A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 zászlós és második leveleinek morfológiai jellemzése

Mindkét búza zászlós levele kissé szélesebb, a területe nagyobb, mint a második levélé.

A GK Szeged felső két levelének területe nagyobb a Jubilejnaja 50 két felső levelénél. A két búzafajtánál a zászlós levél hossza a második levélhez viszonyítva ellentétesen változik. A GK Szeged zászlós levele rövidebb, a Jubilejnaja 50-é pedig hosszabb a második levélnél /2. táblázat/.

Nagy különbség figyelhető meg a zászlós és a második levél large és small intermediate nyalábjainak számában és a levél egységnyi felületére jutó hosszában. /2. táblázat/.

A zászlós levélben mindkét búzánál közel 20 db intermediate nyalábbal több van, mint a második levélben /3. ábra/.

2. táblázat. A zászlós és második levél méretei és nyalábjainak száma

| M e g n e v e z é s | GK Szeged | | Jubileinaja 50 | |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | zászlós levél | második levél | zászlós levél | második levél |
| Levél méretei: | | | | |
| Hosszuság /cm/ | 25,1 ₃ ,2 | 27,2 ₂ ,8 | 27,6 ₃ ,4 | 25,8 ₂ ,6 |
| Szélesség /cm/ | 2,1 ₀ ,3 | 1,9 ₀ ,8 | 1,8 ₀ ,2 | 1,7 ₀ ,2 |
| Terület /cm ² / | 44,7 ₅ ,2 | 43,6 ₄ ,6 | 41,7 ₅ ,1 | 35,8 ₃ ,5 |
| Nyaláb típusok: | | | | |
| Ll + Sl száma /db/levél/ | 11 | 10 | 10 | 9 |
| Li + Si száma /db/levél/ | 52 | 32 | 47 | 28 |
| Ll + Sl hossza /cm/cm ² / | 5,23 | 5,26 | 5,55 | 5,29 |
| Li + Si hossza /cm/cm ² / | 24,76 | 16,84 | 26,11 | 16,47 |

Nyaláb típusok: Ll large lateral; Sl small lateral; Li large intermediate;

Si small intermediate.

A mérések 50 szabadföldön nőtt és teljesen kifejlett /virágzó/
növény átlagadatai.

A levél szélesség a legnagyobb szélességet jelenti.

A zászlós levél területe és szélessége erősen negatív, az egy cm-re jutó erek száma pedig pozitív korrelációban van **anetto** fotoszintézis arányával /Austin et al, 1982/. A cm²-re jutó nyaláb hosszúság értéke megegyezik az erek száma/levél szélessége cm-ben /2. táblázat/.

A GK Szeged zászlós levelénél a szélesség, a Jubilejnaja 50 zászlós levelénél pedig a terület nőtt jelentősebben a második levélhez viszonyítva. A fenti változás azonban kismértékű az erek számának növekedéséhez képest.

Jóllehet az egységnyi levélfelület által időegység alatt megkötött CO₂ mennyiség negatív korrelációban van a zászlós levél szélességével /Austin et al., 1982/, de az asszimiláták transzportja szempontjából valószínű, hogy a GK Szeged cv. szélesebb és több eret tartalmazó zászlós levele kedvezőbb, mint a Jubilejnaja 50 cv. keskenyebb levele.

4.12. A zászlós és a második levél vastagságának összehasonlítása

A felső két levél vastagsága nem azonos a lamina teljes szélességében. Más-más értékeket mértünk a különböző nagyságu ereknél, ill. az erek között, s a levél széle felé csökken a vastagság.

A 3. táblázat adataiból látható, hogy mindkét búzánál a zászlós levél a large lateral /L1/, large intermediate /Li/ nyalábok és a közöttük levő bulliform sejtek irányában vastagabb, mint a második levél. A Jubilejnaja 50 cv. zászlós és második levelének vastagságában a small intermediate /Si/ nyaláboknál és a közöttük levő bulliform sejteknél nincs különbség.

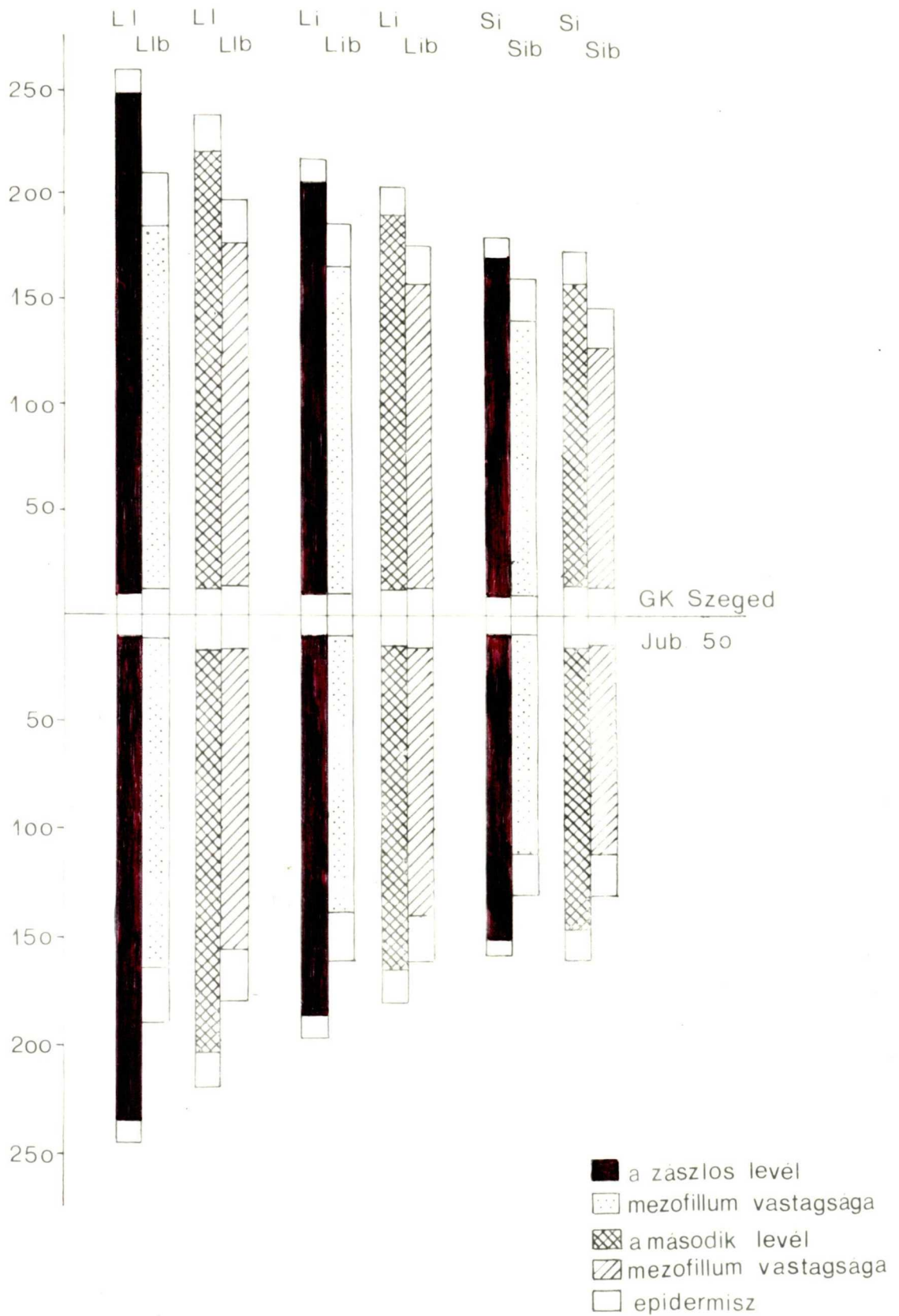
3. táblázat A zászlós és 2. levél vastagsága a Ll, Li, Si nyalábok és a közöttük levő bulliform sejtek /Llb, Lib, Sib/ irányában. /Rövidítéseket ld. a 2. táblázatban/

| Mérési helyek | Levél vastagság | | | |
|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
| | GK Szeged | | Jubilejnaja 50 | |
| | zászlós levél | második levél | zászlós levél | második levél |
| Ll | 260,2 ± 5,8 | 238,8 ± 7,5 | 245,6 ± 0,7 | 220,1 ± 2,4 |
| | *** | | *** | |
| Llb | 209,3 ± 5,2 | 194,7 ± 3,9 | 189,9 ± 0,8 | 178,8 ± 3,9 |
| | *** | | ** | |
| Li | 218,2 ± 3,6 | 207,0 ± 0,3 | 177,1 ± 1,6 | 183,2 ± 7,5 |
| | *** | | *** | |
| Lib | 185,6 ± 2,8 | 175,7 ± 0,8 | 164,5 ± 2,3 | 163,7 ± 4,7 |
| | *** | | NS | |
| Si | 180,4 ± 5,5 | 173,6 ± 1,2 | 161,3 ± 5,5 | 162,9 ± 3,9 |
| | *** | | NS | |
| Sib | 162,9 ± 3,9 | 146,2 ± 4,7 | 131,9 ± 4,7 | 133,1 ± 5,9 |
| | *** | | NS | |

*** : SZD 1 %-os szinten szignifikáns

*** : SZD 0,1 %-os szinten szignifikáns

NS : nem szignifikáns



6. ábra A zászlós és második levél vastagságának változása a különböző nyalábtípusok és a közöttük lévő bulliform sejtek mentén.
 /Rövidítések megegyeznek a 2. táblázatával./



Jelentős különbség a két levél között minden mérési ponton csak a GK Szegednél cv. figyelhető meg. / 6. ábra, 3. táblázat/.

A GK Szeged cv. zászlós levele kifejezetten vastagabb, mint a Jubilejnaja 50 zászlós levele.

A zászlós levél vastagsága szoros korrelációt mutat a nyalábok átmérőjével és területével, illetve a mezofill sejtek méretével /Ledent és Pochet, 1978/. A vizsgált két búza esetében is a zászlós levél nagyobb vastagsága elsősorban az erek nagyobb méretéből eredhet.

4.1.3. A mezofillum sejtek alakja és elrendeződése

A búza levél keresztmetszetén, és a levél felületére merőleges nézetből a felszín és fonák epidermisz alatti mezofillum sejtek nagyon hasonlítanak a tipikus paliszad sejtekhez /I. tábla, 1., 2, 3. kép/.

/Az I., II., III., IV., V. tábla a táblamagyarázattal a 4.1.6. pont után található./

A levél hosszmetszetén azonban látható, hogy a mezofillum sejtek a levélérrel párhuzamos irányban megnyúltak és lóbuszosak /Tuan, 1962; Chonan, 1965; Parker és Ford, 1982/. A levél keresztmetszetén mérhető tehát a mezofillum sejtek magassága és vastagsága /ez megfelel a lóbuszok átmérőjének is/, hosszmetszetén pedig a sejtek hossza és a lóbuszok száma /4. ábra/.

A paliszad szerű lóbuszos mezofillum sejtek alakja, méretei és lóbuszainak száma eltérő az erek melletti és az erek közötti sejteket összehasonlítva. A legtöbb lóbuszú, leghosszabb és legkisebb magasságú mezofillum sejtek határolják a nagyobb nyalábok felett és alatt levő scleranchyma oldalát.

A nyalábhüvelyhez hosszú, sok lobuszú mezofillum sejtek csatlakoznak, amelyek keresztmetszetben sugárirányba rendeződött paliszád sejtekhez hasonlítanak. /I. tábla 2. 3. kép/. A sugaras elrendeződésű mezofillum sejtek szorosán kapcsolódnak, legkevesebb közöttük a levegővel telt intercelluláris tér. Mint ismeretes a mezofillum egységnyi térfogatában legtöbb intercelluláris tér van a sztóma sorok alatt /I. tábla 2. kép/, ahol jellegzetesen asszimmetrikus 2-5 lóbuszú mezofillum sejtek találhatóak /4. ábra/.

A bulliform sejtek alatt a rövidebb, de hosszabb lóbuszú mezofillum sejtek a levél felszínére merőlegesen rendeződnek. A levelek szélét több sejtsoros szklerenchima szegélyezi, mint általában a fűvek levelét /Metcalfé, 1960./.

4.14. A mezofillum sejtek méretei

A levél keresztmetszetén, a fonák, illetve a felszín epidermisz alatt a különböző méretű nyalábok és a köztük levő bulliform sejtek alatt mértük a mezofillum sejtek magasságát és szélességét /4. tábl. . 4. ábra/. A mérési eredményekből látható, hogy a zászlós és zászlós alatti levélben az erek közötti mezofillum sejtek lényegesen magasabbak és szélesebbek /vastagabbak/ mint az erek mellett lévők.

A Jubilejnaja 50 cv. zászlós levelében, a bulliform sejtek alatt lévő mezofillum sejtek magassága csökken, a szélessége /a lóbuszok átmérője/ pedig nő a második levélhez viszonyítva. Ezzel szemben a GK Szeged zászlós levelében az erek közötti mezofillum sejtek magassága alig változik, a szélessége pedig csökken a második levélhez képest.

4. táblázat. A zászlós és zászlós alatti levél mezofillum sejtek méretei

| Megnevezés | Zászlós levél | | Második levél | |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | adaxiális felszín | Abaxiális felszín | Adaxiális felszín | Abaxiális felszín |
| GK Szeged | | | | |
| LL sejt magasság | 25,5 ₊ 4,5 * ₊ | 26,6 ± 4,6 | 28,3 ± 3,6 | 28,1 ± 3,8 |
| Li | 26,6 ± 3,4 | 24,3 ± 3,7 | 26,4 ± 3,6 | 26,4 ± 3,8 |
| Si | 29,4 ± 2,6 | 24,6 ± 3,4 * | 27,2 ± 4,8 | 27,0 ± 7,0 |
| Bc | 45,0 ± 3,0 | 39,2 ± 4,8 | 44,2 ± 5,8 | 41,9 ± 5,9 |
| Ll sejt vastags. | 10,6 ± 3,4 | 10,6 ± 1,4 * | 10,4 ± 1,5 | 11,9 ± 2,0 |
| Li | 9,6 ± 2,4 | 9,6 ± 2,4 | 10,2 ± 3,7 | 10,5 ± 4,8 |
| Si | 9,8 ± 2,2 | 9,0 ± 3,0 * | 9,2 ± 2,7 | 10,5 ± 1,5 |
| Bc | 11,4 ± 2,6 * | 12,2 ± 1,8 | 14,4 ± 3,6 | 13,3 ± 2,7 |
| Jubilejnaja 50 | | | | |
| Ll sejt magasság | 27,7 ± 4,3 * | 27,4 ± 4,5 | 24,3 ± 1,7 | 26,6 ± 4,4 |
| Li | 25,0 ± 3,0 | 26,9 ± 3,1 | 26,2 ± 3,2 | 27,8 ± 2,2 |
| Su | 29,1 ± 5,1 | 26,5 ± 3,5 * | 29,6 ± 2,4 | 29,5 ± 3,5 |
| Bc | 33,8 ± 6,2 * | 31,4 ± 7,4 * | 44,6 ± 3,4 | 37,2 ± 5,8 |
| Ll sejt vastags. | 10,9 ± 1,1 | 10,4 ± 1,5 | 11,0 ± 3,0 | 10,6 ± 1,4 |
| Li | 9,8 ± 2,2 | 10,7 ± 1,3 * | 10,2 ± 1,8 | 9,4 ± 2,6 |
| SSi | 10,6 ± 1,4 | 10,0 ± 2,0 * | 10,6 ± 1,4 | 8,8 ± 1,2 |
| Bc | 14,1 ± 3,9 * | 12,6 ± 3,4 * | 12,2 ± 1,8 | 9,5 ± 1,5 |

A méréseket a levél keresztmetszetén a középtérő /midrib/ a levél széle felé: large lateral /Ll/, larga intermediate /Li/, small intermediate /Si/ nyalábok és a köztük lévő bulliform sejtek /Bc/ irányában a fonák, ill. a felszín epidermisz alatti mezofillum sejteken végeztük. Mértük a sejtek magasságát és vastagságát. /A sejt vastagság vagy szélesség azonos a lobus átmérőjével/
 *: a zászlós és a második levélnél mért érték 5 %-os szinten szignifikáns.

A mezofillum sejtek magasságában /4. Tábl. egyértelműen nem mutatkozik meg az, hogy a zászlós levél vastagabb, mint a második levél /6. ábra/. A GK Szeged és Jubilejnaja 50 zászlós levelének nagyobb vastagsága elsősorban a large lateral és large intermediate nyalábok nagyobb méretéből ered.

Mindkét vizsgált búza cv. zászlós levele abaxialis oldalán, a small intermediate nyalábok alatt és az erek között csökken a mezofillum sejtek magassága /4. Tábl./ a második levélhez képest. Ledent és Pochet /1978/ azon megállapítását, hogy a zászlós levél vastagsága pozitív korrelációt mutat a mezofillum sejtek méretével, nem tartjuk pontosnak, méréseink nem támogatják. Gyenge fényintenzitás hatására csökken a mezofillum sejtek magassága, a hossza pedig nő /Friend és Pomeroy, 1970/.

A zászlós levél fényviszonyai nem rosszabbak, mint a második levélé, de a levél középső része inkább horizontális helyzetű és így az abaxiális oldal árnyékosabb lehet, mint a második levélé, amely jobban lehajlik. A Jubilejnaja 50 zászlós levél adaxiális oldalán, a bulliform sejtek alatt levő mezofillum sejtek magassága is jelentősen csökken a második levélhez képest /4. táblázat/ és ezt az eredményt a fényintenzitás változásával nem tudjuk értelmezni.

4.15. A lóbuszok sejtenkénti száma

A sejtenkénti lóbusz-szám gyakoriságának százalékos megoszlását a levél hosszmetseteken két módon tanulmányoztuk. Az egyik esetben a hosszmetseteken válogatás nélkül 200 db mezofillum sejtnél a lóbuszait szá-

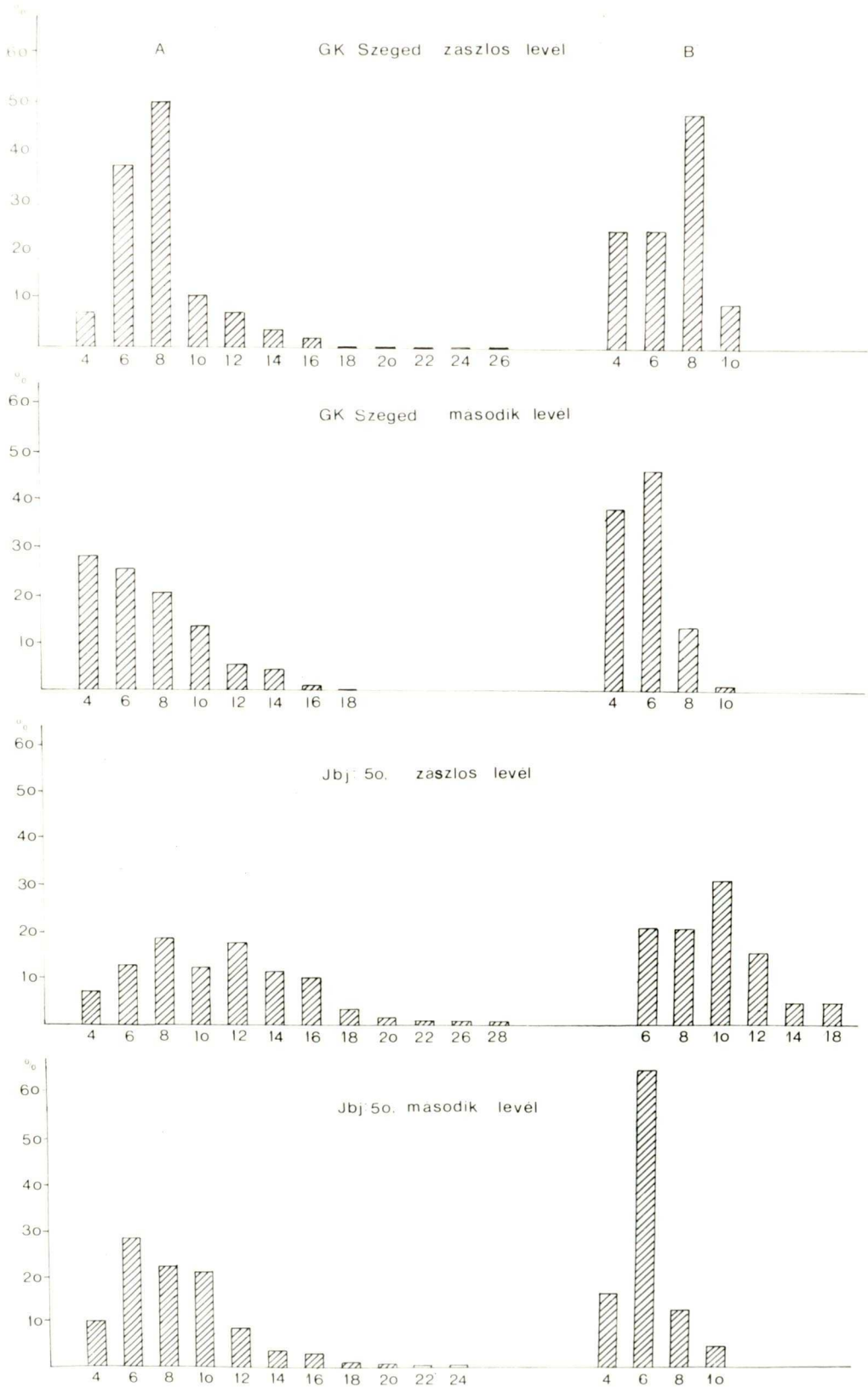
moltuk meg / 7. ábra A oszlop-sor/. A másik "véletlen mintákban" csak a bulliform sejtek alatti mezofillum sejtek /kb. 40 sejt/ lóbuszait számoltuk meg / 7. ábra B oszlop-sor/.

