

POREDBENA ISTRAŽIVANJA TRANSPIRACIJE NEKIH VRSTA BILJAKA ŠUMSKIH ZAJEDNICA, POLJA I VOĆNJAKA

Mit deutscher Zusammenfassung

MIHOVIL GRACANIN, LJUDEVIT ILIJANIĆ, VALENTINA GAŽI-BASKOVA
i NADA HULINA

(Iz Instituta za botaniku Sveučilišta u Zagrebu)

Primljeno 10. 1. 1970.

Uvod

Istraživanja transpiracijske sposobnosti biljaka, koja smo u većem opsegu započeli godine 1967. (Gračanin, Ilijanić, Gaži i Hulina 1969), nastavili smo u godini 1968. u nizinskom području Hrvatske. Uspoređivani su hod i veličina transpiracije nekih vrsta fanerofta hras-tovih šuma najdonjeg vegetacijskog pojasa u okolici Zagreba i kulturnih sorata jabuke (*Malus* sorte) i hibrida kukuruza (*Zea mays*). Pokusni tereni nalazili su se u Živicama uz cestu Zagreb—Dugo selo, gdje sa šumom graniči plantažni voćnjak, te u Božjakovini, gdje je u neposrednoj bli-zini park-šume uzgajan hibridni kukuruz.*

Zanimalo nas je najprije kako transpiriraju najvažnije autohtone vrste šumske vegetacije, napose u odnosu na transpiracijsku sposobnost voćnih kultura. Isto tako bilo je zanimljivo usporediti transpiracijsku sposobnost nekih fanerofita park-šume u Božjakovini s transpiracijom kukuruza, koji se posljednjih godina sve više uzgaja u posavskoj Hrvat-skoj, napose na hidromorfnim tlima.

Takvih usporednih istraživanja kod nas dosad nije bilo, iako imaju naučno i praktično značenje.

Valja napomenuti da godina 1968. nije bila povoljna za terenska istraživanja. U drugoj polovini godine, kada su obavljena naša istraži-vanja, vedrih dana bilo je malo, a pored toga godina je, naročito u prvoj polovini bila neuobičajeno sušna (usp. tab. 1), što je znatno ograničavalo

* Istraživanja u Živicama izvršili su Gračanin i Ilijanić, u Božjakovini Gaži i Hulina.

vrijednosti Tr, pa čak i onemogućivalo dobivanje predodžbe o maksimalnoj transpiracijskoj sposobnosti izučavanih biljaka. Istraživanja smo stoga nastavili i u godini 1969. u nizinskom području Hrvatske i proširili ih na još neke kulturne vrste.

Metodika istraživanja i opis pokusnih staništa

Metodika istraživanja bila je ista kao i prilikom naših istraživanja u godini 1967. U nekim slučajevima vrijednosti Tr preračunavali smo i na jedinicu lisne površine. Pored toga određivana je i vlažnost tla (sušenjem na 100—105°C) u pojedinim slojevima rizosfere.

a) Klimatske prilike

Klima je 1968. godine bila semihumidna, umjereno topla, što se vidi iz podataka u tabeli 1. Do kraja svibnja palo je vrlo malo oborina (117 mm), pa se to odrazilo u smanjenoj vlažnosti rizosfere. Veljača je bila semiaridna kao i svibanj, dok su ožujak i travanj bili peraridni. U lipnju je palo više kiše nego u prvih 5 mjeseci, pa je klima bila humidna. Srpanj je bio aridan, kolovoz semihumidan, a tek rujna opet humidan. Kako su naša istraživanja vršena od srpnja do kraja rujna, razumljivo je da su se klimatske prilike reflektirale u rezultatima istraživanja.

Tab 1.

| 1968. (Zagreb-Maksimir) | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | God. Jahr |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----------|
| Količina oborina (mm) Niederschlagsmenge (mm) | 17 | 17 | 11 | 15 | 57 | 127 | 63 | 115 | 124 | 17 | 97 | 69 | 729 |
| Srednja temp. zraka (°C) Mittl. Lufttemperatur (°C) | 1,7 | 3,5 | 6,6 | 12,3 | 15,8 | 18,9 | 20,2 | 18,5 | 15,1 | 11,3 | 6,3 | -1,5 | 10,7 |
| Mjes i god. kiš. faktor Monat. u jahrl. Regenfact. | 10 | 4,8 | 1,6 | 1,2 | 3,5 | 6,7 | 3,1 | 6,2 | 8,2 | 15 | 15 | — | 6,8 |
| Humiditet klime (H) Klimahumidität (H) | h | sa | pa | pa | sa | h | a | sh | h | pa | ph | — | sh |
| Toplinski karakter klime (Tk) Thermale Klimabezeichn. (Tk) | hl | hl | uhl | t | t | t | v | t | t | ut | uhl | n | ut |

Podaci o oborinama i temperaturama odnose se na stanicu Zagreb-Maksimir, a dobiveni su od Hidrometeorološkog zavoda Hrvatske. Mjesečni kišni faktori (Kfm), humiditet klime (H) i toplinski karakter (Tk) izraženi su po M. Gračaninu (1950).

Na dane mjerenja transpiracije mjerili smo na pokusnim plohama također temperaturu zraka i tla, relativnu vlažnost zraka i intenzitet osvjetljenja.

Rezultate tih mjerenja donosimo ovdje u sažetom obliku. Potpunije ih namjeravamo donijeti u jednoj od narednih rasprava, u kojoj ćemo prikazati odnose između intenziteta Tr i navedenih fizikalnih faktora.

Temperatura uzduha na visini od 150 cm kolebala je za vrijeme naših mjerenja ovako:

| | u Živicama | u Božjakovini |
|----------------|--------------|---------------|
| 24. VII 1968. | 18,8—24,5 °C | 17,5—24,2 °C |
| 14. VIII 1968. | 16,2—19,8 | 16,5—20,0 |
| 27. IX 1968. | 11,8—16,8 | 12,0—17,5 |

Temperatura tla u šumi na dubini od 20 cm:

| | u Živicama | u Božjakovini |
|----------------|----------------|---------------|
| 24. VII 1968. | 15,2 — 15,6 °C | 16,0 °C |
| 14. VIII 1968. | 16,6 — 16,7 | 17,5 |
| 27. IX 1968. | 12,8 — 13,0 | 13,0 — 13,4. |

Relativna vlaga uzduha u šumi na visini od 150 cm:

| 24. VII 1968. | 48 — 78 ‰ | 63 — 96 ‰ |
|----------------|-----------|-----------|
| 14. VIII 1968. | 63 — 86 | 79 — 95 |
| 27. IX 1968. | 59 — 88 | 63 — 77 |

Intenzitet osvjetljenja mjerili smo s pomoću luksmetra (po dru B. Langeu) neposredno prije određivanja transpiracije lišća svake pokusne vrste. Foto-stanica bila je eksponirana na istu stranu kao i list pokusne biljke koji smo uzimali za određivanje Tr. Ovdje donosimo međutim samo rezultate mjerenja intenziteta direktnog svjetla na otvorenom prostoru u voćnjaku pokraj šume, gdje je svjetlo kolebalo u ovim granicama:

| | |
|----------------|-----------------------|
| 24. VII 1968. | 21.000 — 72.000 luksa |
| 14. VIII 1968. | 11.000 — 17.000 |
| 27. IX 1968. | 6.500 — 79.000 |

b) Pedološke prilike

Tla pokusnog terena u Živicama pripadaju umjereno podzoliranom tipu u fazi slabe epihidrogenizacije. Dok se tlo šume nalazi u prirodnom stanju, tlo plantažnog voćnjaka je rigolano do dubine od cca 45 cm, razrahljeno i intenzivno fertilizirano posljednjih godina, pa su njegova ekološka svojstva nešto povoljnija nego svojstva susjednog šumskog tla. Valja naročito istaći njihovu veću propusnost za vodu. Tla su dosta kisela, ali je aktivni i supstitucijski aciditet tla voćnjaka nešto manji, jamačno uslijed fertilizacije. Međutim razlike u reakciji nisu tako velike da bi mogle imati utjecaj na transpiracijsku sposobnost istraživanih kultura. To se vidi iz niže navedenih podataka o reakciji profila tla pod šumom i voćnjakom:

| Dubina tla cm | Šuma pH u | | Voćnjak pH u | |
|------------------|------------------|-------|--------------------|-------|
| | H ₂ O | n-KCl | H ₂ O | n-KCl |
| 0—10 | 4,20 | 3,39 | 4,90 | 3,95 |
| 10—30 | 4,47 | 3,50 | 4,68 | 3,70 |
| 30—60 | 4,60 | 3,55 | 4,75 | 3,62 |
| 60—100 | 4,82 | 3,21 | 5,20 | 3,78 |

Pokusna tla u Božjakovini ponešto se međusobno razlikuju, iako se nalaze u neposrednoj blizini. U oba slučaja radi se o aluvijalno-deluvijalnim sedimentima, znatno utjecanim naplavinama, koje su odredile kemijska svojstva pojedinim horizontima profila. Dok je tlo šumskog parka pretežno slabo acidno u čitavom profilu, poljsko tlo je vrlo

slabo alkalično do dubine od 30 cm, zatim vrlo slabo acidno do 60 cm, a onda opet slabo alkalično, što se vidi iz narednih podataka:

| Dubina tla cm | Park-šuma pH u | | Polje pH u | |
|------------------|----------------------|-------|------------------|-------|
| | H ₂ O | n-KCl | H ₂ O | n-KCl |
| 0—10 | 6,33 | 5,37 | 7,20 | 6,88 |
| 10—30 | 6,22 | 5,32 | 7,21 | 6,70 |
| 30—60 | 6,28 | 5,43 | 6,28 | 5,19 |
| 60—100 | 6,30 | 5,19 | 7,12 | 6,60 |

U fizikalnom pogledu tla u Božjakovini su nešto povoljnijih svojstava od tala u Živicama.

Na dane mjerenja transpiracije određivali smo i vlagu tla u sloju rizosfere do dubine od 100 cm (tab. 2).