A két búzánál egységes sajátságként nyilvánul meg, hogy a zászlós levélben a több lóbuszú mezofillum sejtek gyakoribbak, mint a második levélben /7. ábra/. Például a GK cv. Szeged zászlós levelében a bulliform sejtek alatti 8 lóbuszú mezofillum sejtek 45 % - os, a második levélben pedig 13 % - os gyakorisággal fordulnak elő. A Jubilejnaja 50 zászlós és zászlós alatti levelében ez a lóbuszszámbeli különbség még fokozódik. /7. ábra/.

Kérdés, hogy a zászlós levél sejtenkénti lóbusz-szám növekedése milyen anatómiai sajátságokkal kapcsolatos?

Az ismert, hogy a búza felső leveleiben a mezofillum sejtek nagyobbak és több lóbuszúak, mint az alsókban. /Chonan, 1965/. Véleményünk szerint a zászlós levél mezofillum sejtjei nem általában nagyobbak, hanem csak hosszabbak, mint a zászlós alatti levélé. A hexaploid T. aestivum cv. Professeur Marchal zászlós levél mezofillum sejtjei kétszer olyan hosszúak és dupla lóbusz számúak, mint a diploid T. urartu mezofillum sejtjei /Parker és Ford, 1982./. A fényintenzitás csökkenésének hatására egyaránt nőtt a mezofillum sejtek hossza és a lóbuszok száma /Friend és Pomeroy, 1970./.

Vizsgálataink szerint a zászlós levél /a második levélhez viszonyított/ lóbusz-szám növekedésének egyik fő oka lehet a mezofillum sejtek erősebb megnyulása és a sejtek magasságának csökkenése.



7. ábra. A mezofillum sejtek lóbuszának %-os megoszlása a GK Szeged és Jubilejnaja 50 zászlós és második levelében. Véletlenszerű /válogatás nélküli/ megoszlás az egész levél /A/ és csak a bulliform sejtek alatti /B/ levélrész mezofillumából.

A zászlós levélben a sok lóbuszú mezofillum sejtek nagyobb gyakoriságának másik oka valószínűleg az, hogy a zászlós levélben jelentősen nagyobb az erek denzitása, mint a második levélben. Ezért a zászlós levélben az erek mentén sugarasan elhelyezkedő, hosszú sok lóbuszú mezofillum sejtek nagyobb, az erek között levő rövidebb, kevesebb lóbuszú mezofillum sejtek pedig kisebb százalékban találhatók a mezofillumban, mint a második levélben.

A sejtenkénti lóbusz-szám százalékos megoszlásában a két búza fajta között határozott különbség van. A Jubilejnaja 50 cv. mindkét levelében a sok lóbuszú mezofillum sejtek gyakoribbak, mint a GK Szeged cv. leveleiben. Például a bulliform sejtek alatt a tiz vagy ennél több lóbuszú mezofillum sejtek a Jubilejnaja 50 cv. zászlós levelében 58, a GK Szeged cv. zászlós levelében pedig 7 százalékos gyakorisággal fordulnak elő.

4.16. A zászlós levél adaxiális és abaxiális felszínének összehasonlítása

A két felszín alapvetően különbözik egymástól, a sejtek típusában, méretében, elrendeződésében, sztóma- és trichómaszámban a kovasejtek az epikutikuláris viasztük sűrűségében /5. táblázat/.

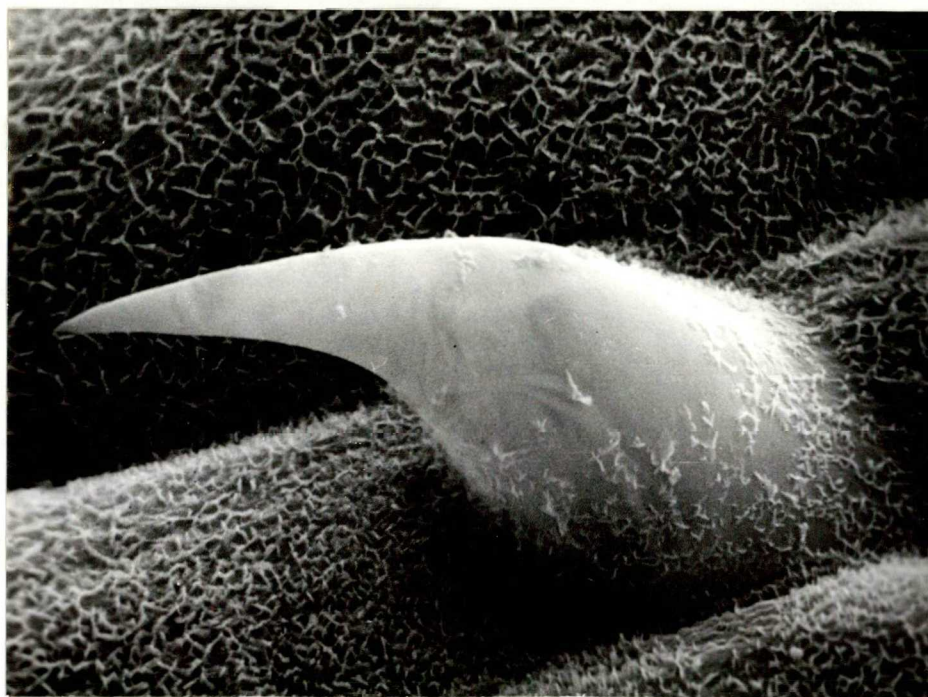
Az adaxiális felszín jellegét két sejttípus határozza meg: az ereket borító, a nagyobb erek felett kiemelkedő kosztális, ill. az interkosztális mező epidermisz sejtjei és a bulliform sejtek pásztái / I. tábla 2. kép; II. tábla 1. kép; III. és IV. tábla 2. kép/.

5. táblázat A zárósejtek méretének, sztóma- és trichomaszámának változása

| Megnevezés | GK Szeged zászlós levél | | Jubilejnaja 50 zászlós levél | |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| | Adaxiális felszín | Abaxiális felszín | Adaxiális felszín | Abaxiális felszín |
| Kondicionált klímában | | | | |
| sztóma zárósejt | | | | |
| hossza | 60 | *** | 55 | 61 |
| sztóma szám/cm ² | 4696 | *** | 4102 | *** 3016 |
| trichoma szám/cm ² | 3440 | | 1452 | 3482 1581 |
| Szántóföldön | | | | |
| sztóma zárósejt | | | | |
| hossza | 60 | *** | 55 | *** 55 |
| sztóma szám/cm ² | 6289 | *** | 4309 | *** 5141 3756 |

***: SzD 0,1 %-os szinten szignifikáns

A nagyobb erekhez kapcsolódó szklerenchima sejtek felett keskenyebb epidermisz sejtek húzódnak, mint a kis erek és az erek közötti mezofillum sejtek felett. A sztómák is - az erek között - hosszanti sorokba rendeződtek. Sztómamentesek a bulliform és a szklerenchimát borító epidermisz sejtsorok /II. tábla, 1., 3. kép/. A nagyobb erek az adaxiális felszínen kidomborodnak, emiatt a felület enyhén hullámos /I. tábla, 2. kép; II. tábla 1, 3. kép/. Az epidermisz sejtek között szórtan kovasejtek és oldalra hajló tühegyes trichomák vannak /8. ábra, II. tábla 1. kép, III., IV. tábla 1, 2. kép/. A sejtek felületén hosszanti kutikulacsikoltság és tömötten elhelyezkedő epikutikuláris viasztük láthatók /Iv. tábla 2. kép, 8. ábra/.



8. ábra. GK Szeged adaxiális felszín: viasztük, egysejtű trichoma N : ~ 2500 x

Az abaxiális felszint a nagyobb erek feletti keskenyebb, hosszabb és a mezofillum sejtek feletti szélesebb epidermisz sejtekből álló pászták váltakozása jellemzi. /II. tábla 2. kép/. Meghatározó szerepe a különböző típusú ereknek van, ahogy ez általában a pázsitfűvek epidermiszére jellemző /Metcalfé, 1960; Esau 1969; S.Wolcsánszky, E, 1972/. A főér erőteljesen, a nagyobb erek alig domborodnak ki, így ez a felszín az adaxiális oldalhoz viszonyítva csaknem sík /I. tábla 2. kép, II. tábla 2. kép/.

Az abaxiális felszín trichomái tompa kúposak, a nagyobb erek felett található, legsűrűbben a főeret borítják. Jellemző a kovasejtek nagyobb sűrűsége /II. tábla 2. kép/, valamint a gyér epikutikuláris viaszborítás /V. tábla 1. kép/. Sztómaentes a szklerenchima feletti epidermisz, amely NU - 2-es fénymikroszkópos képen jól látható /V. tábla 2. kép/. Sztómáik mindkét felszínen kissé besüllyedtek.

A szabadföldön és klimaházban nevelt növények között sztómaszámban nagy különbséget találtunk mindkét fajtánál. A szabadföldön nőtt növények sztómaszáma lényegesen nagyobb, pl. az adaxiális felszíneken több, mint 25 %-kal.

Sztómaszámban a két felszín között is mind a klimaházi, mind a szabadföldi eredmények alapján 0,1 %-os SzD szinten kaptunk különbséget. Mindkét búzánál az abaxiális felszín sztómaszáma kevesebb: a GK Szegednél 86 %-a /klimaházi/, illetve 76 %-a /szabadföldi/ az adaxiális oldalénak. A Jubilejnaja 50-nél 75 %-a /klimaházi/, illetve 73 %-a /szabadföldi/.

Austin et al. /1981/ 15 búza genotípusra átlagértékekben szintén nagyobb sztómaszámot kapott az adaxiális felszineken.

A sztómák gyakorisága a Triticum fajok és fajták levél felszínén mindig nagyobb, mint a fonákon /Teare et al. 1971/. Mindkét felszín sztómaszáma alapján ugyancsak szignifikáns különbség van a két fajta között is. A GK Szeged zászlós levél sztómaszáma mind a két felszínen nagyobb /5. táblázat/.

A Triticum és Aegilops fajok zászlós levelén a sztómagyakoriság pozitív korrelációban van a fotoszintézis maximális arányával /Austin et al. 1982/. A GK Szeged nagyobb sztómaszáma alapján is várható, hogy a zászlós levél egységnyi felületre vonatkoztatva több széndioxidot köt meg, mint a Jubilejnaja 50 zászlós levele.

A két felszín közötti különbség trichomaszámban nagyobb. Az abaxiális felszín trichomaszáma csupán 42 %-a /GK Szeged klimaházi/, ill. 45 %-a /Jubilejnaja 50 klimaházi/ az adaxiális oldalának /5. táblázat/.

A zárósejtek méretét a két zárósejt hossza alapján hasonlítottuk össze, ui. együttes szélességük nagymértékben függ a sztóma nyitottsági fokától. Az adaxiális oldalon nagyobb sztóma sűrűség mellett nagyobb a zárósejtek átlagos hossza is, a GK Szeged cv. zászlós levelén /5. tábla/.

Nagy különbség figyelhető meg az epicuticularis viasz mennyiségében a két felszín között. Mindkét búza zászlós levelének adaxiális felszín a trichomák ki-

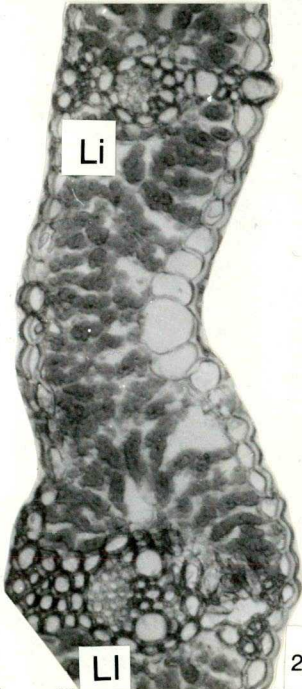
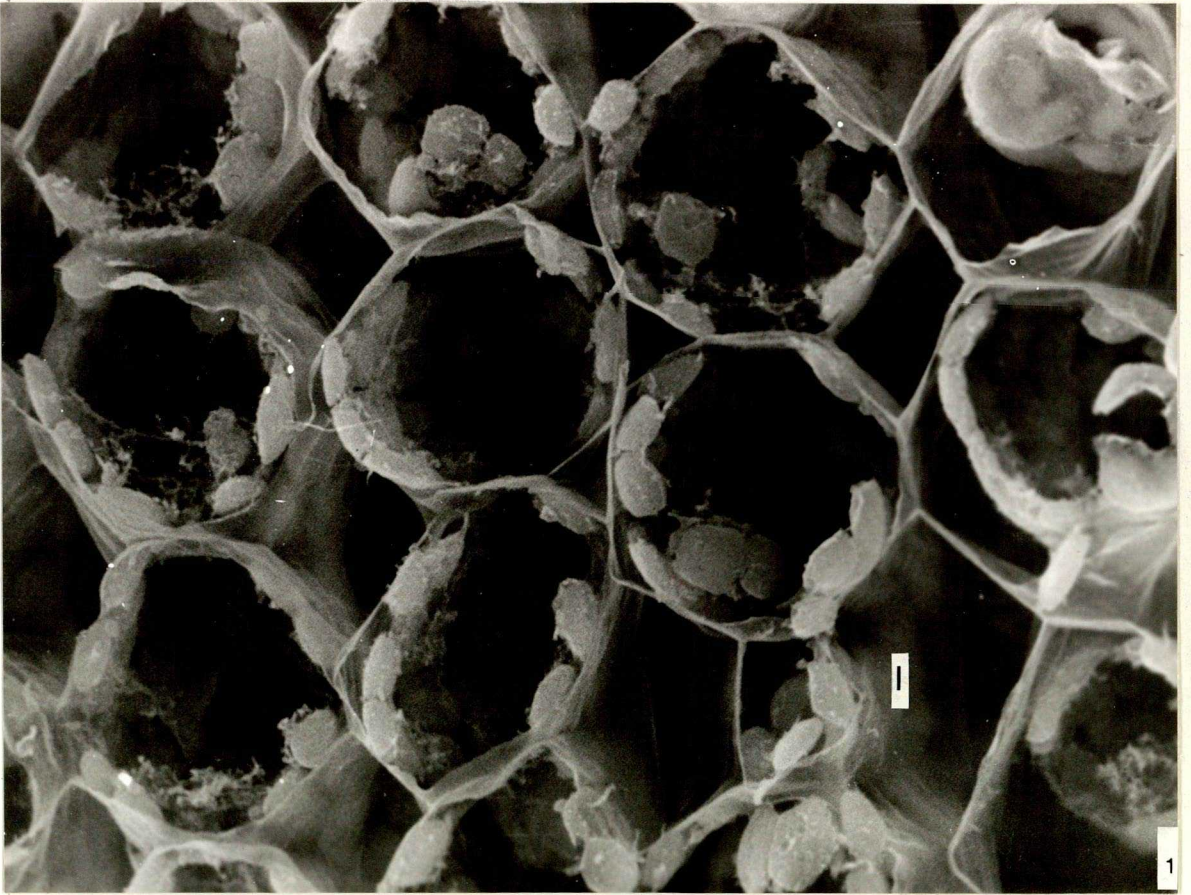


emelkedő részeit, a légrés körüli kutikulalécet kivéve viasztükkel sűrűn borított /III., IV. tábla 1. kép/. A GK Szeged adaxiális felszínén a viaszpálciák sűrűsége nagyobb, mint a Jubilejnaja 50-én. Az abaxiális oldalon ezzel szemben gyéren láthatók a viasztük /V. tábla 1. kép/. Az adaxiális felszínen a viaszborítás nem egyenletes, kifejezettebben a Jubilejnaja 50 adaxiális felszínén kisebb-nagyobb tarfoltok is megfigyelhetők /III., IV. tábla 1. kép/.

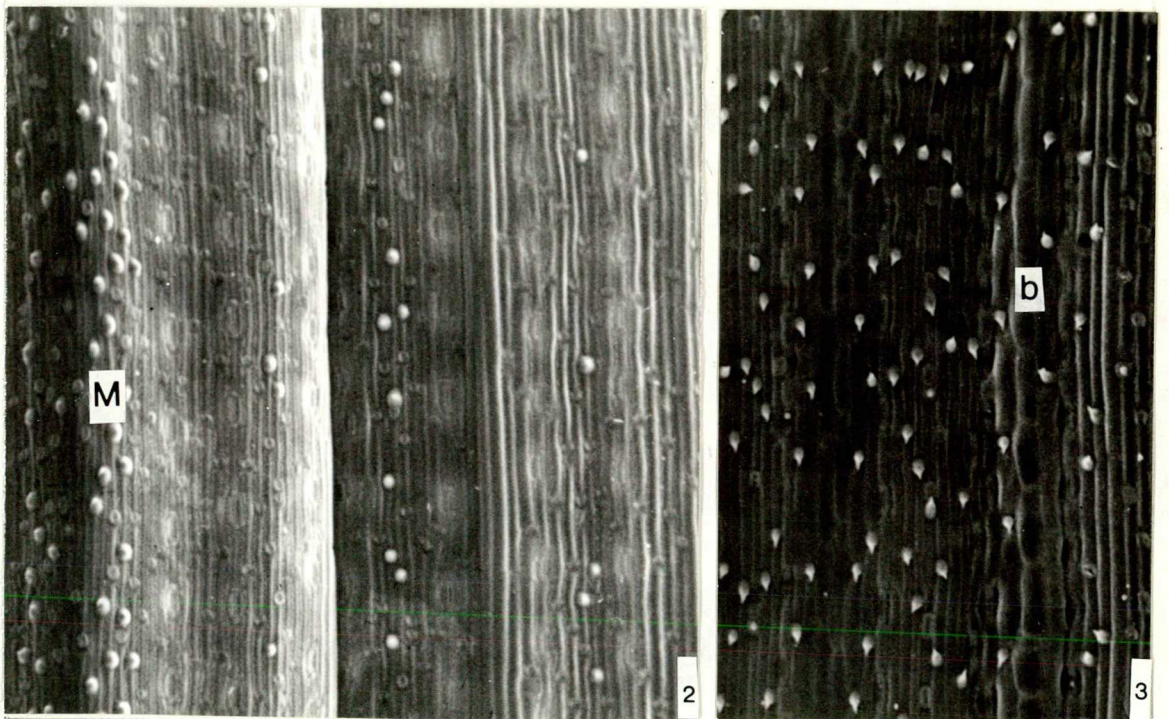
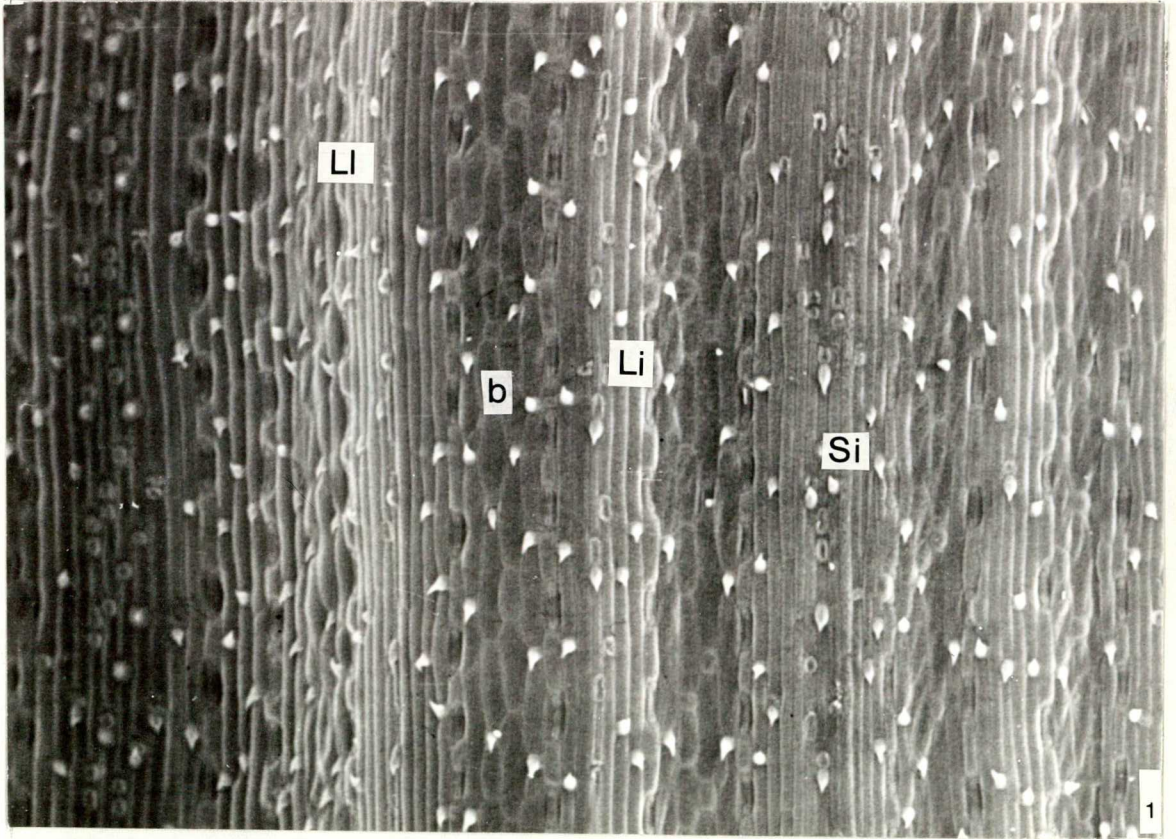
A felszíni viaszbevonat és a tarfoltok arányának - kurokocaleveleken végzett vizsgálatok alapján - Görög et al. /1981./ szerint meghatározó szerepe lehet a herbicidek és egyéb anyagok felszínen keresztüli áthatolásában.