Tab. 2. Vlažnost tla (u tež %)

Tab. 2. Bodenfeuchtigkeit (in Gew. %)

| Lokalitet Lokalität | Živice | | | | | | Božjakovina | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------|---------------|----------------------|---------------|---------|----------------------|---------|---------------|---------------------------|---------------|---------|
| | Šuma (Wald) | | | Voćnjak (Obstgarten) | | | Park šuma (Parkwald) | | | Polje kukuruza (Maisfeld) | | |
| Stanište Standort | Datum 1958 | | Datum 1958 | | Datum 1958 | | Datum 1958 | | Datum 1958 | | Datum 1958 | |
| Du- bina Tiefe (cm) | 24. 07. | 14. 08. | 27. 09. | 24. 07. | 14. 08. | 27. 09. | 24. 07. | 14. 08. | 27. 09. | 24. 07. | 14. 08. | 27. 09. |
| 0—10 | 21,5 | 20,3 | 34,4 | 21,4 | 21,9 | 51,4 | 22,4 | 16,5 | 28,1 | 20,1 | 19,5 | 21,6 |
| 10—30 | 17,8 | 12,1 | 26,6 | 24,8 | 23,3 | 32,2 | 15,1 | 18,3 | 22,2 | 21,0 | 21,8 | 22,6 |
| 30—60 | — | 14,1 | 18,5 | 24,4 | 25,0 | 32,9 | 14,8 | 14,4 | 17,7 | 16,8 | 19,7 | 20,9 |
| 60—100 | — | — | 16,0 | — | 22,0 | 27,0 | 18,6 | 15,2 | 14,1 | 15,5 | 19,5 | 21,8 |

Tlo plantažnog voćnjaka bilo je svaki puta vlažnije od šumskog tla u Živicama. U Božjakovini je tlo na polju kukuruza u sloju 10—100 cm bilo također vlažnije od tla susjedne park-šume (izuzetak je 24. VII na 60—100 cm), ali su razlike znatno manje nego u Živicama, a u najgor-njem sloju 0—10 cm bilo je tlo u šumi 24. VII i 27. IX čak i nešto vlaž-nije nego na polju.

c) Vegetacijske prilike

Šuma u Živicama. — Zbog dominantnosti vrsta *Carpinus be-tulus* i *Quercus petraea* koje našoj sastojini daju fizionomiju, čini se, na prvi pogled da ona pripada asocijaciji *Quercu-Carpinetum croaticum*. Tome u prilog govori i nazočnost nekoliko značajnijih biljaka za tu zajednicu (*Prunus avium*, *Stellaria holostea*, *Galium vernum*). Ipak se na temelju analize florističkog sastava može zaključiti da sastojina u fito-cenološkom pogledu predstavlja prelazni tip šume od neutrofilnih i slabo acidofilnih šuma sveze *Carpinion betuli* odn. reda *Fagetalia* prema izra-

zito acidofilnim šumama reda *Quercetalia robori-petraeae*. To se daje zaključiti i na temelju navedenih rezultata mjerenja reakcije tla (pag. 115).

U sastojini smo zabilježili ove biljke:

I. Vrste sveze *Carpinion betuli* odnosno reda *Fagetalia*

| | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 3.1 <i>Carpinus betulus</i> | + 2 <i>Crataegus monogyna</i> |
| 1.1 <i>Fagus sylvatica</i> | 1.1 <i>Stellaria holostea</i> |
| + <i>Prunus avium</i> | 1.1 <i>Galium vernum</i> |
| + 2 <i>Corylus avellana</i> | + <i>Galium silvaticum</i> |

II. Vrste acidofilnih šuma reda *Quercetalia robori-petraeae* odnosno odgovarajućih degradacijskih stadija

| | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| + <i>Betula pendula</i> | 1.1 <i>Veronica officinalis</i> |
| 2.1 <i>Pteridium aquilinum</i> | + <i>Genista germanica</i> |
| 1.2 <i>Calluna vulgaris</i> | + <i>Lathyrus montanus</i> |
| 1.1 <i>Potentilla erecta</i> | + <i>Hieracium umbellatum</i> |
| 1.1 <i>Melampyrum pratense</i> | |

III. Ostale vrste

| | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 3.1 <i>Quercus petraea</i> | 1.1 <i>Luzula forsteri</i> |
| + <i>Quercus robur</i> | + 2 <i>Solidago virgaurea</i> |
| + <i>Quercus cerris</i> | + 2 <i>Cytisus hirsutus</i> |
| + <i>Sorbus torminalis</i> | + <i>Hypericum perforatum</i> |
| + <i>Rhamnus frangula</i> | + <i>Taraxacum officinale</i> |
| 1.1 <i>Holcus lanatus</i> | + <i>Campanula patula</i> |
| 1.1 <i>Ajuga reptans</i> | (+) <i>Centaurea pectinata</i> |
| 1.1 <i>Agrostis tenuis</i> | (+) <i>Centaureium umbellatum</i> |

Park šuma Božjakovina. — Ta je šuma nastala introdukcijom parkovnih vrsta u postojeću nizinsku šumu. Sastojina u kojoj smo mjerili transpiraciju imala je ovaj floristički sastav:

Sloj drveća i grmlja

| | |
|--|--------------------------|
| <i>Quercus robur</i> | <i>Betula pendula</i> |
| <i>Tilia tomentosa</i> f. <i>pendula</i> | <i>Castanea sativa</i> |
| <i>Fraxinus angustifolia</i> | <i>Rubus caesius</i> |
| <i>Acer negundo</i> | <i>Amorpha fruticosa</i> |
| <i>Acer campestre</i> | <i>Rubus</i> sp. |
| <i>Acer platanoides</i> | |
| <i>Juglans nigra</i> | |

Sloj prizemnog rašća

| | |
|---------------------------|-------------------------------|
| <i>Hedera helix</i> | <i>Brachypodium pinnatum</i> |
| <i>Galeopsis speciosa</i> | <i>Lamium maculatum</i> |
| <i>Glechoma hederacea</i> | <i>Heracleum sphondylium</i> |
| <i>Stenactis annua</i> | <i>Primula vulgaris</i> |
| <i>Asarum europaeum</i> | <i>Deschampsia caespitosa</i> |
| <i>Galium silvaticum</i> | <i>Equisetum telmateia</i> |
| <i>Salvia glutinosa</i> | <i>Viola</i> sp. |

Hod transpiracije u Živicama

Istraživanja u Živicama obuhvaćaju 6 fanerofita šumske zajednice (*Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Fagus silvatica*, *Corylus avellana* i *Betula pendula*), te dvije sorte roda *Malus* (Red Delicious i Jonathan). Mjerenja transpiracije vršena su 24. VII, 14. VIII i 27. IX 1968. od 8 do 16 sati, svaka dva sata. Fizikalni faktori transpiracije bili su vrlo promjenljiva intenziteta u toku dana. Otuda nepravilnosti u hodu transpiracije. Prikazat ćemo tabelarno hod transpiracije kao i srednje dnevne vrijednosti Tr za svaku vrstu napose.

1. *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.

Hod transpiracije, kako dnevni tako i sezonski, bio je u hrasta kitnjaka prilično neravnomjeran, što se vidi iz tabele 3.

Tab. 3.

| Datum 1968. | Quercus petraea | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr. Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) |
|----------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|---|---|
| | Veličina transpiracije u | | | | | | |
| | Tr - Werte in mg/g/1' | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16h | | |
| 24. 07. | 8,1 | 2,7 | 4,5 | 3,8 | — | — | — |
| 14. 08. | 1,3 | 2,2 | 4,0 | 2,1 | 1,4 | 2,20 | 1,06 |
| 27. 09. | 4,8 | 5,9 | 6,3 | 5,6 | 3,0 | 5,12 | 2,46 |

Intenzitet Tr raste obično od jutarnjih sati prema podnevnim, a zatim se smanjuje. Iznimka je zabilježena 24. srpnja kada je već u 8 sati postignut maksimum transpiracije od 8,1 mg/g/1'. Dvije su činjenice uočljive: najprije da je maksimum Tr postignut u rujnu, a ne u toplijim mjesecima srpnju i kolovozu i drugo, da je maksimum Tr u srpnju postignut već u 8 sati.

Prva se konstatacija daje objasniti većom vlažnošću rizosfere u rujnu nego u prethodnim dvjema mjesecima (usp. tab. 2), kada je bila manje vlažna. Pored toga i intenzitet osvjetljenja bio je veći u rujnu, pa je i to, bez sumnje, pridonijelo pojačanju transpiracije. Jutarnji maksimum u srpnju dao bi se objasniti činjenicom da je kitnjak preko noći nagomilao nešto vode u svom provodnom sistemu zbog ograničene noćne transpiracije, pa je rano ujutro mogao predati atmosferi više vode nego kasnije, kada su vanjski uvjeti za Tr bili doduše povoljniji, ali opskrba vodom znatno slabija.

Kao što vidimo, kitnjak je na dane naših mjerenja iztranspirirao 1,06 do 2,46 puta više vode nego što iznosi težina njegovih listova.

2. *Quercus robur* L.

Posebno nas je zanimao odnos transpiracijske sposobnosti kitnjaka i lužnjaka kada rastu na istom staništu jedan pored drugoga. Hod Tr kao i dnevna uma Tr vidi se iz tabele 4.

Za vrijeme suše lužnjak je tek nešto slabije transpirirao nego kitnjak, ali je u rujnu, kada je rizosfera bila vlažnija, istranspirirao osjetljivo više.

Tab. 4

| Datum 1968. | Quercus robur | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) |
|----------------|---|-----|-----|-----|------|--|---|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | | |
| 24. 07. | 6,2 | 4,4 | 4,2 | 4,7 | — | — | — |
| 14. 08. | 1,7 | 2,0 | 2,9 | 2,2 | 1,4 | 2,04 | 0,98 |
| 27. 09. | 7,2 | 9,8 | 8,5 | 5,9 | 4,4 | 7,11 | 3,41 |

Maksimum Tr zabilježen je 27. rujna u 10 sati, a iznosio je 9,8 mg/g/1', dok je minimum od 1,4 mg/g/1' konstatiran 14. kolovoza u 16 sati.

Pojačana transpiracija u rujnu posljedica je bolje opskrbljenosti rizosfere ekološki aktivnom vodom.

Lužnjak je za vrijeme naših mjerenja istranspirirao do 3,4 puta više vode nego što iznosi težina njegovog lišća.

3. *Carpinus betulus* L.

Grab je pokazivao gotovo podjednaku transpiracionu sposobnost kao i kitnjak. U kolovoza je transpirirao najslabije, pa čak nešto slabije nego kitnjak, a u rujnu najjače poput ostalih fanerofita šumske zajednice (tab. 5).