I - V. tábla, táblamagyarázat

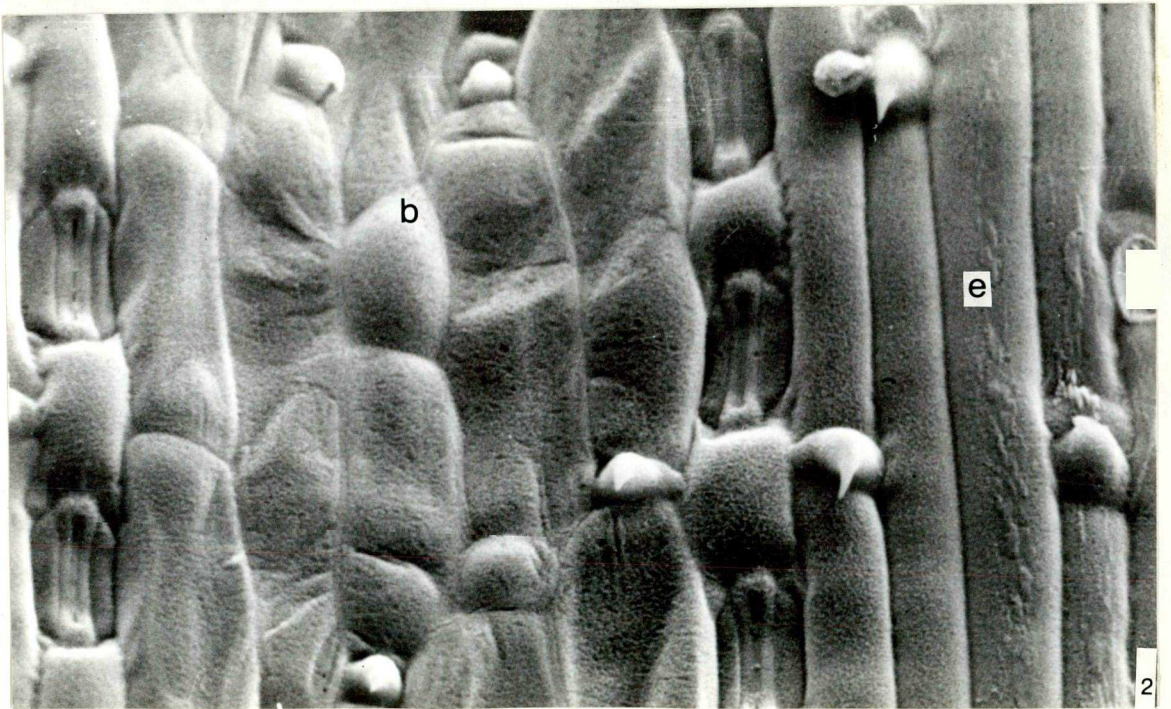
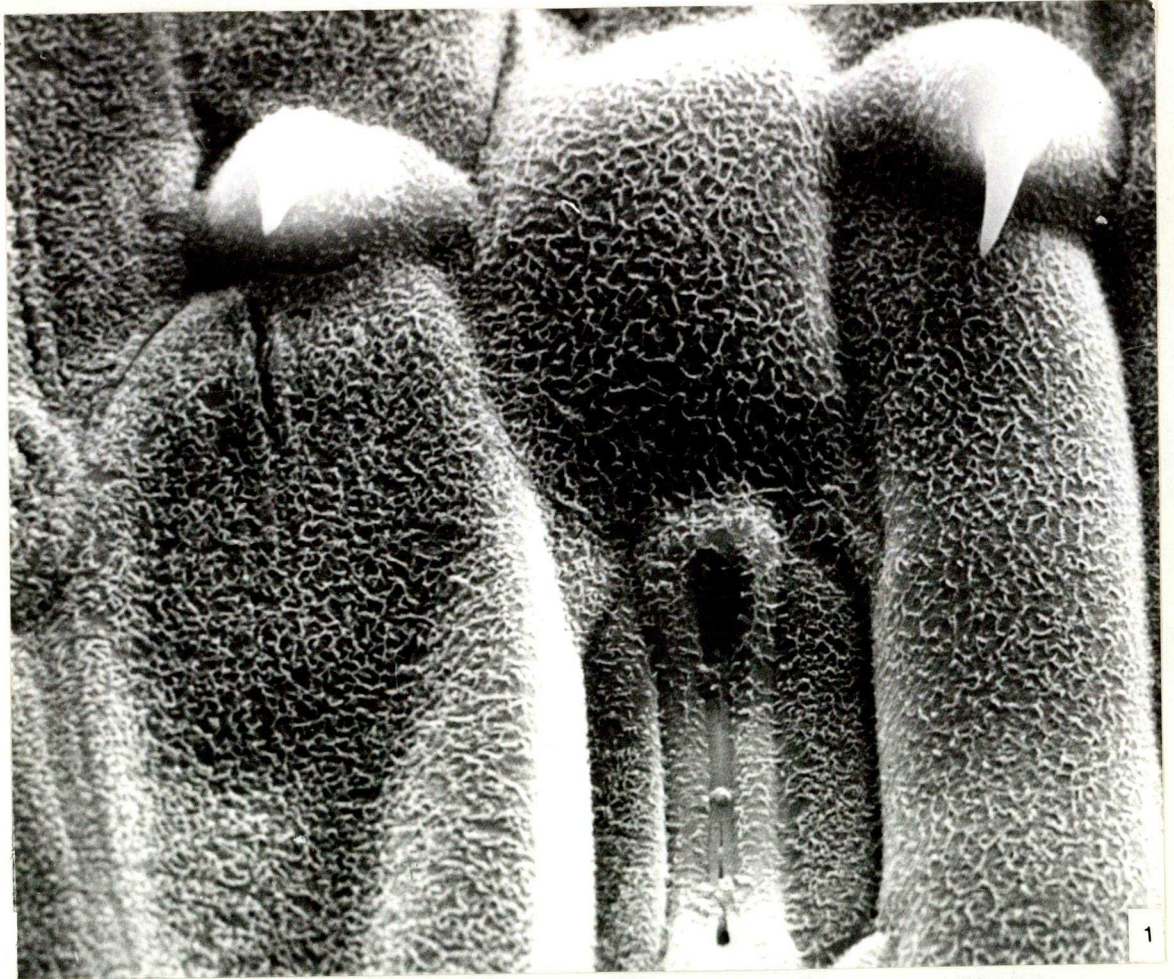
I. tábla



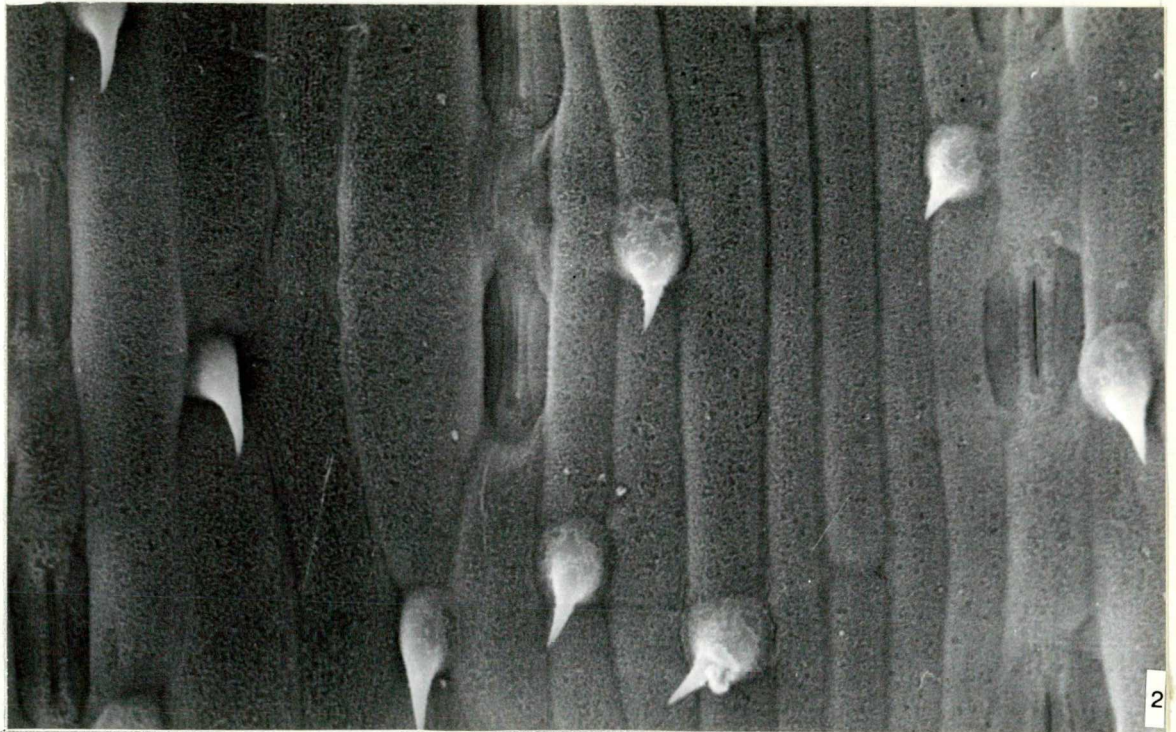
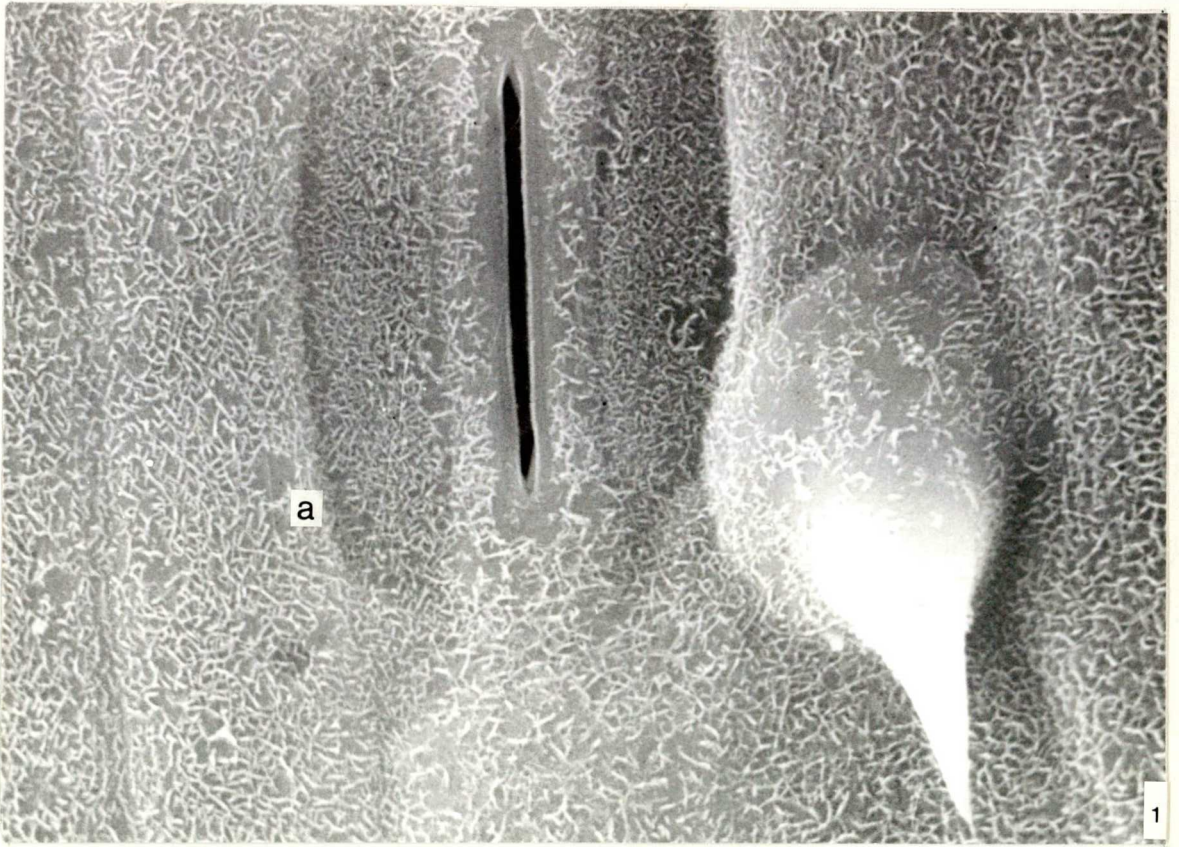
II. tábla



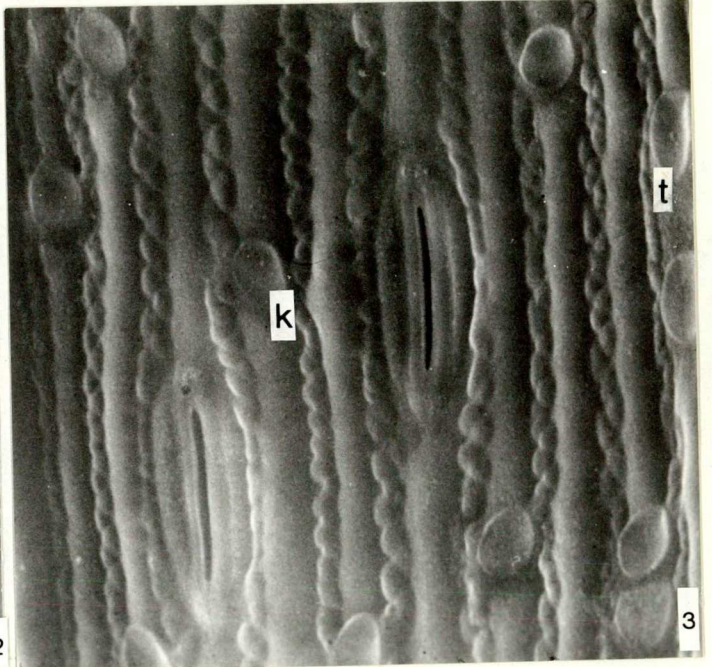
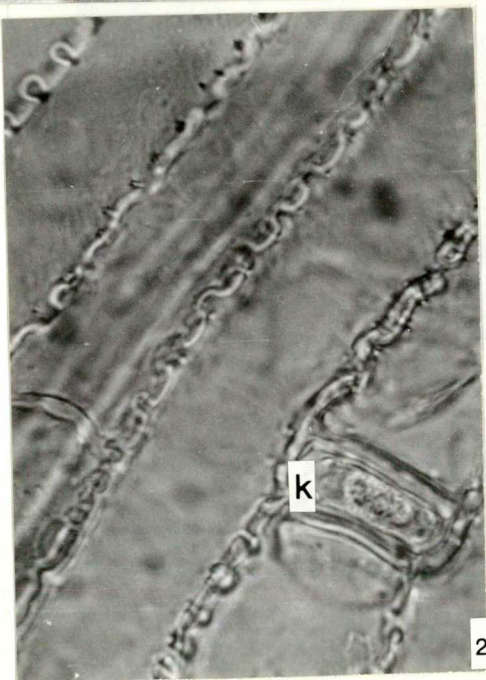
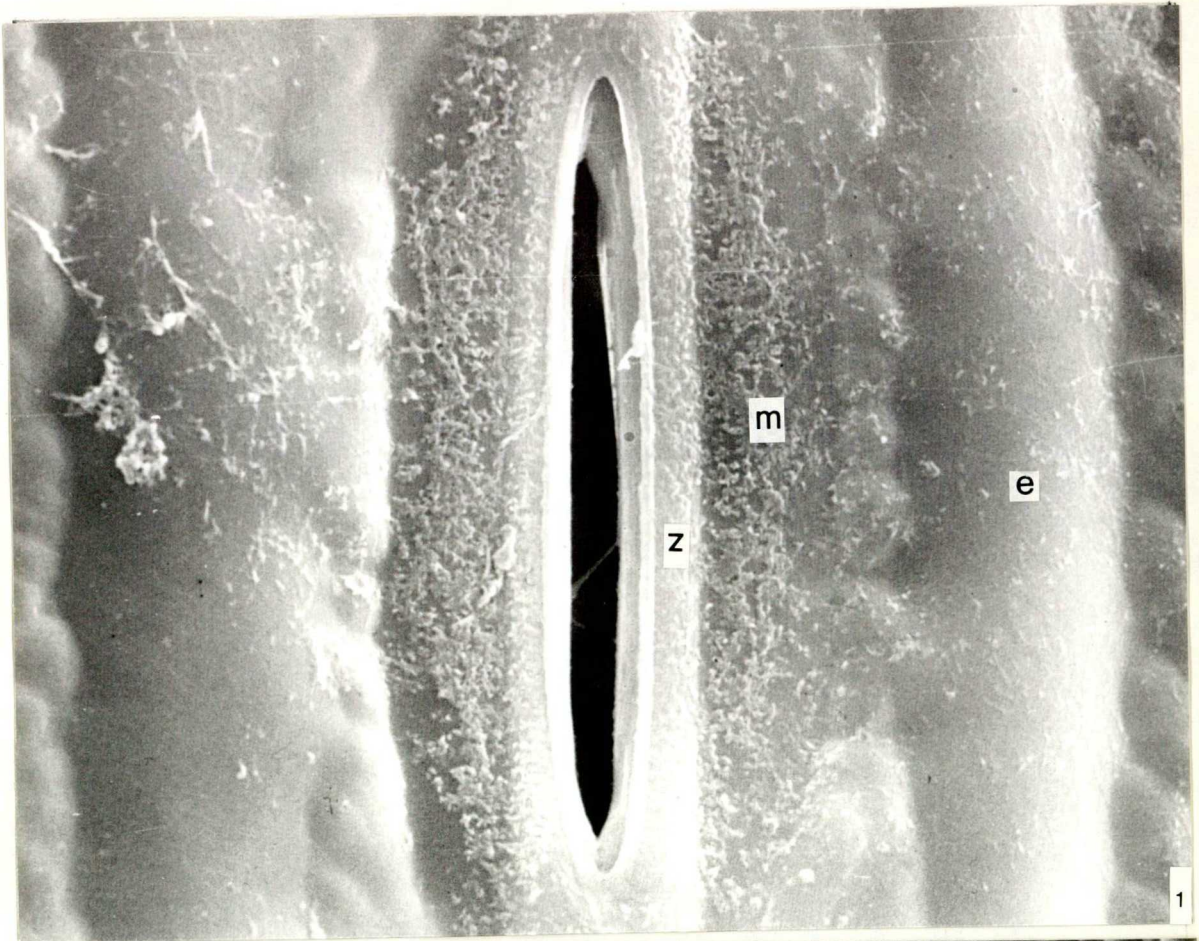
III. tibia



IV. tábla



V. tábla



Táblamagyarázat

I. tábla. A mezofillum sejtek formája:

1. kép. Chloroplasztiszokkal telt mezofillum sejtek lóbuszainak /1/ SEM képe a közrezárt intercellulárisokkal, az abaxiális felszínre merőleges nézetből.

/GK Szeged zászlós levél, N: \sim 1250 x/

2-3. kép. Jubilejnaja 50 zászlós /3. kép, N:640x/ és zászlós alatti /2. kép, N:200x/ levélkeresztmetszet fénymikroszkópos képén a large laterale /L_l/, large intermediate /L_i/, és Small intermediate /S_i/ nyalábok, sugár /r/- és bulliform alatti /b/ mezofillum sejtek.

II. tábla. A zászlós levél ad- és abaxiális bőrszövetét alkotó sejttípusok elrendeződésének SEM képe: GK Szeged adaxiális /1. kép/ és abaxiális /2. kép/ Jubilejnaja 50 adaxiális /3. kép/ felülete /N: \sim 50 x/

L_l = large laterale, L_i = Large intermediate, S_i = Small intermediate nyalábok, b = bulliform sejtek, M = főér.

III. tábla A GK Szeged zászlós levél adaxiális oldalán az epikutikuláris viaszpálcikák /1. kép, N: \sim 1050 x/ és a bulliform /b/, ill. epidermisz sejtek /e/ alkotta pászták SEM képe /2. kép N 100 x/

IV. tábla Jubilejnaja 50 zászlós levél adaxiális felszín:

1. kép. Kisebb-nagyobb "tarfoltok" /a/ az epikutikuláris viaszpálcikák között /SEM, N: \sim 1250 x/.

2. kép. Hosszirányba futó kutikula csikok /ér felett//b/ és a "tarfoltok" az epidermisz sejtek külső tangenciális falán /N: ~ 300 x/.

V. tábla 1. kép. Gyér viaszborítás a GK Szeged zászlós levél abaxiális felszínén /SEM, N: ~ 1250x/ z = zárósejt, m = melléksejt, e = epidermisz sejt.

2. kép. Az abaxiális felszín sztómamentes szlerenchima /s/ feletti keskeny epidermisz sejtjeinek fénymikroszkópos képe.

/GK Szeged zászlós alatti levél, N: 300 x/
k = kovasejt

3. kép. A sztómamentes trichomákkal /t/, kovasejtekkel /k/ sűrűbben borított és a sztómásoros, széles epidermisz sejtek pásztáinak SEM képe /N: ~ 300 x/.

4.1.7. Összefoglalás

Két őszi búza: T. aestivum cv. GK Szeged és cv. Jubilejnaja 50 zászlós és zászlós alatti levelének anatómiai szerkezetét vizsgáltuk fény- és Scanning E. mikroszkóppal. A növények egy részét üvegházban neveltük, a vizsgált növények másik része szántóföldön nőtt.

Mindkét búza cv, zászlós levele kissé vastagabb, szélesebb, területe nagyobb, és kb. 20 large és small intermediate nyalábbal több van benne, mint a második levélben. A GK Szeged zászlós levelének a szélessége és vastagsága, a Jubilejnaja 50 zászlós levelének pedig a hossza és területe jelentősen nagyobb a második levélhez viszonyítva.

A GK Szeged és Jubilejnaja 50 cv-ok zászlós levelének abaxiális oldalán a small intermediate nyalábok felett és az erek között kisebb a mezofillum sejtek magassága, mint a második levélben.

A bulliform sejtek alatt lévő mezofillum sejtek magassága a zászlós levélben a Jubilejnaja 50-é csökken, a GK Szeged-nél alig változik a második levélhez képest.