Tab. 5.

| Datum 1968. | Carpinus betulus | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) |
|----------------|---|-----|-----|-----|------|--|---|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | | |
| 24. 07. | 6,2 | 4,9 | 3,9 | 2,7 | — | — | — |
| 14. 08. | 1,1 | 2,1 | 1,7 | 1,1 | 1,1 | 1,42 | 0,70 |
| 27. 09. | 5,2 | 6,7 | 6,5 | 4,8 | 3,6 | 5,37 | 2,58 |

Najniža srednja dnevna vrijednost transpiracije od 1,42 mg/g/1' (14. kolovoza) nije mogla biti zabilježena u godini 1967. ni u Zelengaju ni u Zagrebačkoj gori (usp. Gr a č a n i n et al. 1969). Nema sumnje da se tako niska vrijednost Tr ima pripisati suši rizosfere.

4. *Fagus silvatica* L.

Fanerofit, koji je u godini 1967. od svih istraživanih fanerofita Zagrebačke gore istranspirirao najmanje vode, ispoljio je i u Živicama svoju razmjerno slabu transpiracionu sposobnost. Istranspirirao je znatno manje i od hrastova i od graba (tab. 6).

Tab. 6.

| Datum 1968. | Fagus silvatica | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr | Dnevna suma Tr |
|----------------|---|-----|-----|-----|------|------------------------------------|-------------------|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in mg/g/1' | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | Tages- summe der Tr (g/g) | |
| 24. 07. | 3,2 | 2,6 | 2,6 | 0,5 | — | — | — |
| 14. 08. | 1,4 | 1,9 | 2,0 | 2,6 | 1,0 | 1,78 | 0,81 |
| 27. 09. | 4,6 | 4,6 | 4,0 | 3,4 | 1,9 | 3,70 | 1,78 |

Iako bukva ima slabu transpiracionu sposobnost, ona je za vrijeme najveće suše rizosfere istranspirirala više vode nego grab. To bi upućivalo na njeno svojstvo da za vrijeme suše bolje iskorišćuje vodu tla. U drugu ruku bukva za vrijeme pojačanog humiditeta tla racionalnije iskorišćuje vodu staništa.

5. *Corylus avellana* L.

Dnevni i sezonski hod transpiracije bio je u lijeske sličan hodu Tr ostalih istraženih biljaka šume, tj. Tr je bila najslabija u kolovozu, veća u srpnju, a najveća u rujnu (tab. 7).

Tab. 7.

| Datum 1968. | Corylus avellana | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr | Dnevna suma Tr |
|----------------|---|-----|-----|-----|------|------------------------------------|-------------------|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in mg/g/1' | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | Tages- summe der Tr (g/g) | |
| 24. 07. | 4,6 | 4,6 | 4,4 | 2,3 | — | — | — |
| 14. 08. | 3,6 | 3,3 | 1,8 | 3,1 | 2,0 | 2,76 | 1,34 |
| 27. 09. | 5,0 | 6,7 | 7,5 | 7,4 | 2,8 | 5,88 | 2,83 |

Dok je na Zagrebačkoj gori godine 1967. lijeska istranspirirala od svih pokusnih fanerofita najviše vode, u Živicama je 1968. godine ispoljila osrednju transpiracionu sposobnost. U najsušem mjesecu istranspirirala je doduše više od svih ostalih šumskih fanerofita, ali je u vlažnom rujnu potrošila manje vode od lužnjaka.

Sigurno je da u vrijeme naših mjerenja lijeska nije mogla u punoj mjeri ispoljiti svoju transpiracijsku sposobnost. Maksimum Tr iznosio je u Živicama 7,5 mg/g/1', dok je na Zagrebačkoj gori godine 1967. zabilježen maksimum od 9,6 mg/g/1'.

Od svih fanerofita šumske zajednice u Živicama lijeska je za vrijeme najsuše periode istranspirirala najviše vode.

6. *Betula pendula* Roth.

Breza je 1968. prvi put uključena u naša istraživanja, pa je bilo zanimljivo utvrditi njezinu transpiracijsku sposobnost. Ubraja se u heliofite, ali je u našoj sastojini rasla u sjeni. Kao što se vidi iz tabele 8, breza je od svih istraženih vrsta istranspirirala najmanje vode, pa čak manje i od bukve, i u suhim i u vlažnim periodima.

Prema literaturnim podacima breza može istranspirirati vrlo velike količine vode ako su uvjeti za to povoljni. Tako Höhnel (1881) navodi da je jedna osamljena breza s 200.000 listova istranspirirala za vrućeg i sunčanog ljetnog dana oko 300—400 l vode, a za hladnih kišnih dana samo 8—10 l. Prilikom naših istraživanja jedan list breze istranspirirao je maksimalno 4,2 mg H₂O za 1 minutu, a najmanje 0,5 mg. Preračunano na 200.000 listova, a računajući sa srednjom dnevnom vrijednosti Tr od 3,2 mg/g/1' (1 g svježe tvari odgovaraju 4 lista) i 8-satnom transpiracijom, iznosila bi potrošnja vode oko 77 litara; uz pretpostavku da je srednja dnevna vrijednost Tr samo 1,4 mg/g/1' potrošnja vode iznosila bi nešto preko 34 l na dan. Očigledno je da su uvjeti za transpiraciju bili ljeti 1968. mnogo nepovoljniji nego za optimalne vlažnosti tla i osvjetljenja, ali su i za najsušeg dana omogućili brezi da istranspirira više vode nego za hladnih kišnih dana u Höhnelovim pokusima.