A két búzánál egységes sajátágként a zászlós levélben a több lóbuszú sejtek gyakoribbak, mint a második levélben. A Jubilejnaja 50 mindkét levelében a sok lóbuszú mezofillum sejtek nagyobb százalékban fordulnak elő, mint a GK Szeged leveleiben.

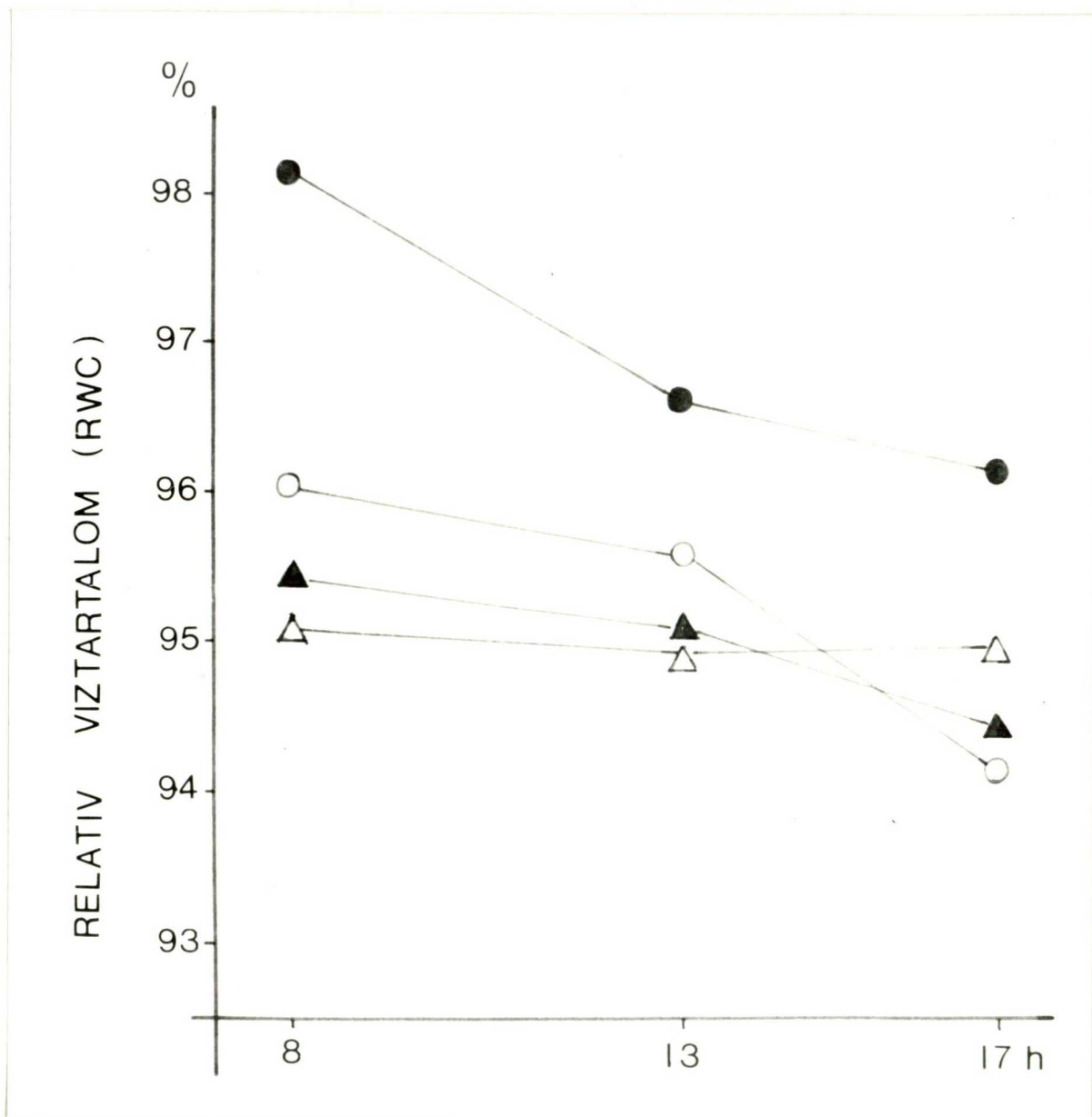
Mindkét fajta zászlós levelének adaxiális oldalán jelentősen nagyobb a sztóma-, a trichomaszám és erőteljesebb az epikutikuláris viaszborítás, mint az abaxiális felszínen.

A mezofillum sejtek lóbuszos szerkezetének változása és előző munkáink alapján feltételezzük, hogy a zászlós levél kloroplasztiszokban a ciklikus per lineáris elektron transzport aránya magasabb, mint a második levél kloroplasztiszaiban.

4.2.1. A levelek relatív víztartalma és napi változása

A vizsgált fajták zászlós és második levelének relatív víztartalmát /RWC/ és annak napi változását a 9. ábrán, 1. melléklet mutatjuk be.

/Az 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. melléklet a 4.2.4. fejezet után található meg./



9. ábra. A GK Szeged, Jubilejnaja 50 zászlós és második levél relatív víztartalmának napi alakulása.
○ Jubilejnaja 50 zászlós levél, △ GK Szeged zászlós levél, ● Jubilejnaja 50 második levél, ▲ GK Szeged második levél.

A két fajtánál mért RWC-értékeket összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a nap folyamán a Jubilejnaja 50. mindkét levelének relatív viztartalma magasabb a GK Szegednél mért értékeknél. Ez alól csak a Jubilejnaja 50 zászlós levelének 17 óránál mért RWC-értéke kivétel.

A két fajta zászlós levelének relatív viztartalma és napi változása között különbséget találtunk. A Jubilejnaja 50 levelének RWC értéke reggel 8 órakor 1 %-kal volt magasabb a GK Szegednél, 13 órakor ez a különbség kétharmadára csökkent. Délután, a 17 órai mérésnél már a GK Szeged zászlós levelének volt nagyobb a relatív viztartalma, közel 1 %-kal. A nap folyamán erőteljesebb RWC csökkenés a Jubilejnaja 50 fajta zászlós levelénél tapasztalható, ami döntően a délutáni órákban játszódik le.

A mindkét fajta második levelének relatív viztartalma meghaladja a zászlós leveleknél mért értékeket. Különösen a Jubilejnaja 50 második levelének RWC értéke magas, hisz reggel 8 órakor a két fajta levelének relatív viztartalma között kb. 2 %-nyi különbséget mértünk. A napi RWC csökkenés a GK Szegednél 1 %, a Jubilejnaja 50-nél 2 % volt. A Jubilejnaja 50-nél a délelőtt során egy 1,5 %-os, a délutáni órákban egy 0,5 %-nyi RWC csökkenés volt jellemző. A GK Szegednél a nap folyamán egyenletesebb, szinte lineáris relatív viztartalom csökkenés volt tapasztalható.

4.2.2. A szárról leválasztott levelek vízleadási üteme

40 C⁰ hőmérsékleten

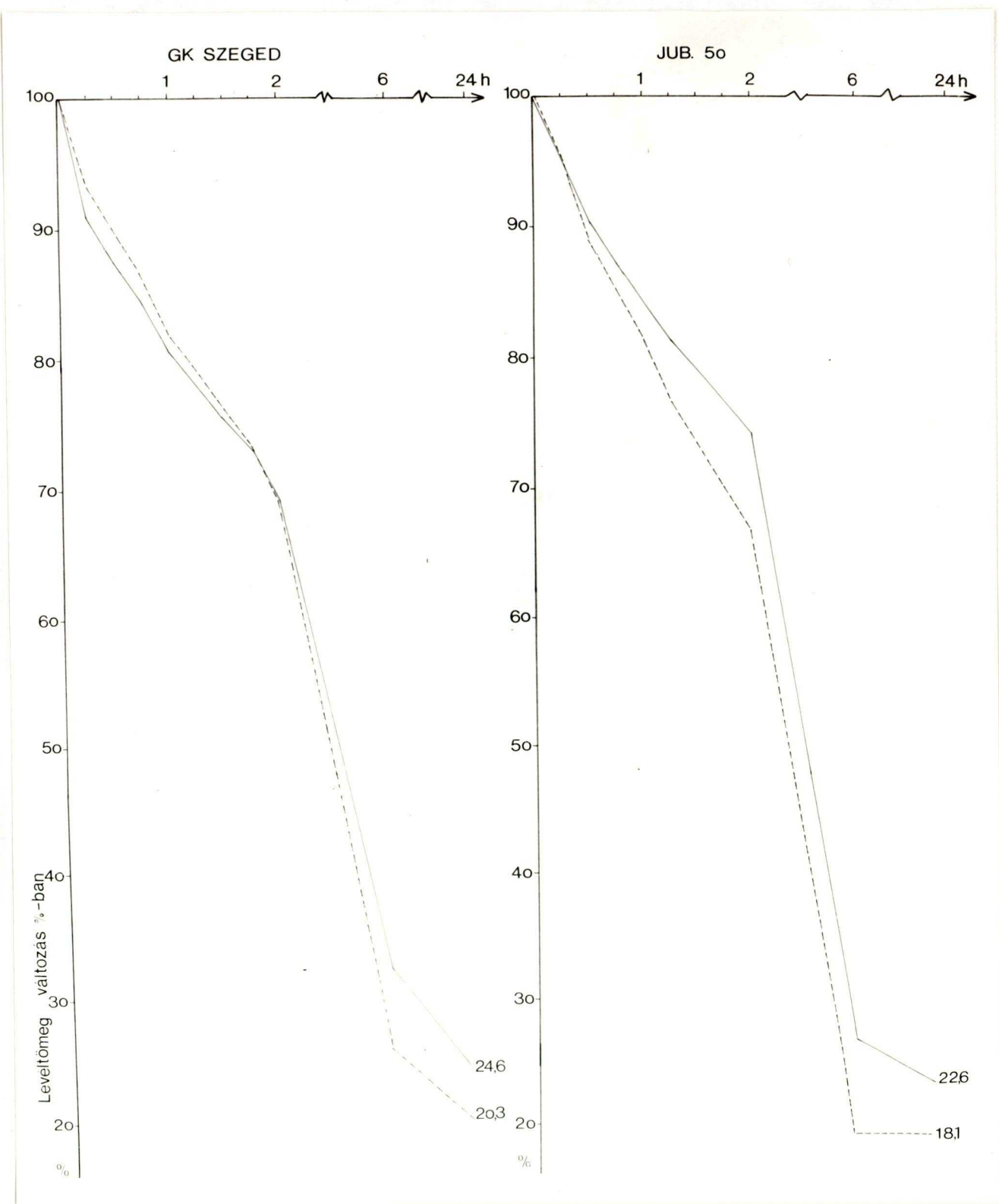
A zászlós és második levél tömegének időbeli alakulását a 10. ábrán tanulmányozhatjuk. A két fajta vizsgált leveleinek vízvesztése egymáshoz hasonló, de egyben különböző lefutású görbét mutat.

A GK Szeged zászlós és második levelének vízvesztését összehasonlítva az első két órában a zászlós levél több vizet adott le, majd 2 óra után a tendencia változik és súlyállandóságig a második levél adja le a nagyobb vízmennyiséget.

Ha ugyanezt az összehasonlítást a Jubilejnaja 50-nél is elvégezzük, azt tapasztaljuk, hogy az első 15 percben a zászlós levél kissé több vizet veszít, de azután súlyállandóságig a második levél vízleadása határozottan élénkebb ütemű /2. melléklet/.

A két fajta zászlós levelének vízvesztését összehasonlítva az első két órában a GK Szeged nagyobb mennyiségű vizet veszít, de az elkövetkezendő 4 óra során a Jubilejnaja 50 vízvesztése már erősebb tendenciát mutat. 6 és 24 óra között a GK Szeged zászlós levelének vízleadási üteme az erőteljesebb. A 24. óra végén összességében a GK Szeged kevesebb vizet veszített, mint a Jubilejnaja 50.

A két fajta második levelének vízleadásánál azt tapasztaljuk, hogy a Jubilejnaja 50 levele jóval erőteljesebb vízleadást mutat, s már az első 6 órában szinte elveszti az össz leadható vizét. A GK Szegednél a vízleadás üteme lassabb, 6-24 óra között még tömegének 6 %-át ezen periódus alatt veszítette el.



10. ábra A szárról leválasztott GK Szeged és Jubilejnaja 50 levéllemezek vízleadási üteme 40 C⁰ hőmérsékleten.

———— zászlós levél;----- második levél

Az ábráról leolvasható az is, hogy a GK Szeged zászlós és második levelének száraz tömege a Jubilejnaja 50 fajtáéhoz viszonyítva kissé nagyobb. A GK Szeged zászlós és második levelének száraz tömege a friss tömeg 24,6, illetve 20,3 %-a, a Jubilejnaja 50-nél ezen értékek 22,6 % és 18,1 %.

4.2.3. Különböző koncentrációju PEG vizes oldaton uszó zászlós és második levelek viztartalmának alakulása

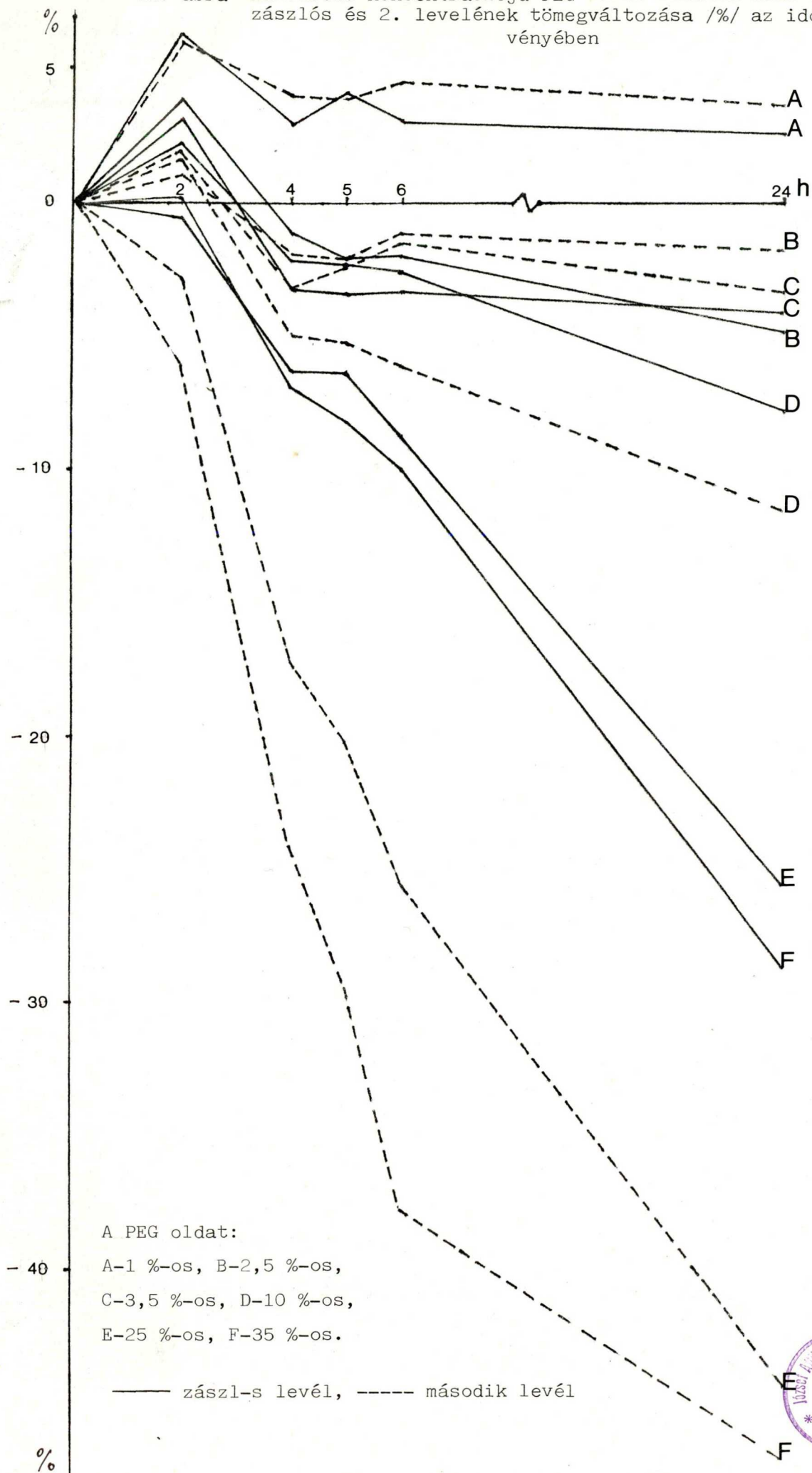
A 6 különböző koncentrációju PEG oldaton a két fajta zászlós és második levelének 24 óráig való usztatása következtében a friss tömeghez viszonyított legnagyobb viztartalom csökkenést 46 %-ot, 35 %-os PEG oldaton a Jubilejnaja 50 második levelénél tapasztaltuk /12. ábra/.

A viztartalom a kisebb koncentrációju PEG oldatokon, a PEG koncentrációjától, a fajtától, a levelnek a növényen való elhelyezkedéstől függően alakult /11-12. ábra, 5, 7. melléklet/.

A két fajta zászlós levelének 1; 2,5; 3,5 % PEG vizes oldatán történő vízleadását vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a GK Szeged 2-4 %-os tömegnövekedés után 24 óra múlva is mindhárom oldaton szinte azonos szinten marad. A Jubilejnaja 50 zászlós levele ezen kisebb potenciálváltozásokra is érzékenyebben reagál.

Míg az 1 %-os PEG oldaton a GK Szegedéhez hasonlóan változik a viztartalma, 2,5; 3,5 %-os PEG oldaton a kiindulási viztartalom az első két órán belül 2-3 %-ot csökken, de azután 24 óráig alig változik /a 2 órán belüli változások a 3, 4. mellékletben vannak feltüntetve/.

12. ábra Különböző koncentrációju PEG vizes oldaton uszó Jub. 50 zászlós és 2. levelének tömegváltozása /%/ az idő függvényében



10 %-os PEG oldaton a két fajta zászlós levelek között már nagyobb eltérések mutatkoztak. A GK Szeged levelének az oldatra tétele után az első 5 óráig egy egyenletes lassu vízleadást mutatott és a levél tömege 5 %-kal csökkent, amely 24 óra múlva elérte a 7 %-ot. A Jubilejnaja 50 az első 2 óráig 2 %-nyi vizet vett fel, amit a következő 2 órában egy rohamos vízleadás követett, majd a GK Szegedéhez hasonló lassu vízleadást tapasztaltunk, amely 24 óra múlva sem érte el a 8 %-ot. /11, 12. ábra, 6, 8. melléklet./

A 25 %-os PEG oldaton /-11,5 bar/ való usztatás a nap folyamán már jelentős víztartalombeli különbségeket eredményezett. A GK Szeged zászlós levele az első hat óráig csak tömegének 3 %-át veszítette el, ami 24 óráig csak 9 %-ig emelkedett. Ezzel ellentétben a Jubilejnaja 50 levele az első 6 óra tömegének már 9 %-át elveszítette és 24 óra elmultával ez az érték 25,5 %-ra emelkedett.

A levelek 35 %-os PEG oldaton való usztatásánál ezek után azt várhattuk, hogy mivel az oldat vízpontenciál értéke -35 bar, egy drasztikusabb vízvesztést tapasztalunk. Ez mindkét fajta zászlós levelénél be is igazolódott, de a leadott víztartalom és annak időben való megoszlása fajtánként változott. A GK Szeged levél tömege az első 6 órában egy erőteljes, 20 %-os csökkenést szenvedett, amely azután 24 óráig alig /1 %/ változott. A Jubilejnaja 50 levelénél az első 6 órában csak 10 %-os levéltömeg csökkenést mértünk, de 24 óráig a vízleadás üteme mégis jóval túlhaladta a GK Szegednél mért értéket, hisz 24 óránál 28,5 %-os tömegvesztést regisztráltunk.

A két fajta második leveleinek PEG oldatokon való usztatásakor az alábbiakat tapasztaltuk.

A GK Szeged 1; 2,5; 3,5 %-os PEG oldaton uszó levelei az első 2 óra 2-4 %- közötti tömeggyarapodás után 24 óráig 1 %-os tömegvesztés mellett változtak. Jubilejnaja 50-nél 1 %-os PEG oldaton hasonló a görbe lefutása, mint a GK Szegednél.

2,5; 3,5 %-os PEG oldaton az első 2 órában a levelek tömege 1-2 %-ot emelkedett, majd 4 óra múlva beleértve a tömeggyarapodást is, 4-5 %-ot csökkent. Ezen értékek 24 óra múlva is csak 1 %-ot csökkentek.

A 10 %-os PEG oldaton a két fajta második levelei az első 6 órában 0,5-1 % közötti vízfelvétel után a GK Szeged 4,3 %, a Jubilejnaja 50 több, mint 6 % vizet veszített. Ez a vízleadási ütem a fajtákra időben továbbra is jellemző maradt, mivel a GK Szeged az 1 nap leforgása alatt 6,5 %, a Jubilejnaja 50 11,5 % vizet veszített.

A két fajta második levelei között a 25 %-os PEG oldaton való usztatás következtében kaptunk a legnagyobb víztartalombeli különbséget. A levelek oldatra helyezését követő 6 óra múlva míg a GK Szeged levéltömege mintegy 5,3 %-ot csökkent, a Jubilejnaja 50-nél ez az érték elérte a 25,3 %-ot. Az egy nap leforgása után a GK Szeged 23 %-ot, a Jubilejnaja 50 pedig 42,2 %-ot veszített tömegéből.

35 %-os PEG oldaton usztatott leveleknél tovább nőtt az időegység alatt leadott vízmennyiség. A GK Szeged levéltömegének 37,5 %-át, a Jubilejnaja 50 34,7 %-át veszítette el az első hat órán belül. 24 óra múlva a GK Szeged 42,7 %-ot, a Jubilejnaja 50 46,9 %-ot adott le levelének tömegéből.