Tab. 8.

| Datum 1968. | Betula pendula | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) |
|----------------|---|-----|-----|-----|------|--|---|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | | |
| 24. 07. | 3,4 | 2,1 | 2,2 | 0,5 | — | — | — |
| 14. 08. | 1,0 | 1,9 | 1,6 | 1,8 | 0,9 | 1,44 | 0,67 |
| 27. 09. | 3,7 | 4,2 | 3,3 | 3,1 | 1,8 | 3,22 | 1,54 |

Za vedrog dana pokazivala je breza, prema Piseku i Cartellieru (1939), srednju dnevnu vrijednost Tr od 15,3 mg/g/1', a 4 puta veću od bukve.

7. Malus-sorte

U plantažnom voćnjaku, udaljenom jedva 15—20 m od pokusnih fanerofita šumske zajednice, određivali smo transpiracijsku sposobnost dviju sorata jabuke (*Malus*) i to Jonathan i Red Delicious (tab. 9).

Udara u oči da je intenzitet transpiracije kod obiju sorata jabuke bio u srpnju i kolovozu znatno veći nego u pokusnih fanerofita šumske zajednice. Tako je bio tri puta veći nego u graba i bukve, a dva puta veći nego u kitnjaka i lužnjaka u mjesecu kolovozu. Istovremeno je bila

Tab. 9.

| Datum 1968. | Malus-sorte | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) | Sorta Sorte |
|----------------|---|-----|-----|-----|------|--|---|------------------|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in | | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | | | |
| 24. 07. | 10,6 | 6,7 | 8,0 | 7,4 | — | — | — | Jonathan |
| 14. 08. | 4,2 | 4,5 | 8,0 | 3,9 | 5,1 | 5,14 | 2,47 | |
| 27. 09. | 6,4 | 6,2 | 6,7 | 6,4 | 2,2 | 5,58 | 2,68 | |
| 24. 07. | 6,6 | 9,7 | 8,7 | 1,0 | — | — | — | Red Delicious |
| 14. 08. | 3,8 | 6,3 | 4,8 | 4,2 | 4,7 | 4,76 | 2,28 | |
| 27. 09. | 6,1 | 5,9 | 5,0 | 5,4 | 1,8 | 4,84 | 2,19 | |

transpiracija jabuke za oko 80% veća nego Tr lijeske, koja se od svih šumskih fanerofita odlikovala najvećom transpiracijom u mjesecu kolovozu.

Takvo vladanje jabuke moglo bi se objasniti boljom opskrbom plantažnih tala ekološki aktivnom vodom. Popravorak fizikalnih svojstava tla rigolanjem omogućio je lakše primanje vode oborina, usporio je kapilarno kretanje vlage prema površini terena, a time i evaporaciju vode.

Moguće je također da jabuka ima veću transpiracijsku sposobnost od istraživanih šumskih fanerofita. U prilog tome govore bi naročito vrijednosti transpiracije izražene na jedinicu lisne površine. Kao što ćemo vidjeti kasnije, sorte jabuke istranspirirale su na jedinicu lisne površine nekoliko puta više vode od vrsta susjedne šumske zajednice.

O s v r t

Poredbena istraživanja transpiracije biljaka šumske zajednice i plantažnog voćnjaka u Živicama samo su djelomično otkrila prirodne sposobnosti izučavanih vrsta da gospodare vodom staništa. Ipak su nam omogućila da uočimo njihovo različito vladanje uz podjednake atmosferske prilike, ali i ponešto različitu vlažnost tla. Pretpostavimo li da je rizosfera šumske zajednice bila na čitavom području istraživanja podjednako vlažna, tj. u srpnju i kolovozu podjednako suha, a u rujnu podjednako vlažna, onda bi se moglo reći da su svi specijesi reagirali na sušu tla sniženjem transpiracije, a na povećanu vlažnost povećanjem Tr.

Srednje dnevne vrijednosti Tr u suhom kolovozu od 1,4 mg/g/l' u breze do 2,8 mg/g/l' u lijeske svjedoče o vrlo izrazitoj redukciji potrošnje vode za vrijeme sušnih perioda. Bilo bi zanimljivo istražiti kako je ta redukcija transpiracije djelovala na fotosintetsku asimilaciju.

Posebno je upadljiva sposobnost breze da od svih fanerofita najjače ograniči potrošnju vode, iako ona u povoljnim uvjetima, prema literarnim podacima, može istranspirirati mnogo veće količine vode od hrastova, bukve, graba i nekih drugih fanerofita šumske zajednice.

U vlažnom rujnu srednje dnevne vrijednosti Tr porasle su u kitnjaka za 2,3 puta, lužnjaka za 3,5, bukve 2,2, lijeske 2,1 i breze 2,3 puta.

Da li *Quercus robur* zaista istranspirira više vode od ostalih fanerofita šumskih u Živicama ako je rizosfera jako vlažna? Na to pitanje trebalo bi odgovoriti novim istraživanjima. Isto tako bilo bi važno znati može li breza uz povećanu vlažnost staništa istranspirirati onako velike količine vode kakve navode Pisek i Cartellieri, ako živi u normalnoj šumskoj sastojini, tj. u većoj sjeni, ili joj za to treba i veliki intenzitet svjetla?