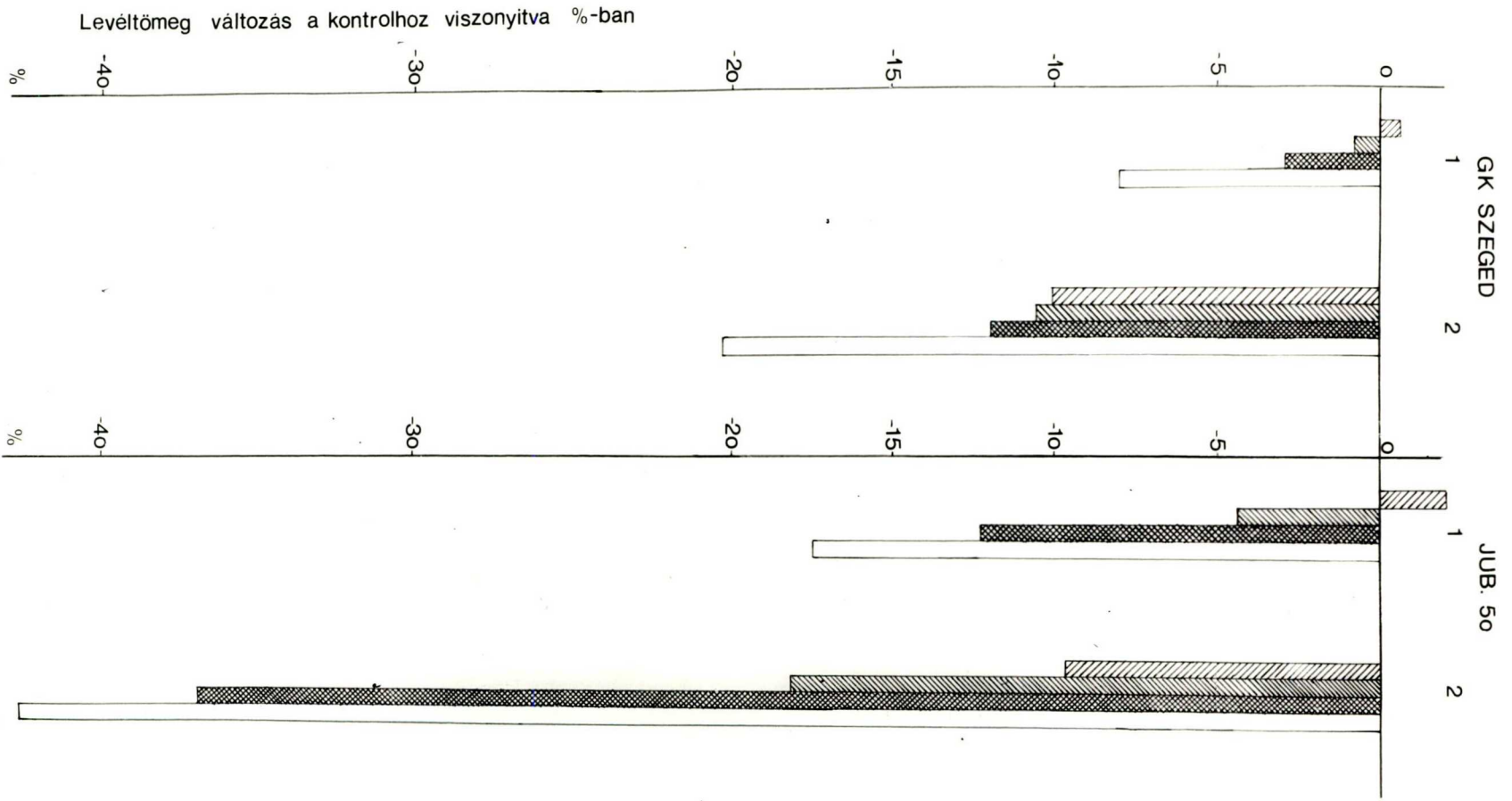
4.2.4. Különböző cc. PEG vizes oldataival való öntözés
illetve öntözetlen körülmények hatása a levelek
viztartalmára

A vizsgált növények öntözésének megszüntetésével a növény transzspirációja, illetve az evaporáció a nedves talajt fokozatosan kiszáritotta. A növény a száradó talajban fokozatosan vizet veszített és a vizpotenciál értéke egyre kisebb lett. Johnson /1974/ szerint a zászlós levélben virágzás előtt a 7 napig tartó szomjaztatás -33 bar vizpotenciál értéket eredményez. A szomjaztatási periódus után 5 napon át öntöztünk - kontrollként tiszta vizet használva - 10, 25, 35 %-os PEG oldattal, illetve hagytunk továbbra is öntözetlen növényeket. A gyökéren keresztüli vízfelvételről, illetve annak megjelenéséről a zászlós és második levélben az alábbiakat állapíthatjuk meg.

A GK Szeged zászlós és második levelére egyaránt jellemző /13. ábra/, hogy a kontrollt alapulvéve a gyökéren keresztül felvett, az egységnyi levéltömegre számított víz mennyisége /a 10 %-os PEG oldattal való kezelést kivéve/ kezelésenként két, vagy többszöröse a Jubilejnaja 50-nél mért értékeknél.

A két fajta zászlós leveleinek vízfelvételét vizsgálva a 25; 35 %-os PEG oldattal való öntözés után a kontrollt alapulvéve a GK Szeged zászlós levele a biztosított vízmennyiségből kétszer annyit hasznosított, mint a Jubilejnaja 50.

Az öntözetlenül hagyott növényeknél a GK Szeged zászlós leveléhez viszonyítva a Jubilejnaja 50 levele dupla mennyiségű vizet adott le.



13. ábra PEG oldatokkal való öntözés, ill. öntözetlen körülmények befolyása a levelek viztartalmára.

1-zásziós levél; 2-második levél; 25%-os, 10%-os, 5%-os PEG oldattal való öntözés, öntözetlen körülmények hatása.

A két fajta második leveleinek vízfelvételét vizsgálva a 10 %-os PEG oldattal való öntözés után a vízfelvételének mértéke a kontrollhoz viszonyítva mindkét fajtánál azonos mértékű.

25, 35 %-os PEG oldattal való öntözés után a kontroll növény leveleinek víztartalmához képest a GK Szeged 12 %-os, a Jubilejnaja 50-nél 34,8 %-os víztartalom hiányt mértünk.

Az öntözetlenül hagyott növényeknél a GK Szeged második levele a kontrollhoz viszonyítva fele annyi vizet vesztett, mint a Jubilejnaja 50.

1 - 9. melléklet

1. melléklet A GK Szeged, Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének
relatív viztartalma és napi változása

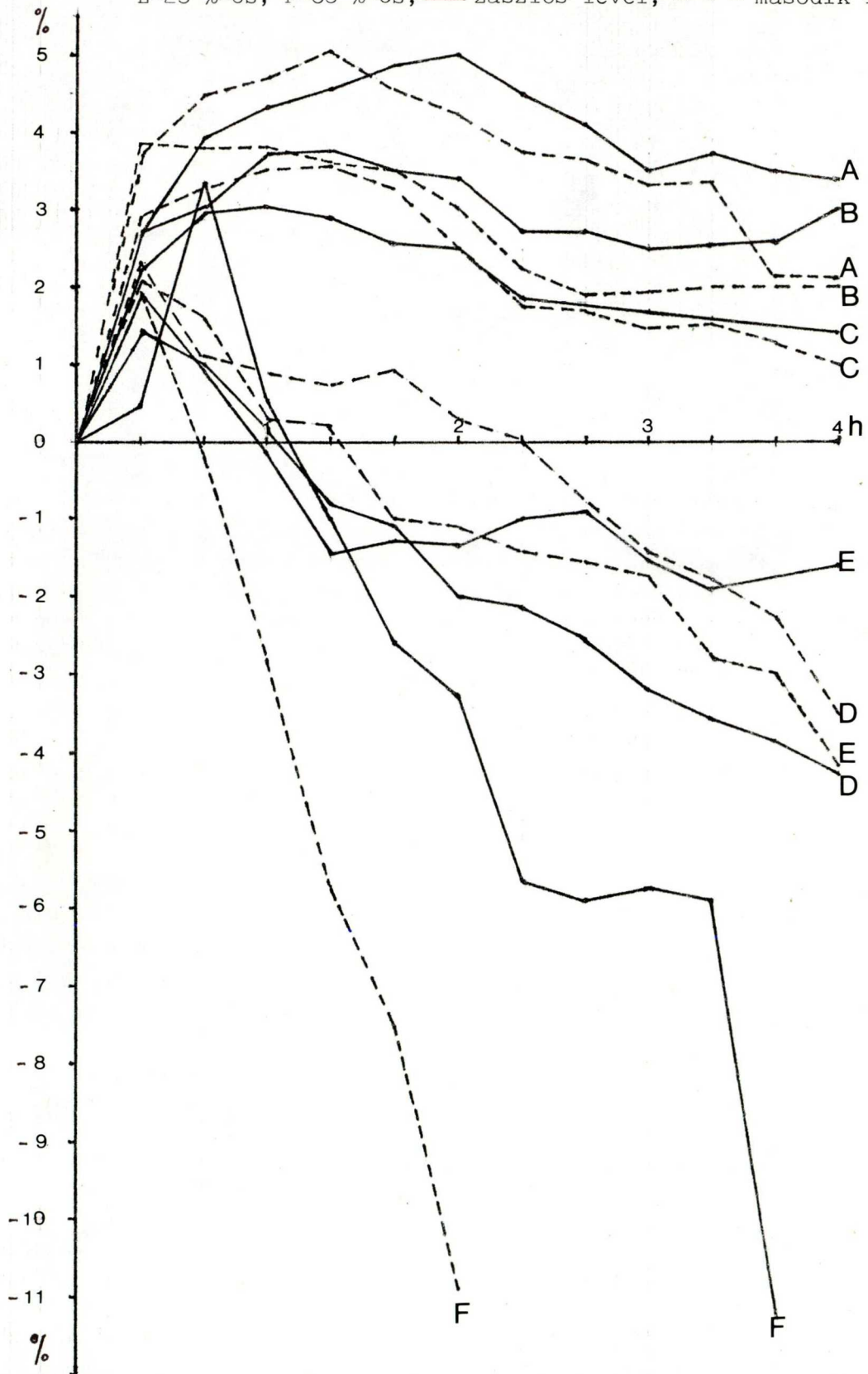
| Idő /h/ | GK Szeged | | Jubilejnaja 50 | |
|------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | RWC /%/ | | RWC /%/ | |
| | zászlós levél | második levél | zászlós levél | második levél |
| 8 | 95,21 ± 1,1 | 95,56 ± 0,9 | 96,19 ± 1,2 | 98,37 ± 0,4 |
| 13 | 94,91 ± 1,0 | 95,29 ± 0,5 | 95,72 ± 1,1 | 96,74 ± 0,7 |
| 17 | 94,93 ± 1,1 | 94,49 ± 0,4 | 94,26 ± 1,0 | 96,36 ± 1,3 |

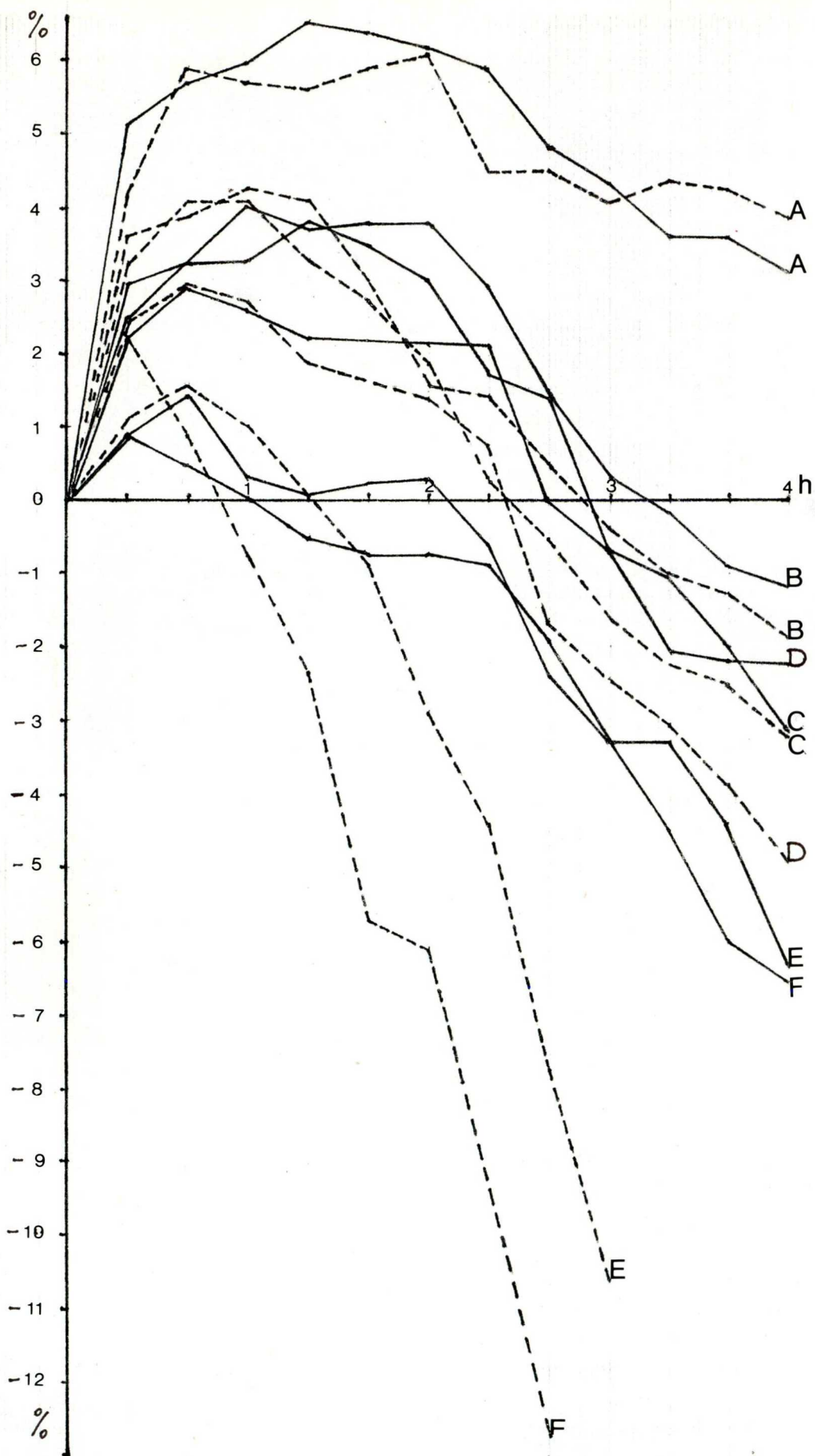
2. melléklet A szárról leválasztott GK Szeged és Jubilejnaja 50 levelek
vizleadási üteme 40 C^o hőmérsékleten

| Idő perc | GK Szeged levéltömegének változása /%/ | | Jubilejnaja 50 levéltömegének változása /%/ | |
|-------------|---|---------------|--|---------------|
| | zászlós levél | második levél | zászlós levél | második levél |
| 0 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 15 | 91,1 | 93,4 | 94,8 | 95,2 |
| 30 | 87,5 | 89,9 | 90,2 | 89,0 |
| 45 | 84,7 | 86,7 | 87,1 | 85,1 |
| 60 | 80,5 | 81,9 | 84,3 | 81,6 |
| 75 | 78,4 | 79,6 | 81,2 | 76,7 |
| 90 | 75,6 | 76,3 | 79,0 | 73,6 |
| 105 | 73,2 | 73,4 | 76,4 | 69,8 |
| 120 | 69,7 | 69,2 | 74,1 | 66,6 |
| 360 | 32,7 | 26,0 | 26,3 | 18,4 |
| 1440 | 24,6 | 20,3 | 22,6 | 18,1 |



3. melléklet Különböző koncentrációjú PEG vizes oldaton úszó GK Szeged zászlós és 2. levelének tömegváltozása /%/ az idő függvényében. A PEG-oldat: A-1 %-os, B-2,5 %-os, C-3,5 %-os, D-10 %-os, E-25 %-os, F-35 %-os, — zászlós levél, - - - második levél





4. melléklet

Különböző koncentrációjú PEG vizes oldaton úszó Jub. 50 zászlós és 2. levelének tömegváltozása %% az idő függvényében. A PEG-oldat: A-1 %-os, B-2,5 %-os, C-3,5 %-os, D-10 %-os, E-25 %-os, F-35 %-os. — zászlós levél, - - - második levél

5. melléklet A GK Szeged PEG vizes oldatokon uszó zászlós és második levele
tömegének változása %-ban

| Idő /Perc/ | Zászlós levél | | | Második levél | | |
|---------------|---------------|-------|---------|---------------|-------|---------|
| | Az oldat | PEG | cc - ja | Az oldat | PEG | cc - ja |
| | 1 % | 2,5 % | 3,5 % | 1 % | 2,5 % | 3,5 % |
| 20 | +2,69 | +2,69 | +2,21 | +3,70 | +3,85 | +2,90 |
| 40 | +3,90 | +3,12 | +2,98 | +4,53 | +3,82 | +3,35 |
| 60 | +4,30 | +3,73 | +3,09 | +4,76 | +3,83 | +3,48 |
| 80 | +4,54 | +3,74 | +2,85 | +5,07 | +3,65 | +3,55 |
| 100 | +4,86 | +3,49 | +2,59 | +4,56 | +3,54 | +3,27 |
| 120 | +5,04 | +3,43 | +2,56 | +4,27 | +3,00 | +2,49 |
| 140 | +4,51 | +2,72 | +1,85 | +3,85 | +2,37 | +1,79 |
| 160 | +4,14 | +2,71 | +1,84 | +3,72 | +1,96 | +1,71 |
| 180 | +3,56 | +2,50 | +1,68 | +3,38 | +1,99 | +1,47 |
| 200 | +3,81 | +2,57 | +1,66 | +3,37 | +2,02 | +1,46 |
| 220 | +3,53 | +2,60 | +2,02 | +2,39 | +2,01 | +1,31 |
| 240 | +3,40 | +2,89 | +1,55 | +2,36 | +2,00 | +1,04 |
| 300 | +4,03 | +3,93 | +2,08 | +3,53 | +3,02 | -1,23 |
| 360 | +3,51 | +3,70 | +2,06 | +4,43 | +2,96 | +1,72 |
| 1440 | +3,52 | +2,82 | +2,04 | +3,47 | +1,87 | +1,60 |

6. melléklet A GK Szeged PEG vizes oldatokon uszó zászlós és második levele tömegének változása %-ban

| Idő /perc/ | Zászlós levél | | | Második levél | | |
|---------------|----------------------|-------|--------|---------------------|--------|--------|
| | Az oldat PEG cc - ja | | | Az oldat PEG cc -ja | | |
| | 10 % | 25 % | 35 % | 10 % | 25 % | 35 % |
| 20 | +1,43 | +1,88 | +0,45 | +2,30 | +2,08 | +1,86 |
| 40 | +1,08 | +0,91 | +3,19 | +1,10 | +1,62 | -0,40 |
| 60 | +0,43 | -0,17 | +0,56 | +0,85 | +0,34 | -2,81 |
| 80 | -0,81 | -1,44 | -1,03 | +0,72 | +0,20 | -5,74 |
| 100 | -1,28 | -1,26 | -2,62 | +0,83 | -1,03 | -7,49 |
| 120 | -1,99 | -1,38 | -3,25 | +0,59 | -1,14 | -10,92 |
| 140 | -2,11 | -1,07 | -5,67 | +0,05 | -1,39 | -13,79 |
| 160 | -2,58 | -0,91 | -5,93 | -0,65 | -1,54 | -14,55 |
| 180 | -3,20 | -1,56 | -5,91 | -1,45 | -1,72 | -17,59 |
| 200 | -3,53 | -1,95 | -5,90 | -1,79 | -2,80 | -22,23 |
| 220 | -3,91 | -1,79 | -11,32 | -2,31 | -2,99 | -27,41 |
| 240 | -4,28 | -1,60 | -12,75 | -1,64 | -4,23 | -32,89 |
| 300 | -4,56 | -3,43 | -15,64 | -3,49 | -5,47 | -34,56 |
| 360 | -4,83 | -2,77 | -20,35 | -4,27 | -5,91 | -37,68 |
| 1440 | -6,32 | -8,86 | -21,92 | -6,45 | -22,77 | -42,71 |

7. melléklet A Jubilejnaja 50 PEG vizes oldatokon uszó zászlós és második levele tömegének változása ‰ - ban

| Idő /perc/ | Zászlós levél | | | Második levél | | |
|---------------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
| | Az oldat PEG cc - ja | | | Az oldat PEG cc - ja | | |
| | 1,0 ‰ | 2,5 ‰ | 3,5 ‰ | 1,0 ‰ | 2,5 ‰ | 3,5 ‰ |
| 20 | +5,12 | +2,50 | +2,95 | +4,66 | +3,65 | +3,38 |
| 40 | +5,69 | +3,36 | +3,34 | +5,87 | +3,97 | +4,08 |
| 60 | +5,96 | +4,03 | +3,36 | +5,73 | +4,36 | +4,10 |
| 80 | +6,49 | +3,79 | +3,96 | +5,65 | +4,15 | +3,28 |
| 100 | +6,31 | +3,84 | +3,43 | +5,88 | +3,05 | +2,76 |
| 120 | +6,25 | +3,81 | +3,06 | +6,08 | +1,17 | +1,80 |
| 140 | +5,88 | +2,88 | +1,67 | +4,57 | +1,42 | +0,37 |
| 160 | +4,62 | +1,47 | +1,41 | +4,56 | +0,64 | -0,57 |
| 180 | +4,36 | +0,34 | -0,72 | +3,90 | -0,36 | -1,64 |
| 200 | +3,65 | -0,15 | -1,05 | +4,45 | +1,01 | -2,25 |
| 220 | +3,63 | -0,92 | -2,00 | +4,18 | -1,50 | -2,51 |
| 240 | +2,95 | -1,18 | -3,26 | +3,93 | -1,93 | -3,28 |
| 300 | +4,05 | -2,15 | -3,48 | +3,96 | -2,16 | -2,49 |
| 360 | +3,06 | -2,04 | -3,39 | +4,43 | -1,33 | -1,57 |
| 1440 | +2,52 | -4,82 | -4,12 | ó +3,50 | -1,82 | -2,92 |