Pitanje se dalje postavlja jesu li visoke vrijednosti Tr kod obiju sorata jabuke uvjetovane njihovom prirodno visokom transpiracionom sposobnošću ili su posljedica povoljnije vlažnosti tla plantažnog voćnjaka? Kao što smo vidjeli, u kolovozu su srednje dnevne vrijednosti Tr u jabuke kolebale od 5,1—5,7 mg/g/l', što je dva puta više od maksimalne Tr vrijednosti zabilježene u šumi.

Valja imati na umu da su tla plantažnog voćnjaka rigolana i dobro mehanički obrađivana, pa je postotak vlage u njima bio za vrijeme suhih mjeseci veći nego u susjednom šumskom tlu. Korijenje jabuke nalazilo je prema tome i tada dovoljno ekološki aktivne vlage, pa su i Tr vrijednosti mogle biti veće nego kod šumskih fanerofita. Kad je međutim vlažnost šumskog tla u rujnu porasla, onda je znatno povećana Tr šum-

skih vrsta, pa su se i razlike u veličini Tr između šumskih vrsta i jabuka smanjile. U rujnu su naime srednje dnevne vrijednosti Tr kod jabuka iznosile 4,8—5,6 mg/g/l', a kod šumskih fanerofita 3,2—7,11 mg/g/l'. *Quercus robur* je tada istranspirirao više nego *Malus*-sorte.

Navedeni odnosi vrijede međutim samo u slučaju ako se Tr vrijednosti preračunaju na jedinicu težine svježe tvari lišća. Sasma drugačije odnose dobivamo ako Tr vrijednosti preračunamo na jedinicu površine lisne plojke (lamine). To se lijepo vidi iz tabele 10. u kojoj su vrijednosti Tr, dobivene 14. VIII 1968, preračunane na 1 dm² plojke pojedinih vrsta.

Napominjemo da se vrijednosti Tr u tabeli odnose na površinu obiju strana lista.

Rezultati su zanimljivi kako s općeg tako i metodičkog gledišta. Lamina jabuke istranspirirala je prosječno, kao što vidimo, do preko 11 puta više vode po jedinici površine nego lamina šumskih fanerofita. Odnos između jedinice težine i jedinice površine u jabuke je očigledno znatno širi nego u šumskih vrsta. Na jedinicu težine lista jabuke otpada naime znatno manja površina nego kod šumskih vrsta. Zato su kod jabuke vrijednosti Tr, preračunane na jedinicu površine, nešto veće od vrijednosti Tr izraženih na težinu svježe tvari lišća, dok su kod istraživanih šumskih vrsta Tr vrijednosti izražene na jedinicu površine manje.

Tab. 10.

| Species | Živice, 14. 08. 1968. | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert mg /100cm ² /r |
|-------------------------|------------------------------|------|-------|------|------|--|
| | Veličina Tr u Tr-Werte in | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | |
| <i>Quercus petraea</i> | 0,75 | 1,30 | 2,05 | 1,25 | 0,75 | 1,20 |
| <i>Quercus robur</i> | 1,00 | 0,90 | 1,70 | 1,45 | 0,90 | 1,20 |
| <i>Carpinus betulus</i> | 0,35 | 0,90 | 0,70 | 0,55 | 0,45 | 0,60 |
| <i>Fagus silvatica</i> | 0,60 | 0,70 | 0,85 | 1,15 | 0,40 | 0,75 |
| <i>Corylus avellana</i> | 1,55 | 1,25 | 0,65 | 1,25 | 0,85 | 1,10 |
| <i>Betula pendula</i> | 0,50 | 1,05 | 0,95 | 1,05 | 0,65 | 0,85 |
| Malus-sorte: | | | | | | |
| Jonathan | 5,50 | 5,45 | 11,35 | 5,50 | 7,05 | 6,95 |
| Red Delicious | 5,15 | 7,65 | 6,65 | 5,40 | 6,05 | 6,15 |

Na osnovi ovih spoznaja može se zaključiti da prilikom poredbenih istraživanja transpiracijske sposobnosti biljnih vrsta s nejednakim odnosima težine i površine transpirirajućih organa, valja vrijednosti Tr izražavati i na jedinicu površine, na što je u jednom prijašnjem radu već upozorio M. Gračanin (1963).

Hod transpiracije u Božjakovini

Istraživanja transpiracije u Božjakovini vršena su na četiri fanerofita (*Quercus robur*, *Tilia tomentosa*, *Carpinus betulus* i *Acer campestre*) u park-šumi i na hibridnom kukuruzu BC 590, uzgajanom na oranici u neposrednoj blizini šume.

Transpiracija je mjerena u isto vrijeme kao i u Živicama, kako bi se vrijednosti Tr mogle uspoređivati. Donosimo kratak prikaz rezultata istraživanja.

1. *Quercus robur* L.

Odabrano je staro razgranato stablo visoko oko 10 m. Podaci o dnevnom hodu transpiracije predočeni su u tabeli 11.