8.melléklet Jubilejnaja 50 PEG vizes oldatokon uszó zászlós és második levele tömegének változása %-ban

| Idő /perc/ | Zászlós levél | | | Második levél | | |
|---------------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
| | Az oldat PEG cc-ja | | | Az oldat PEG cc-ja | | |
| | 10 % | 25 % | 35 % | 10 % | 25 % | 35 % |
| 20 | +2,31 | +0,90 | +0,93 | +2,49 | +1,16 | +2,24 |
| 40 | +2,92 | +0,56 | +1,53 | +2,93 | +1,61 | +0,88 |
| 60 | +2,60 | +0,06 | +0,26 | +2,63 | +1,03 | -0,76 |
| 80 | +2,24 | -0,11 | +0,16 | +1,83 | +0,01 | -2,37 |
| 100 | +2,20 | -0,47 | +0,21 | +1,61 | -0,87 | -5,67 |
| 120 | +2,16 | -0,66 | +0,29 | +1,54 | -2,83 | -6,09 |
| 140 | +2,11 | -1,06 | -0,62 | +0,75 | -4,40 | -9,11 |
| 160 | +0,01 | -1,94 | -2,38 | +1,65 | -7,73 | -12,62 |
| 180 | -0,66 | -3,34 | -3,40 | -2,45 | -10,61 | -16,32 |
| 200 | -2,09 | -3,53 | -4,43 | -3,07 | -11,12 | -18,73 |
| 220 | -2,22 | -4,75 | -6,07 | -3,97 | -14,79 | -21,30 |
| 240 | -2,20 | -6,35 | -6,97 | -4,89 | -17,11 | -24,03 |
| 300 | -2,31 | -6,49 | -7,16 | -5,15 | -20,33 | -29,42 |
| 360 | -2,63 | -8,69 | -11,10 | -6,12 | -25,40 | -34,72 |
| 1440 | -7,80 | -25,55 | -28,63 | -11,53 | -44,38 | -46,96 |

9.melléklet PEG oldatokkal való öntözés, illetve öntözetlen körülmények befolyása a levelek vizeletartalmára

| Öntözés | GK Szeged levéltömeg változása % | | Jubilejnaja 50 levéltömeg változása % | |
|-------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|
| | zászlós levél | második levél | zászlós levél | második levél |
| 10 %-os PEG oldat | +0,68 | -10,5 | +2,16 | -9,6 |
| 25 %-os PEG oldat | -0,63 | -10,5 | -4,36 | -18,0 |
| 35 %-os PEG oldat | -2,88 | -11,3 | -12,1 | -36,8 |
| Öntözetlen | -7,9 | -20,2 | -17,4 | -42,4 |

4.2.5. Összefoglalás

A Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének relatív víztartalma nagyobb a GK Szegednél mért értéknél. A második levelek RWC értéke mindkét fajta zászlós levelének relatív víztartalmánál nagyobb. A Jubilejnaja 50 leveleinél a nap folyamán erőteljesebb RWC változást kaptunk.

A levelek 40 C⁰ hőmérsékleten történő vízleadásánál a következőket tapasztaltuk:

- a két fajta zászlós levelét összehasonlítva a GK Szeged az első 2 órában valamelyest több vizet adott le, de az ezt követő időszakban 24 óráig az élénkebb vízleadás miatt a Jubilejnaja 50 több vizet veszít;
- második levelek vízleadását összehasonlítva a Jubilejnaja 50 jóval erőteljesebb vízleadást mutat, mint a GK Szeged.

A Jubilejnaja 50 ellentétben a GK Szegeddel, már a kis-koncentrációju PEG oldatokra is vízvesztéssel reagál. Ez érvényes a zászlós és második levélre is.

A 10 %-os PEG oldatokon a két fajta szóban forgó leveleinél közel hasonló vízvesztést regisztrálhattunk.

25 %-os PEG oldatnál a két fajta zászlós és második levél vízvesztési ütemeinél nagyok voltak az eltérések. A GK Szeged zászlós és második levelének vízvesztése sokkal szerényebb volt a Jubilejnaja 50-nél tapasztaltaknál.

35 %-os PEG oldaton a zászlós és második levélnél egymáshoz hasonlóan az első 2 órában a GK Szeged víztar-

talma erőteljesebben csökkent. Azonban ez a tendencia az idő múlásával megfordul és a Jubilejnaja 50 relatív viztartalma 24 óra múlva jelentősen kisebb lett.

A szemjázó növények gyökereit, ha eltérő vizpotenciál értékű oldatokkal öntöttük, oldatonként változik a vízfelvétel mértéke. A két fajta között nagy különbséget találtunk a gyökerek által felvett víznek a levelekben való megjelenésében. A GK Szeged az általunk beállított körülmények mellett jobban hasznosította az adagolt vízmenyiséget.

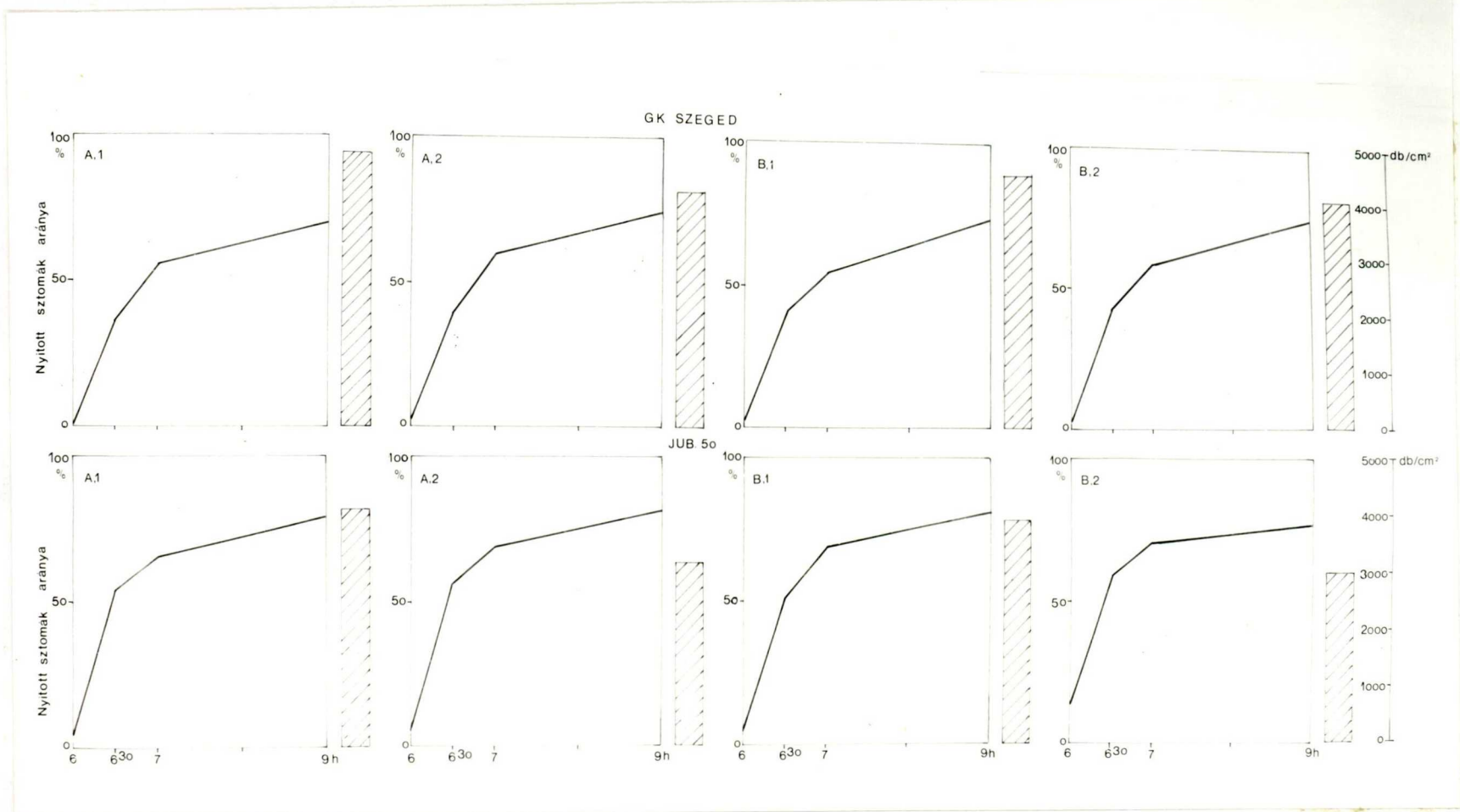
4.3.1. A sztómányitódás alakulása sötétperiódus után a levelek adaxiális és abaxiális felszínén

A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 sztómamozgását a sötétperiódus befejeztével, a fény periódus első 3 órájában vizsgáltuk, mivel az előkísérletek során itt találtunk megfogható különbségeket a két fajta két levélszintje és két felszine sztómamozgásában.

Ha a két fajta zászlós és második leveleinek sztómamozgását összehasonlítjuk, akkor megállapítható, hogy a Jubilejnaja 50 sztómái a GK Szegednél tapasztaltaknál nagyobb százalékban nyitnak /14. ábra, 1. melléklet/. Az ábrát vizsgálva két fajta között különbséget találtunk abban is, hogy sötétperiódusban a Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének mindkét felszínén 1-2 %-kal több nyitott sztómát találtunk. /1., 2., melléklet a 4.3.2. pont után található./

A két fajta zászlós leveleinek sztómamozgását összehasonlítva az adaxiális felszinek között a fényperiódus első félórájának leteltével, a Jubilejnaja 50 sztómái 16 %-kal nagyobb számban nyitottak, ezen érték 2,5 óra múlva 4 %-ra csökkent.

Az abaxiális felszineken a sztómák nyitottságát a mutató görbék az adaxiális felszíni eredményekhez hasonló lefutásuak. A különbség csak annyi volt, hogy a vizsgált időpontokban az abaxiális felszínen 1-2 %-kal több sztóma nyitottságát figyelhettük meg.



14. ábra A GK Szeged, Jubilejnaja 50 zászlós és második levele adaxiális és abaxiális felszínén a sztóma nyitódás mértéke a megvilágítás hatására

A-zászlós levél; B-második levél; 1-adaxiális felszín,
 2-abaxiális felszín, sztómaszám/cm³

A két fajta második levelének adaxiális felszínén lévő sztómák nyitottságát vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a fotoperiódus kezdetétől eltelt fél óra a sztómák nyitottságában 10 %-nyi különbséget eredményezett. A Jubilejnaja 50 sztómáinak az éjszakai 4 %-os nyitottsága 6,30^h - kor 51 %-ra emelkedett, amely 10 %-kal több a GK Szegednél mért értékeknél. 9 órakor a különbség 6 %-ra csökkent.

Az abaxiális felszínen a Jubilejnaja 50-nél a sötét fázisban egy 14 %-os sztóma nyitottságot rögzítettünk, amely azért is figyelemreméltó, mivel a többi felszínen 0-5 %-os nyitottságot tapasztaltunk. Fényviszonyok között a nyitottság mértéke az első fél órában elérte az 51 %-ot és 9 órakor 76 %-ra emelkedett. A GK Szegednél a sötétperiódusban a sztómák 1 %-a volt nyitva, ezen érték a fény hatására 6,5 órakor 43 %-ra emelkedett, 9 órakor a Jubilejnaja 50-nél tapasztalt sztómanyitottsági százalékot érte el.

4.3.2.A búza levelek és a kalász CO₂ anyagcséréje

A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének in vivo CO₂ anyagcsere intenzitása mindhárom kísérleti feltételnél döntő a kalászéhoz képest /6. táblázat/. Bár a kalásznál találunk reakciókészséget az általunk beállított kísérleti körülményekre, szerepe méréseink szerint háttérbe szorul.

Mindkét növénynél különbséget találtunk a virágzó és szentelítődés fejlődési stádiumban lezajlott CO₂ anyagcsere között.

A levelek és a kalász szén-dioxid anyagcseréjén: a mért gáztérből a CO_2 fogyását /felvételét/, ill. a CO_2 cc. növekedését /leadását/ értjük, amely általában a fotoszintézis, fotorespiráció és respiráció különböző arányát, egyensúlyát jelenti.

Az irodalomban általában a netto vagy apparent /látzólagos/ fotoszintézis fogalma alatt a tiszta szervesanyag gyarapodást értik a légzési veszteség levonása után.

Mi a Hess /1979./ féle fogalmat fogadjuk el magunkénak, aki kimondja: a növénynek netto fotoszintézise a fotoszintézisben megkötött CO_2 -nak azt a hányada, amely az oxidációs folyamatok során nem szabadul fel ismét.

Vizsgálataink során a szén-dioxid változásokat a következő módokon mértük:

- a/ A megvilágítás során /fényben: CO_2 + normál légtér/ felvett CO_2 -t;
- b/ Az anaerob légtér és fényindukálta sötét /sötétben: $\text{N}_2 - \text{CO}_2$ + 20 perc fény után/ CO_2 változást;
- c/ Az aerob légtér és fény serkentette sötét/ sötétben: $\text{O}_2 + \text{CO}_2$ + 20 perc fény után/ CO_2 változást.

Az eredményeket az 6., 7. táblázatokban foglaltuk össze.

Ha a két zászlós levél CO_2 anyagcseréjét összehasonlítjuk, az alábbiakat állapítjuk meg. A fajták virágzása-
kor anaerob légtér is fényindukálta sötétben a GK Szedged zászlós levele végzett fixációt. A Jubilejnaja 50-

6. táblázat . A búzalevelek és a kalisz egységnyi szárazanyagra számított
 CO_2 anyagcsereje $/\text{mgCO}_2\text{g}^{-1}\text{h}^{-1}/$

| Megnevezés | GK Szeged | | | Jubilejnaja 50 | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | zászlós levél | második levél | kalász | zászlós levél | második levél | kalász |
| Virágzáskor | | | | | | |
| Fényben: $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ | -6,345 \pm 1,46 | -8,172 \pm 2,46 | -1,135 \pm 0,71 | -2,920 \pm 1,05 | -2,630 \pm 0,93 | -0,092 \pm 0,19 |
| Sötétben: $-\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 20$ perc fény után | -1,158 \pm 0,34 | -1,058 \pm 0,71 | -0,211 \pm 0,21 | 1,988 \pm 0,71 | 0,983 \pm 0,41 | 0,159 \pm 0,31 |
| Sötétben: $\text{CO}_2 + \text{O}_2 + 20$ perc fény után | -2,770 \pm 0,81 | -2,851 \pm 1,13 | -0,257 \pm 0,13 | 1,174 \pm 0,78 | 2,298 \pm 1,18 | 0,185 \pm 0,11 |
| Szemtelítődés idején | | | | | | |
| Fényben: | | | | | | |
| $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ | -2,950 \pm 1,13 | -4,343 \pm 1,41 | -0,028 \pm 0,43 | -3,569 \pm 1,31 | 2,419 \pm 1,61 | 0,297 \pm 0,31 |
| Sötétben: $-\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 20$ perc fény után | 0,332 \pm 0,13 | 0,240 \pm 0,21 | 0 \pm 0 | -0,124 \pm 0,31 | 0,798 \pm 0,51 | 0,042 \pm 0,12 |
| Sötétben: $-\text{CO}_2 + \text{O}_2 + 20$ perc fény után | 0,554 \pm 0,29 | 1,630 \pm 0,76 | 0,126 \pm 0,27 | 0,404 \pm 0,28 | 0 \pm 0 | 0,105 \pm 0,11 |

Henssler klimaházban cserépben tápanyaggal jól ellátott talajon nevelt növényeken a szükséges méréseket KTLK-1600-as klimakamrában végeztük. A kamra hőmérséklete $20\text{ }^\circ\text{C}$, a megvilágítás intenzitása 30 W/m^2 volt.

A CO_2 anyagcsereére jellemző értékeket az 5. ábrán felsotolt kísérleti berendezés segítségével regisztráltuk.

T. táblázat. A búzalevelek egységnyi területre számított CO₂ anyagcseréje /m³CO₂dm⁻²h⁻¹/

| Megnevezés | GK Szeged | | Jubilejnaja 50 | |
|---|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | Zászlós levél | Második levél | Zászlós levél | Második levél |
| Virágzáskor | | | | |
| Fényban: CO ₂ + O ₂ | -2,402±0,81 | -2,350±0,72 | -1,48 ±0,53 | -0,892±0,31 |
| Sötétben: -CO ₂ N ₂ +20 perc fény után | -0,448±0,11 | -0,190±0,11 | 0,759±0,31 | 0,279±0,13 |
| Sötétben CO ₂ +O ₂ +20perc fény után | -0,853±0,39 | -0,774±0,31 | 0,650±0,23 | 0,733±0,51 |
| Szemtelitődés idején: | | | | |
| Fényban: CO ₂ + O ₂ | -1,201±0,58 | -1,440±0,51 | -1,483±0,74 | -0,268±0,19 |
| Sötétben: -CO ₂ N ₂ +20 perc fény után | 0,202±0,19 | 0,004±0,11 | -0,049±0,11 | 0,233±0,14 |
| Sötétben: CO ₂ +O ₂ +20 perc fény után | 0,223±0,23 | 0,538±0,23 | 0,166±0,13 | 0 ± 0 |

Hanssler klimaházban cserépben tápanyaggal jól ellátott talajon nevelt növényeken a szükséges méréseket KTLK-1600-as klimakamrában végeztük. A kamra hőmérséklete 20 C°, a megvilágítás intenzitása 30 W/m² volt. A CO₂ anyagcserére jellemző értékeket az 5. ábrán vázolt kísérleti berendezés segítségével regisztráltuk.

nél CO_2 fixációt nem tapasztaltunk, majdnem $2 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ termelődést regisztráltunk. Tehát a GK Szeged fajtánál fényben és sötétben is mértünk netto fotoszintézist. Méréseink szerint a GK Szeged netto fotoszintézise majdnem háromszorosa az 1 g szárazanyagra számított Jubilejnaja 50 zászlós leveléhez képest.

Aerob légtér és fényserkentette sötétben mért CO_2 anyagcsere változások azt mutatják, hogy a GK Szeged zászlós levele nem kísérleti feltételek esetén is CO_2 -t fogyaszt, míg a Jubilejnaja 50-nél CO_2 termelés folyt.

A telitődés idején mindkét fajta zászlós levelénél a kísérleti feltételekre a reakció és annak mértéke is változott. A GK Szeged a 9. napon a virágzás után az anaerob légtér és fényindukálta sötétben fixáció helyett egy szerény, de CO_2 termelést végzett $/0,202 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}/$. Egy visszafogottabb netto fotoszintézis értéket mértünk ^{Sub. 50}. Aerob légtér és fényindukálta sötétben végez fixációt $/-0,124 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}/$. Netto fotoszintézis értéke $-3,569 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}/$. meghaladja a virágzás idején mért értéket.

Mindkét fajta második levelével végzett mérések bebizonyították a második levél fontosságát mindkét fejlődési fázisban.

A GK Szeged második levele a zászlós leveléhez hasonlóan reagált az általunk biztosított körülményekre. Aerob légtér és fényindukálta sötétben végez fixációt. Relative magas $-8,172 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ netto fotoszintézist mértünk és sötétben is fogyasztott CO_2 -t.

A Jubilejnaja 50 második levele is a zászlós leveléhez hasonlóan végzett CO_2 anyagcserét. Anaerob légterben és fényindukálta sötétben CO_2 fixációt nem regisztráltunk, a netto fotoszintézis értéke majdnem elérte a zászlós levélnél mért értéket, aerob légter és fény serkentette sötétben CO_2 -t termelt.

Szemteltitődési szakaszban a Jubilejnaja 50 hasonló CO_2 anyagcserét végzett, mint a virágzás idején. A GK Szeged második levelénél ebben a fejlődési szakaszban anaerob légter és fényindukálta sötétben fixációt nem tudtunk kimutatni, a netto fotoszintézis értéke feleződött a virágzás idején mért értékhez hasonlítva. Aerob légter és fényindukálta sötétben hasonlóan a Jubilejnaja 50-hez, CO_2 -t termelt.

1-2. melléklet

Nyitott sztómák aránya a GK Szeged, Jub. 50 zászlós és második leveleinek adaxiális és abaxiális felszínén

| Idő h | GK Szeged | | | | | | | | Jub.50 | | | | | | | |
|------------------|---------------|---------|-----------|---------|---------------|---------|-----------|---------|---------------|---------|-----------|---------|---------------|---------|-----------|---------|
| | zászlós levél | | | | Második levél | | | | Zászlós levél | | | | Második levél | | | |
| | adaxiális | | abaxiális | | adaxiális | | abaxiális | | adaxiális | | abaxiális | | adaxiális | | abaxiális | |
| | felszín | | felszín | | felszín | | felszín | | felszín | | felszín | | felszín | | felszín | |
| | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott |
| 6 | 100 | 0 | 98 | 2 | 99 | 1 | 99 | 1 | 97 | 3 | 95 | 5 | 96 | 4 | 86 | 14 |
| 6. ³⁰ | 52 | 38 | 60 | 40 | 59 | 41 | 57 | 43 | 46 | 54 | 44 | 56 | 49 | 51 | 41 | 59 |
| 7 | 43 | 57 | 39 | 61 | 45 | 55 | 41 | 59 | 34 | 66 | 31 | 69 | 31 | 69 | 29 | 71 |
| 9 | 29 | 71 | 25 | 75 | 26 | 74 | 25 | 75 | 21 | 79 | 19 | 81 | 20 | 80 | 24 | 76 |



A nyitott sztómák száma a GK Szeged, Jub. 50 zászlós és második leveleinek adaxiális és abaxiális felszínén

| Idő h | GK Szeged | | | | | | | | Jub. 50 | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
| | zászlós levél | | | | második levél | | | | zászlós levél | | | | második levél | | | |
| | adaxiális felszín | | abaxiális felszín | | adaxiális felszín | | abaxiális felszín | | adaxiális felszín | | abaxiális felszín | | adaxiális felszín | | abaxiális felszín | |
| | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott | zárt | nyitott |
| 6 | 1696 | 0 | 4020 | 82 | 4436 | 45 | 4058 | 41 | 3952 | 123 | 2865 | 151 | 3754 | 157 | 2639 | 314 |
| 6 ³⁰ | 2911 | 1785 | 2461 | 1641 | 2644 | 1837 | 2336 | 1763 | 1875 | 2200 | 1327 | 1689 | 1916 | 1995 | 1211 | 1742 |
| 7 | 2019 | 2677 | 1599 | 2503 | 2016 | 2465 | 1680 | 2419 | 1385 | 2690 | 935 | 2031 | 1212 | 2699 | 856 | 2097 |
| 9 | 1362 | 3334 | 1066 | 3036 | 1165 | 3316 | 1024 | 3075 | 855 | 3220 | 573 | 2443 | 782 | 3129 | 590 | 2363 |

4.3.3. Összefoglalás

A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének adaxiális és abaxiális felszínén a fényperiódus első 3 órájában vizsgáltuk a sztómák mozgását.

Ha a két fajta zászlós és második leveleinek sztómamozgását összehasonlítjuk, a Jubilejnaja 50 sztómái nagyobb százalékban nyitnak. Sötét periódusban a Jubilejnaja 50 mindkét levelének mind a két felszínén 1-2 %-kal több nyitott sztómát találtunk.

A két fajta zászlós leveleinek sztómamozgását vizsgálva az adaxiális felszínek között a fényperiódus első fél órájában a Jubilejnaja 50 sztómái 16 %-kal nagyobb számban nyitottak, ezen érték 2,5 óra múlva 4 %-ra csökkent. Az abaxiális felszínen a sztómák nyitottságát mutató görbék hasonló lefutásúak. A két fajta második levelének adaxiális felszínén a Jubilejnaja 50 sztómáinak 4 %-os /sötét periódus/ nyitottsága fél óra múlva 51 %-ra emelkedett, amely 10 %-kal több a GK Szegednél mért értéknél. 9 órakor a különbség 6 %-ra csökkent. Az abaxiális felszínen a Jubilejnaja 50-nél a sötét periódus végén egy 14 %-os sztómanyitottságot rögzítettünk. A GK Szegednél ezen érték 1 % volt. Megvilágítás után az első fél óra elteltével a Jubilejnaja 50 51 %-os, a GK Szeged 43 %-os nyitottsági fokot ért el, amely különbség 2 óra múlva szinte kiegyenlítődt.

A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének in vivo CO_2 anyagcsere intenzitása mindhárom kísérleti feltételnél döntő a kalászéhoz képest.

A fajták virágzásakor anaerob légtér és fényindukálta sötétben a GK Szeged zászlós levele CO_2 fixációt végzett. Ezzel szemben a Jubilejnaja 50-nél CO_2 termelést regisztráltunk. A GK Szegednél mért netto fotoszintézis háromszorosa a Jubilejnaja 50-nél mért CO_2 fixációnak. Aerob légtér és fényserkentette sötétben mért CO_2 anyagcsere változások azt mutatják, hogy a GK Szeged ezen alkalommal is CO_2 -t fogyaszt, míg a Jubilejnaja 50 levelénél CO_2 termelés folyt.

Széntelítődés idején/a virágzás idején mért értékekhez képest/ a GK Szeged a kísérleti körülményekre kissé visszafogottabban reagál, ezzel ellentétben a Jubilejnaja 50 levele aktívabb volt a CO_2 ~~fixálás~~ tekintetében.

A második levéllel végzett mérések igazolták, hogy mindkét fajtánál fontos a szerepük nemcsak a virágzás, hanem a széntelítődés ideje alatt is.

A virágzás idején mindkét fajta 2. levele a zászlós levélhez hasonló reakciót mutatott. Széntelítődés idején a Jubilejnaja 50 hasonló CO_2 anyagcserét végzett, mint virágzás idején, a GK Szegednél anaerob légtér és fényindukálta sötétben fixációt nem tudtunk kimutatni, a netto fotoszintézis értéke feleződött a virágzás idején mért értékhez képest.

5. EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA

A kevészámu és főleg rész irodalmi adat következtében a búza levél funkcionális anatómiája, a kloroplasztisz szerkezete és működése egyelőre hézagosan ismert, így ma még nem lehet következtetést levonni arra vonatkozóan, hogy pontosan mi határozza meg a nagytermőképességű búza fajták fotoszintetikus tevékenységének, a fény- és sötétreakcióinak a specifikumát.

A növények produktivitásával kapcsolatos levél anatómiai jellemzőknek, ill. a fotoszintézis egyes mutatóinak relatív fontosságában a vélemények megoszlanak.

A nemesítés eredményeként a jó termőképességű búzák kalászában nagy és sok szemtermés van, a levelük is sokkal nagyobb, mint az őshonos fajtáké. A zászlós levél és a növény produktivitása között többen: Bonstara /1937/, Simpson, /1968/ Focke /1973/, Nalborzyk /1978/, Volodarsky és mts /1978/ és mások direkt összefüggést állapítottak meg. Mivel a zászlós levélnek a többi levélhez képest kiemelkedő szerepe van a szemekben raktározott asszimiláták képzésében, felvetik azt a gondolatot, hogy azokat a formákat ajánlatos kiválogatni, amelyek nagyobb asszimilációs felülettel és aktivitással rendelkeznek.

Ezzel szemben Austin és mts /1982/ 15 búza és rokon faj ép zászlós leveleinek/szántóföldi/ vizsgálata alapján azt állapította meg, hogy a levélfelület és szélesség erős negatív, az erek sűrűsége pedig pozitív korrelációban van a netto CO₂ fixációval.

A netto fotoszintézis méréseink - a két intenzív hexaploid búza /GK Szeged és Jubilejnaja 50/ intakt zászlós és második leveleivel - nem támogatják Austin és mts /1982/ fenti megállapításának általános érvényességét. A GK Szeged zászlós levél területe nagyobb, szélesebb, a szén-dioxid felvétele pedig közel háromszor több /mg CO₂/l g szárazanyag h⁻¹/ mint a Jubilejnaja 50 zászlós leveléé.

Mióta bebizonyosodott, hogy magas fényintenzitásnál a diploid búzák zászlós levelének netto fotoszintézis aránya magasabb, mint a hexaploidoké /Khan és Tsunoda, 1970; Evans és Dunstone, 1970; Gifford és Evans 1973; Austin et al. 1982/, többen értelmezik ezt a levél anatómiai felépítésével is /Dunstone és Evans 1974; Parker és Ford, 1982; Austin et al. 1982/.

Chonan /1965/ kimutatta, hogy a búza felső leveleinek mezofillum sejtjei nagyobbak és több lóbuszuak, mint az alsóké. A lóbusz-szám növekedésével nő a sejtfelület per sejttérfogat arány, és ez - feltevése szerint - intenzívebb gázcserét /szén-dioxid megkötést/ tesz lehetővé.

A hexaploid T. aestivum cv. Professeur Marchal zászlós levél mezofillum sejtjeinek hossza és lóbusz - száma duplája a diploid T. urartu sejtjeinek, de Chonan /1965/ közlésével szemben a sejtfelület per sejttérfogat arány lényegesen nem különbözik /Parker és Ford, 1982/. Ugyanekkor a Professeur Marchal egyégsényi levél felületre vonatkoztatott fotoszintézis aránya: 26 mg CO₂ dm⁻²h⁻¹, jelentősen alacsonyabb, mint a T. urartu-é, amely 43 mg CO₂ dm⁻²h⁻¹ /Austin et al. 1982/.

A Jubilejnaja 50 zászlós és második levelében a sok lóbuszu mezofillum sejtek nagyobb százalékban fordulnak elő, a CO_2 felvétele pedig kevesebb, mint a GK Szeged leveleiben. Tehát vizsgálataink szerint is a búza mezofillum sejtjeinek lóbusz-száma negatív összefüggésben van a netto fotoszintézis értékével.

A CO_2 felvétel szempontjából Parker és Ford /1982/ nem az egész mezofillum sejt felületét, hanem csak a levegővel telt intercelluláris terek felületét, ill. egy-egy-nyi levélfelületre eső arányát /ratio of internal exposed mesophyll cell area to external leaf area/ tartja fontosnak; Ha ez az arány nő, csökken a széndioxidnak a mezofillum sejtekbe történő diffúziójával szembeni ellenállás.

A vizsgált két búza levelének intercelluláris tereit, ill. ezek felszínét még nem mértük meg, de fénymikroszkópos metszeteken úgy látszik, hogy a GK Szeged vastagabb leveleiben több az intercelluláris üreg. A CO_2 felvétel szempontjából fontos lehet a levél belső felületének nagysága, de csak ezzel nem magyarázható az, hogy a GK Szeged netto fotoszintézise mindkét levelenelelnél háromszorosa a Jubilejnaja 50 levelénél mért értékénél.

Az intercellularis felszín per levélterület arány a T. urartunál 15,3; nagyobb, mint a Professeur Marchal-é, amely 10,5 /Parker és Ford, 1982/, és így nincs ellentétben e két búza netto fotoszintézisének különbségével, de véleményünk szerint ez sem elégséges magyarázat.

A GK Szeged szélesebb és a Jubilejnaja 50 keskenyebb zászlós levelében az erek száma eltér, de az erek sűrűsége közel azonos.

A T. urartu magasabb fotoszintézis arányát Parker és Ford /1982/ a fentieken kívül kapcsolatba hozzák még azzal is, hogy a T. urartu zászlós levelében az erek sűrűbb elhelyezkedése miatt az asszimiláták és a víz mozgása az erek és a kloroplasztiszok között rövidebb uton lehetséges, mint a P. Marchal-nál, ahol az erek egymástól nagyobb távolságban vannak.

A fenti elképzeléseket kísérletek támogatják, de véleményünk szerint egyoldalúak és még nincs megfelelő magyarázat a mezofillum integrált működésére; a mezofillum sejtek lóbuszos szerkezetének jelentőségére; a lóbusz-szám változásainak okára.

A mezofillum sejtek lóbuszos szerkezetének feltevésünk szerint két lényeges jelentősége van. Az egyik: a sejt térfogata mintegy "kvantumosan" úgy tud nőni /hexaploid búzák/, hogy a sejtfelület csak kis mértékben csökken, ill. a sejtfelület per sejttérfogat arány lényegesen nem változik. A sejtek nagyobb térfogata zavartalanabb sötét transportot, ill. fényraktározást biztosíthat. Lehetséges az is, hogy a nagyobb sejttérfogat a kloroplasztiszok és mitokondriumok szélesebb "sprektumu" integrált működésének is kedvez.

A másik: a lóbuszos szerkezet a különböző fényviszonyokhoz hatékonyabb alkalmazkodást teszi lehetővé. Amikor az epidermisz alatti mezofillum sejtek megnyulnak, sok lóbuszuak lesznek és a magasságuk csökken, így egy sejtben a felszínhez /fényhez/ közelebb több olyan kloroplasztisz van, amelyek egymást kevésbé árnyékolják és a magas fényintenzitáshoz jobban alkalmazkodnak. A zászlós levél mezofillumában az erek sűrűségének /a második levélhez viszonyított/ növekedésével nő a hosszabb lóbuszu mezofillum sejtek aránya, a magas és rövidebb sejteké pedig csökken.

Előzőekben /Maróti, 1976; Maróti és Gábor, 1976/ kimutatták, hogy a paliszad kloroplasztiszokban kevesebb a II. fotokémiai rendszerre jellemző: klorofill-b, neoxanthin és lutein mennyisége és kisebb a tapadt membránok /grana thylakoidok/ területe, mint a szivacsos parenchyma kloroplasztiszokban. Skene /1974/ munkájából is ismert, hogy a paliszad sejtek kloroplasztiszában jelentősen nő az egyedi lamelle /granum/ aránya. A zászlós levélben pedig fokozódik a "paliszad jelleg."

Fentiek alapján feltételezzük, hogy a búza zászlós levél kloroplasztiszában is /a második levélhez képest/ nagyobb a stróma lamellák, ill. az ehhez a membránhoz rendelhető /és a lineáris elektron transzporttól viszonylag független/ ciklikus fotofoszfórilizáció aránya. Magas fényintenzitás esetében tehát a zászlós levél kloroplasztiszai több ATP-t produkálnak, mint az alsó leveleké, és ez a kloroplasztiszból fokozott triózfoszfát, a citoplazmából pedig szacharóz transzportot tesz lehetővé.

Ha a fenti hipotézist a két búzára alkalmazzuk, azt kapjuk, hogy a Jubilejnaja 50 magas fényintenzitáshoz jobban adaptálódott fajta, de a netto fotoszintézis aránya alacsonyabb, a ciklikus fotofoszfórilizációja pedig gazdagabb lehet, mint a GK Szeged-é.

A Jubilejnaja 50 a keléstől- a szem beéréséig több vizet fogyaszt - 1 g szárazanyag előállításához 20 ml vízzel többre van szüksége, mint a GK Szeged^{nek}, Mózsik, /1981/. Ez összhangban van azon megállapításainkkal, hogy:

- A Jubilejnaja 50 sztómái a fényperiódus első fél-órájában 10 %-kal nagyobb számban nyitottak, mint a GK Szegedé.
- A Jubilejnaja 50 zászlós és második levél mindkét felszínén a sötét periódusban is 1-2 %-ban nyitott sztómát találunk.
- A Jubilejnaja 50 RWC értékei a nap folyamán erőteljesebben csökkentek.
- A két fajta közül a GK Szeged zászlós levele a Jubilejnaja 50 zászlós leveléhez képest a vizet jobban hasznosítja, szerényebb vízleadásokat mutat annak ellenére, hogy a mért sztómaszám a GK Szegednél volt több.
- A különböző cc. PEG oldatokkal való öntözésnél a GK Szeged jobban hasznosította a kapott vízmennyiségét. Leveleiben kisebb volt a vízhiány, mint a Jubilejnaja 50-ben. Ebben szerepet játszhatott a vízfelvételen kívül a transpiráció is, tehát az, hogy melyik fajta hogyan tartotta meg a már felvett vizet.

A zászlós levél kitüntetett szerepét és felépítését jelzi az is, hogy a második levélnél jobb a vízmegtartó képessége is. Mind a 40 C^o-on való vízleadásnál, mind a PEG oldatokon való usztatáskor kevesebb vizet veszít mint a második levél. A zászlós levélnek ez a sajátossága különösen akkor feltűnő, ha figyelembe vesszük azt, hogy sztómaszáma több, mint a második levélé.

Vizsgálataink nem erősítik meg Martin /1979/ azon eredményét, hogy a nagyobb területű zászlós levelek több vizet adnak le, mint a kisebbek.



Kísérleteink egyik legmeglepőbb ténye az, hogy a GK Szeged sötétben is felvett CO_2 -t, pedig a búzák úgy ismertek, hogy bennük a CO_2 fixálás kizárólag C-3 uton, a Calvin-cikluson keresztül történik. Bár a növények levelei kis mennyiségű CO_2 megkötésre sötétben is képesek, de a légzés során kibocsátott CO_2 mennyisége /a megkötöthöz képest/ olyan nagy, hogy a megkötött szén-dioxid infravörös gázanalizátorral nem mérhető.

Izotópos vizsgálatokkal kimutatták - Galmiche /1973/ - hogy a C_3 -as paradicsom sejtjeiben a sötétben felvett kb. 50 nM/g friss-tömeg szén-dioxidot gáznemű CO_2 , HCO_3^- formában van jelen. Ezzel szemben a C-4-es kukoricában az intracelluláris CO_2 540 nM/g friss - tömeg alma- és aszparaginsav formában található meg.

A GK Szeged sötétben a virágzás idején jelentős mennyiségű CO_2 -t kötött meg. Nagyon valószínű, hogy a GK Szeged levele időlegesen - elsősorban a szárbaszökés és virágzás idején - két módon: C_3 és C_4 -es uton képes szén-dioxid fixációra és a sötétben megkötött CO_2 -t dikorbonsav formájában raktározza.

Ismertek más irodalmi adatok is /Levi és mts, /1978/ amely szerint nemcsak a CAM és C_4 -es növények, hanem a C_3 -as napraforgó is képes sötétben a foszfo-~~end~~-piruvát-karboxyláz segítségével CO_2 -t, elsősorban alma- sav formájában megkötni.

Feltűnő, hogy 20 perc aerob megvilágítás után a GK Szeged sötétben megkötött CO_2 mennyisége több, mint duplája az anaerob megvilágítás utáninak. Ez felveti azt a gondolatot, hogy a foszfo-~~end~~-piruvát /PEP/ szintéziséhez szükséges ATP, vagy maga a PEP a sötétben

tétben a mitokondriumból ered /Creach és mts, 1974/.

A kalász szerepét az asszimiláták termelésében néhány irodalom a második, harmadik helyen emeli ki. Mind - két fajtánál kapott eredményeink alapján feltételezzük, hogy a kalász szerepe az asszimiláták termelésében nem ilyen kiemelt fontosságu.

A vizsgálataink is megmutatták, hogy a két hazánkban köztermesztésben lévő őszi búzafajta között jelentős anatómiai és funkcionális különbség van, a levelek szerkezete és funkciója az egyedfejlődés során változik.

Számtalan ismeretlen tény ellenére az ilyen jellegű alap kutatások segíthetnek a nemesítőknak, de a valóság pontosabb megismeréséhez további és sokirányú kísérletre van szükség.

6. Ö S S Z E F O G L A L Á S

Két őszi búza: *T. aestivum* cv GK Szeged és cv. Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének anatómiai szerkezetét vizsgáltuk fény- és Scanning E. mikroszkóppal.

Mindkét búza cv, zászlós levele kissé vastagabb, szélesebb, területe nagyobb és kb. 20 large és small intermediate nyalábbal többet tartalmaz, mint a második levél. A GK Szeged zászlós levelének a szélessége és vastagsága, a Jubilejnaja 50 zászlós levelének pedig a hossza és területe jelentősen nagyobb a második leveléhez viszonyítva.

A két fajta zászlós levelének abaxiális oldalán a small intermediate nyalábok felett és az erek között kisebb a mezofillum sejtek magassága, mint a második levélben. A bulliform sejtek alatt lévő mezofillum sejtek magassága a zászlós levélben a Jubilejnaja 50-nél csökken, a GK Szegednél alig változik a második leveléhez képest. A vizsgált búzafajták egységes sajátásként a zászlós levélben a több lóbuszu sejtek gyakoribbak, mint a második levélben. A Jubilejnaja 50 mindkét levelében a sok lóbuszu mezofillum sejtek nagyobb százalékban fordulnak elő, mint a GK Szeged levelében.

Mindkét fajta zászlós levelének adaxiális oldalán jelentősen nagyobb a sztóma, a trichomaszám és erőteljesebb az epikutikuláris viaszborítás, mint az abaxiális felszínen.

A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 zászlós és második levele vizsgáldoklásáról az alábbiakat állapíthatjuk meg.

A Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének relatív viztartalma nagyobb a GK Szegednél mért értékeknél. A második levelek RWC értéke mindkét fajta zászlós levelének relatív viztartalmánál nagyobb. A Jubilejnaja 50 leveleinél a nap folyamán erőteljesebb RWC változást mértünk.

A leválasztott levelek 40 C° hőmérsékleten történő vízleadását vizsgálva a Jubilejnaja 50 zászlós és második levele az élénkebb vízleadási üteme miatt 24 h alatt több vizet veszített.

Különböző PEG vizes oldatokon uszó zászlós és második levelek vízleadási üteme a vizsgált fajtáknál eltérő volt. 1; 2,5; 3,5 %-os PEG oldatokon a Jubilejnaja 50 mindkét levele már vizet veszített ellentétben a GK Szegednél tapasztaltaknál. 10 %-os PEG oldaton a két fajta leveleinél közel hasonló vízvesztést regisztráltunk. 25 %-os PEG oldaton a GK Szeged zászlós és második levelének vízvesztése lassabb ütemű volt. 35 %-os PEG oldaton bár az első két órában a GK Szeged zászlós és második levelénél erőteljesebb vízvesztést tapasztaltunk, 24 óra múlva a Jubilejnaja 50 viztartalma jelentősen kisebb lett.

Ha szomjaztatás után a 2 búza fajta gyökereit eltérő vízpotenciál értékű PEG oldatokkal öntöztük, kezelésenként változott a vízfelvétel mértéke. A két búza fajta zászlós és második levelénél nagy különbséget találtunk a gyökerek által felvett víznek a levelekben való megjelenésében, illetve megtartásában. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a GK Szeged jobban hasznosította az általa felvehető vízmennyiséget.

A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének adaxiális és abaxiális felszínén a fényperiódus első 3 órájában vizsgáltuk a sztómák mozgását.

Ha a két fajta zászlós és második leveleinek sztómamozgását összehasonlítjuk, a Jubilejnaja 50 sztómái nagyobb százalékban nyitnak. Sötét periódusban a Jubilejnaja 50 mindkét levelének mind a két felszínén 1-2 %-kal több nyitott sztómát találtunk.

A két fajta zászlós leveleinek sztómamozgását vizsgálva az adaxiális felszínnek között a fényperiódus első fél órájában a Jubilejnaja 50 sztómái 16 %-kal nagyobb számban nyitottak, ezen érték 2,5 óra múlva 4 %-ra csökkent. Az abaxiális felszínen a sztómák nyitottságát mutató görbék hasonló lefutásúak. A két fajta második levelének adaxiális felszínén a Jubilejnaja 50 sztómáinak 4 %-os /sötét periódus/ nyitottsága fél óra múlva 51 %-ra emelkedett, amely 10 %-kal több a GK Szegednél mért értéknél. 9 órakor a különbség 6 %-ra csökkent. Az abaxiális felszínen a Jubilejnaja 50-nél a sötét periódus végén egy 14 %-os sztómanyitottságot rögzítettünk. A GK Szegednél ezen érték 1 % volt. Megvilágítás után az első fél óra elteltével a Jubilejnaja 50 51 %-os, a GK Szeged 43 %-os nyitottsági fokot ért el, amely különbség 2 óra múlva szinte kiegyenlítődött.

A GK Szeged és a Jubilejnaja 50 zászlós és második levelének in vivo CO_2 anyagcsere intenzitása mindhárom kísérleti feltételnél döntő a kalászéhoz képest.

A fajták virágzásakor anaerob légtér és fényindukálta sötétben a GK Szeged zászlós levele CO_2 fixációt végzett. Ezzel szemben a Jubilejnaja 50-nél CO_2 termelést regisztráltunk. A GK Szegednél mért netto fotoszintézis háromszorosára a Jubilejnaja 50-nél mért CO_2 fixációnak. Aerob légtér és fényserkentette sötétben mért CO_2 anyagcsere változások azt mutatják, hogy a GK Szeged ezen alkalommal is CO_2 -t fogyaszt, míg a Jubilejnaja 50 levelénél CO_2 termelés folyt.

Szertelítődés idején/a virágzás idején mért értékekhez képest/ a GK Szeged a kísérleti körülményekre kissé visszafogottabban reagál, ezzel ellentétben a Jubilejnaja 50 levele aktívabb volt a CO_2 fixálás tekintetében.

A második levéllel végzett mérések igazolták, hogy mindkét fajtánál fontos a szerepük nemcsak a virágzás, hanem a szertelítődés ideje alatt is.

A virágzás idején mindkét fajta 2. levele a zászlós levélhez hasonló reakciót mutatott. Szertelítődés idején a Jubilejnaja 50 hasonló CO_2 anyagcserét végzett, mint virágzás idején, a GK Szegednél anaerob légtér és fényindukálta sötétben fixációt nem tudtunk kimutatni, a netto fotoszintézis értéke feleződött a virágzás idején mért értékhez képest.

7. I R O D A L O M

- Allaway, W. G. /1973/: Accumulation of malate in guard cells of *Vicia faba* during stomatal opening. - *Planta* 110, 63-70.
- Austin, R. B., Morgan, C. L., Ford, M. A. and Bhagwat, S.C. /1982/: Flag leaf photosynthesis of *Triticum aestivum* and related diploid and tetraploid species. - *Ann. Bot.* 49, 177-89.
- Beke, B. /1977/: Eltérő típusu búzafajták ezerszemtömeg csökkenése a kalász, zászlós levél és összes levél kezelésének hatására. - *Alkotó Ifjúság Pályázat, Gabonatermesztési Kutatóintézet, Szeged.*
- Belikov, P. S., Motorina, M.V. and Kurkova, E.B. /1961/: Intensity of photosynthesis in different varieties of *Triticum*. - *Proc. Timir. Agric. Acad.* 5, 44-54.
- Berger, A. /1978/: La circulation de l'eau à travers la plante. - *Houille Blanche*, 3-4. 227-234.
- Bird, I. F., Cornelius, M. J. and Keys, A. J. /1977/: Effects of temperature on photosynthesis by maize and wheat. - *Journal of Experimental Botany*, Vol. 28, No 104, 519-524.
- Bonstra, A.E.H.R. /1937/: Der Einfluss der verschiedenen assimilierenden teile auf den Samenertrag von Weizen. - *Z. Zücht.* A. 21, 115-147.
- Brag, H. /1972/: The influence of potassium on the transpiration rate and stomatal opening in *Triticum aestivum* and *Pisum sativum*. - *Physiol. Plant.* 26, 250-257.

- Chonan, N. /1965/: Studies on the photosynthetic tissues in the leaves of cereal crops. The mesophyll structure of wheat leaves at different levels of the shoot. - Tohoku J. Agric. Research 16, 1-12.
- Chonan, N. /1966/: Studies on the photosynthetic tissues in the leaves of cereal crops. II. Effect of shading on the mesophyll structure of the wheat leaves. - Proc. Crop. Sci. Soc. Japan, 35. 78-82.
- Chonan, N. /1970/: Studies on the photosynthetic tissues in the leaves of cereal crops. V. Comparison of the mesophyll structure among seedling leaves of cereal crops. - Ibid. 39, 418-428.
- Dunstone, R. L., Gifford, R. M. and Evans, L. T. /1973/: Photosynthetic characteristics of modern and primitive wheat species in relation to ontogeny and adaptation to light. - Aust. J. Biol. Sci. 26, 295-307.
- Dunstone, R. L. and Evans, L. T. /1974/: Role of changes in cell size in the evolution of wheat. - Aust. J. Pl. Physiol. 1, 157-165.
- Evans, L. T. and Dunstone, R. L. /1970/: Some physiological aspects of evolution in wheat. - Aust. J. Biol. Sci. 23, 725-741.
- Fischer, R. A. /1968/ Stomatal opening role of potassium uptake by guard cells. Science, 160. 784-785.
- Fischer, R. A., Hsiao, T. C. /1968/: Stomatal opening in isolated epidermal strips of *Vicia faba*. II. Responses to KCl concentration and the role of potassium absorption. - Plant Physiol. 43, 1953-1958.

- Focke, R. /1973/: Einfluss der Architektur der Weizenpflanze auf der Ahrenertrag unter besonderer Berücksichtigung der Blattfläche. - Tag-Ber. Akad. Landw. - Wiss DDR Nr. 122, 327-333.
- Frank, A. B., Power, J. F. and Willis. W.O. /1973/: Effect of temperature and plant water stress on photosynthesis, diffusion resistance, and leaf water potential in Spring Wheat. - Agronomy Journal, Vol. 65. 777-780.
- Friend, D. J. C. and Pomeroy, M. /1970/: Changes in cell size and number associated with the effect of light intensity and temperature on the leaf morphology of wheat. - Can. J. Bot. 48, 85-90.
- Fujino, M. /1959/: Stomatal movement and active migration of potassium /in Japanese/. - Kagaku 29. 660 - 661.
- Gaastra, P. /1959/: Photosynthesis of crop plants as influenced by light, carbon dioxide, temperature, and stomatal diffusion resistance. - Meded. Landbouwhoges. Wageningen 59. 1-68.
- Görög, K. Muschinek, Gy., Mustárdy L. A. and Faludi - Dániel, Á. /1982/: Comparative studies of safener feners for the prevention of EPTC injury in maize. - Weed Res. 22., 27-33.
- Hess, D. /1976/: Pflanzenphysiologie. Molekulare und biochemisch - physiologische Grundlagen von Stoffwechsel und Entwicklung. Eugen Ulmer GmbH et CO., Stuttgart.

- Humble, G. D. Hsiao, T.C. /1970/: Light dependent influx and efflux of potassium of guard cells during stomatal opening and elasing.-Plant Physiol. 46. 483-487.
- Humble, G. D., Rashke, K. /1971/: Stomatal opening quantitatively related to potassium transport. Evidence from electron probe analysis.-Plant. Physiol. 48, 447-453.
- Irvine, J. E. /1967/: Photosynthesis in sugarcane varieties under field conditions. - Crop. Sci. 7. 457-460.
- Izhar, S. and Wallace, D. H. /1967/: Studies of the physiological basis for yield differences III. Genetic variation in photosynthetic efficiency of *Phaseolus vulgaris* L. - Crop. Sci. 7. 457-460.
- Jarvis, P. G. /1982/: Production efficiency of coniferous forest in the UK. Department of forestry and natural resources, University of Edinburgh, UK.
- Johnson, R., R., Frey, N. M. and Moss, N. /1974/: Effect of water stress on photosynthesis and transpiration of flag leaves and spikes of barley and wheat. - Crop Science, Vol. 14. 728-731.
- Jolliffe, P. A. and Tregunna, E. B. /1972/: Environmental regulation of the oxygen effect on apparent photosynthesis in wheat. - Can. J. Bot. 51: 841-853.
- Karnovsky, M. J. /1965/: A formaldehyde-glutaraldehyde-fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. - J. Cell. Biol. 27. 137A-138A.

- Keys, A. J., Sanpaio, E.V.S.B., Cornelius, M. J. /1977/: Effect of temperature on photosynthesis and photorespiration of wheat leaves. - Journal of Experimental Botany, Vol. 28. No. 104. 525-533.
- Khan, M. A., Tsunoda, S. /1970/: Differences in leaf photosynthesis and leaf transpiration rates six commercial wheat varieties of West Pakistan. - Japan J. Breeding, 20, 6: 334-350.
- Khan, M. A. and Tsunoda, S. /1970/: Evolutionary trends in leaf photosynthesis and related leaf characters among cultivated wheat species and its wild relatives. - Japan, J. Breed, 20. 133-140.
- Khan, M. A. and Tsunoda, S. /1971/: Comparative leaf anatomy of cultivated wheats and wild relatives with reference to their leaf photosynthetic rates. - Ibid. 21, 143-150.
- Khanna-Chopra and Sinha, S.K. /1981/: RuBP carbonylase activity in wheat following ear emergence and evolution of the role of ear. - Photosynthesis Research, 2: 145-152.
- Kirkham, M. B. and Smith, E. L. /1978/: Water relations of tall and short cultivars of winter wheat. - Crop Science, Vol. 18. 227-229.
- Khirkham, M. B., Smith, E. L., Dhanasobhon, C. and Drake, T.I. /1980/: Resistance to water loss of winter wheat flag leaves. - Cereal Research Communications Vol. 8. No. 2., 393-399.

- Kno, J., O'Brien, T. P. and Canny, M. J. /1974/: Pit-field distribution, plasmodesmatal frequency, and assimilate flux in the mesophyll sheath cells of wheat leaves. - *Planta /Berl./* 121, 97-118.
- Lawlor, D. W. /1976/: Water stress induced changes in photosynthesis, photorespiration, respiration and CO₂ compensation concentration of wheat. - *Photosynthetica* 10 /3/ 378-387.
- Ledent, J. F. and Pochet, P. /1978: Leaf anatomy and yield in winter wheat cultivars. - *Cereal Research Communications* Vol. 6. No. 3. 255-263.
- Levitt, J. /1974/: The mechanism of stomatal movement - once more. - *Protoplasma*, 82. 1-17.
- Lukjanyenko, P. P. /1971/: O szelekci nízkosztebelnüh szortov ozimój psenyicü. - *Celek.u. szem.* 2.
- Lupton, F. G. H. /1972/: Further experiments on photosynthesis and translocation in wheat. - *Ann. appl. Biol.*, 71,1: 69-79.
- Lupton, F. G. H. /1968/: The analyse of grain yield of wheat in terms of photosynthetic ability and efficiency of translocation. - *Ann. appl. Biol.* 61,1: 109-119
- Maróti, I. /1976/: Photosynthetical pigments in the spongy and palisade paranchymas and the alternative ways of photosynthesis. - *Acta Biol. Szeged*, 22. 7-14.
- Maróti, I. and Gábor, G. /1976/: Thylakoid aggregation and pigment ratios in the spongy and palisade parenchymas. - *Acta Biol. Szeged*, 22. 15-27.

- Marshall, B. and Biscoe, P. V. /1980/: A model for C₃ leaves describing the dependence of net photo-synthesis on irradiance. - Journal of Experimental Botany, Vol. 31, No. 120, 41-48.
- Martin, R. J., Dougherty, C. T. /1975/: Diurnal variation of water potential of wheat under contrasting weather conditions. - New Zealand Journal of Agricultural Research, Wellington. 18. 145-148.
- Meidner, H. /1968/: The comparative effects of blue and red light on the stomata of *Allium cepa* L. and *Xanthium pennsylvanicum*. - Wesd. Sci. 24, 88-91.
- Meinl, G. and Rothacker, D. /1963/: Investigations on the CO₂ exchange of potatoes clones of different ploidy. - Ber. Deutsch. Bot. Gesell. 76. 179-185.
- Metcalf, C. R. /1960/: Anatomy of the monocotyledons. I. Gramineae, Oxford.
- Mexal, J., Fischer, J. T., Osteryoung, J. and Patrick Reid, C.P. /1975/: Oxygen availability in polyethylene glycol solutions and its implications in plant - Water relations. - Plant Physiology, Lancaster, 55, 20-24.
- Meyer, W. S. and Green, G. C. /1980/: Water use by wheat and plant indicators of available soil water. - Agronomy J. Vol. 72. 253-257.

- Migus, W. N. and Hunt, L. A. /1980/: Gas exchange rates and nitrogen concentration in two winter wheat cultivars during the grain - filling period. - Journal canadien de botanique vol. 58. No.19. 2110-2115.
- Millar, B. D. and Denmead, O. T. /1976/: Water Relations of wheat leaves in the Field. - Agronomy Journal, Vol. 68. 303-307.
- Mózsik, L. /1981/: Búzafajták egységnyi tömegü szárazanyagelőállításához felhasznált vízmennyiség. Koordinacionnűj Centr, SZEV Odessza kiadványa /in press/
- Nalborczyk, Z. /1978/: Genotipnűe razlicsija fotoszintéza hlebnűh zlakov. - Koordinacionnűh Centr SZEV, Odessza, KOC-5. 10. Tema 29. 5-3.6., 50-54.
- Nicsiporovics, A. A. /1972/: Fotoszűnteticseszkaja gyejatelnoszty rasztenij i puti povűsennjű itz produktivnosztyi. - Szb. "Teopeticseszkie osnovű fotoszinteticseszkoj produktivnosztyi". M. 511-527.
- Ogawa, T., Ishikawa, H., Shimada, K., Shibata, K., /1978/: Synergistic acton of red and blue light and action spectra for malate formation in guard cells of *Vicia faba* L. - Planta, 142, 61-65.
- Ogawa, T. /1981/: Blue light response of stomata with starch-containing /*Vicia faba*/ and starch-deficient /*Allium cepa*/ guard cells under bacground illumination with red light. - Planta, 152. 36-43.

- Pallaghy, C. K. /1971/: Stomatal movement and potassium transport in epidermal strips of *Zea mays*: The effect of CO₂ - *Planta* 101, 287-295.
- Pallas, J. E., Wright, B. G. /1973/: Organic acid changes in the epidermis of *Vicia faba* and their implication in stomatal movement. - *Plant Physiol.* 51, 588-590.
- Palmer, M. J., Bacon, J.S.D. /1967/: The effect of illumination on the malic acid content and anion cation balance of mustard leaves /*Sinapis alba*/. - *Biochem. J.* 102. 304-312.
- Parker, M. L. and Ford, M. A. /1982/: The structure of mesophyll of flag leaves in three *Triticum* species. - *Ann. Bot.* 49, 165-176.
- Patrick, J. W. /1972/: Vascular system of stem of wheat plant. I. Mature state. - *Rust. J. Bot.* 20. 49-63.
- Peaslee, D. E., Moss., D. N. /1968/: Stomatal conductivities in K-deficient leaves of maize. *Crop. Sci.* 8, 427-430.
- Pick, U., Rottenberg, H., Avron, M. /1973/: Effect of phosphorylation on the size of the proton gradient across chloroplast membranes. *FEBS Letters* 32. 91-94.
- Prioul, J. L. and Chartier, P. /1977/: Partitioning of transfer and carboxylation components of intracellular resistance to photosynthetic CO₂ fixation: a critical analysis of the methods used. - *Ann. Bot.* 41, 789-800.



- Quarrie, S. A. and Jones, H.G. /1977/: Effect of abscisic acid and water stress on development and morphology of wheat. - Journal of Experimental Botany Vol. 28. No. 102, 192-203.
- Raschke, K., Fellows, M.P. /1971/: Stomatal movements in Zea mays. Shuttle of potassium and chloride between guard cells and subsidiary cells. - Planta 101, 296-316.
- Raschke, K. /1975/: Stomatal aciton. - Ann. Rev. Plant Physiol. 26. 309-340.
- Sandhu, A. S., and Laude, H. M. /1958/: Tests of drouth and heat hardiness of winter wheat. - Agronomy Journal. Vol. 50. 78-91.
- Sawhney, B.L.; Zelitén, I. /1969/: Direct determination of potassium ion accumulation in guard cells in relation to stomatal opening in light. - Plant Physiol. 44, 1350-1354.
- Scarth, G. W. /1932/: Mechanizm of the action of light and other factors on stomatal movement. Plant Physiol, 7. 481-504.
- Shaw, M. /1954/: Cloroplasts in the stomata of Allium cepa L. - New Phyt. 53, 344-348.
- Sheriff, D.W. /1979/: Water vapour and heat transfer in leaves. Ann. Bot. 43, 157-171.
- Simpson, G. M. /1968/: Association between grain yield per plant on photosynthetic arca above the flag leaf nede in wheat. - Can. Plant Ottawa, 3. 253-260.

- Skene, D. S. /1974/: Chloroplast structure in mature apple leaves grown under different levels of illumination and their response to changed illumination. - Proc. R. Soc. Lond. B. 186, 757-78.
- Stalfelt, M. G. /1965/: The relation between the endogenous and induced elements of the stomatal movement. - Physiol. Plant 13, 177-183.
- Stoy, V. /1963/: The translocation of C^{14} - labelled photosynthetic products from the leaf to the ear in wheat. - Physiologia Plantarum, vol.16. 851-866.
- F. Scutliffe, J. /1982/: A növények és a víz. - Mezőgazdasági Kiadó, Bp.**
Szász, G. /1963/: Különböző termesztett növények állományainak evapotranspirációs vízvesztése. - Magyar Tudományos Akadémiai Évkönyv II. 157-170.
- Teare, I., D., Peterson, C. J. and Law, A. G. /1971/: Size and frequency of leaf stomata in cultivars of *Triticum aestivum* and other *Triticum* species.
- Thomas, D. A. /1971/: The regulation of stomatal aperture in tobacco leaf epidermal strips. III. The effect of ATP. - Aust. J. Biol. Sci. 24, 689-707.
- Tuan, H. C. /1962/: Studies on the leaf cells of wheat. I. Morphology of the mesophyll cells. - Acta Bot. Sin. 10., 285-291.
- Volodarszkij, H. I., Büsztrük, E. E. /1976/: Nekatorül oszobénfoszti fotoszinteticeszköz gyejätelnoosztü vüszokoproduktivnütü szortov psenyicü. - Selskohozjajstvennoja biológija, XI. No. 7.

- Volodarszkij, H. I., Büsztrük E. E., Nyikolájeva, E.K.
/1978/: Fotoszinteticeszkája aktivnoszty vernego
liszta psenyicü i szortov razlicnoj produktiv-
noszty. - Selskóhozjajstvennaja biológija, XIII.
No. 5.
- Wilmer, C.M., Kansfield, T.A. /1969/: Active cation
transport and stomatal opening: A possible phy-
siological role of sodium ions. - Z. Pfl. Phy-
siol. 62, 398-400.
- Wilmer, C., Kanai, R., Pallau, J.E., Black, C.C. /1973/:
Detection of high levels of phosphoenolpyruvate
carboxylase in leaf epidermal tissue and its
significance in stomatal movements. - Life Sci.
12, 151-155.
- S, Wolcsánszky, E. /1972/: Néhány ökológiai tényező ha-
tása a kukoricahajtás vegetatív szerveinek ana-
tómiajára. - Kandidátusi értekezés, Gödöllő.
- Zeigler, E., Hepler, P.K. /1977/: Light and stomatal
function: blue light stimulates swelling of
guard cell protoplasts. - Science, 196. 887-889.
- Zelenskiij, M.I., Mogileva Galina, Skitova Inessa és
Fattakhova Flüra /1978/: Hill reaction of chlo-
roplasts from some species, varieties, and cul-
tivars of wheat. - Photosynthetica 12 /4/: 428 -
435.
- Zóth-Bejerano, N., Itai, G. /1981/: Involvement of
phytocrome in stomatal movement: Effect of blue
and red light. - Physiol. Plant 52, 201-206.

Adalék az irodalomhoz

Creach, E. /1979/: Dark carbon dioxide fixation under aerobic and anaerobic conditions in maize leaves after preillumination in the absence of oxygen - Plant Physiol 63, 788-791.

Creach, E., Michel, J. P. and Thibault, P. /1974/: Aspartic acid as an internal CO₂ reservoir in maize leaves: Effect of oxygen concentration and of far-red illumination - Planta, 118, 91-100.

Galmiche, J.M. /1973/: Studies on the mechanism of glycerate 3-phosphate synthesis in tomato and maize leaves.

Levi, C., Perchorowicz, J. T. and Gibbs, M. /1978/: Malate synthesis by dark carbon dioxide fixation in leaves - Plant Physiol, 61. 477-480.

Ezúttal mondok köszönetet dr. Gulyás Sándor egyetemi docensnek, tanszékvezetőnek és dr. Szániel Imrének, a mezőgazdasági tudományok doktorának, intézeti igazgatónak azért, hogy a JATE Növényteni Tanszékén, illetve a Gabonatermesztési Kutatóintézetben az értekezéshez szükséges kísérleteket elvégezhettem.

dr. Maróti Imre egyetemi docensnek, témavezetőnek megköszönöm a szoros munkakapcsolaton alapuló segítségnyújtását, amely hozzájárult a témakör irodalmi, kísérleti anyagának feldolgozásához. Ennek eredménye az e témakörben készített közös publikáció is /Pataky, Sz., Bálint, J., Maróti, I. /1982/: Két *Triticum aestivum* zászlós és második levelének anatómiai összehasonlítása . -/in press/.

dr. Mózsik Lajos tudományos munkatársnak és dr. Pataki Szerén egyetemi adjunktusnak megköszönöm a kísérleti munkában és az értekezés összeállításában nyújtott segítségüket.