Tab. 11.

| Datum 1958. | Quercus robur | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) |
|----------------|---|-----|-----|-----|------|--|---|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | | |
| 24. 07. | 2,9 | 8,2 | 6,6 | 4,6 | 2,3 | 492 | 2,36 |
| 14. 08. | 1,5 | 5,3 | 6,2 | 4,2 | 3,0 | 404 | 1,93 |
| 27. 09. | 5,1 | 7,3 | 6,4 | 6,7 | 6,2 | 634 | 3,04 |

Dnevni hod transpiracije u hrasta lužnjaka bio je pravilan, tj. transpiracija je rasla od ranih jutarnjih sati do maksimuma, koji je postizavan između 10 i 12 sati, a zatim je slabila. Nije bilo pojave zabilježene u Živicama da Tr već u rane jutarnje sate pokazuje maksimalnu vrijednost.

Najveći intenzitet Tr bio je i ovdje u rujnu, ali je srednja dnevna vrijednost Tr ipak niža nego u Živicama.

Za vrijeme naših mjerenja lužnjak je istranspirirao 1,93 do 3,04 puta više vode nego što je iznosila težina njegova lišća.

2. *Carpinus betulus* L.

U pokusu je bio grm graba visok 2 m. Podaci o Tr predočeni su u tabeli 12.

Tab. 12.

| Datum 1958. | Carpinus betulus | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) |
|----------------|---|-----|------|-----|------|--|---|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | | |
| 24. 07. | 3,1 | 1,5 | 11,8 | 2,0 | 0,9 | 3,86 | 1,85 |
| 14. 08. | 1,2 | 2,1 | 0,9 | 0,3 | 2,0 | 1,30 | 0,64 |
| 27. 09. | 4,2 | 5,4 | 6,5 | 8,9 | 2,0 | 5,40 | 2,59 |

I grab je postigao najveću srednju dnevnu vrijednost Tr u rujnu, a najmanju u kolovozu, kada je zabilježena i najniža vrijednost Tr od 0,3 mg/g/1', a isto tako i najniža dnevna suma transpiracije u Božjakovini (0,64 g/g). Nepravilnost u dnevnom hodu Tr valja objasniti promjenljivim intenzitetom vanjskih fizikalnih faktora transpiracije u toku dana. Vrijedno je zabilježiti da je grab u Božjakovini pokazivao podjednak intenzitet transpiracije u kolovozu i rujnu kao i grab u Živicama.

3. *Acer campestre* L.

Pokusna biljka bila je grmolika, visine oko 2 m, a rasla je na rubu park-šume. Hod Tr predočen je u tabeli 13.

Tab. 13

| Datum 1968. | Acer campestre | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) |
|----------------|---|------|------|-----|------|--|---|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in mg/g/1' | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | | |
| 24. 07. | 3,7 | 10,5 | 16,8 | 3,7 | 4,1 | 7,70 | 3,69 |
| 14. 08. | 3,9 | 5,5 | 3,9 | 3,7 | 2,1 | 3,62 | 1,83 |
| 27. 09. | 5,2 | 4,5 | 9,6 | 7,4 | 4,4 | 6,22 | 2,98 |

Značajno je da je *Acer* postigao maksimum transpiracije već u srpnju, pa i veću srednju dnevnu vrijednost Tr nego u rujnu. Transpiracija u kolovozu bila je najslabija kao i kod ostalih fanerofita. Po intenzitetu transpiracije *Acer* je tada nešto zaostajao za lužnjakom. Sume dnevnih vrijednosti Tr prilično su visoke. One pokazuju da je za 8 danjih sati javor istranspirirao 1,83—3,69 puta veću količinu vode nego što je iznosila težina njegova lišća.

4. *Tilia tomentosa* Moench

Pokusno stablo bilo je visoko oko 10 m. Hod transpiracije prikazan je na tabeli 14. Značajno je da je lipa postigla maksimum Tr već u srpnju, minimum, kao i ostali fanerofiti, u kolovozu, a nešto veće vrijednosti u rujnu.

Tab. 14

| Datum 1968. | Tilia tomentosa f. pendula | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g) |
|----------------|---|-----|-----|-----|------|--|---|
| | Veličina transpiracije u Tr-Werte in mg/g/1' | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | | |
| 24. 07. | 6,4 | 7,4 | 9,9 | 4,4 | 1,6 | 5,94 | 2,85 |
| 14. 08. | 2,6 | 5,4 | 3,2 | 2,9 | 3,9 | 3,60 | 1,72 |
| 27. 09. | 2,6 | 3,8 | 7,6 | 4,8 | 3,9 | 4,54 | 2,17 |

Nema sumnje da je lipa u srpnju našla u tlu dovoljno vlage u rizosferi, pa se to odrazilo i u relativno visokim vrijednostima Tr. Od pokusnih fanerofita park-šume jedino je *Acer campestre* u tom mjesecu nešto intenzivnije transpirirao nego lipa.

Za vrijeme naših mjerenja lipa je danju istranspirirala oko 1,72 do 2,85 puta veće količine vode od težine njezina lišća.

5. *Zea mays* L.

Mjerenje transpiracije vrste *Zea mays*, hibrida BC 590, obavljena su dijelom u sklopu dobro razvijenih biljaka (I) na oranici, a dijelom na terenu bliže park-šume (II), gdje je uzrast usjeva bio nešto slabiji. Podatke o transpiraciji donijeli smo za oba staništa u tabeli 15.

Tab. 15.

| Datum 1968. | Zea mays | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr | Dnevna suma Tr |
|----------------|---|------|------|------|------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | Veličina transpiracije u Tr - Werte in | | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | Mittlerer Tageswert (mg/g/1') | Tages- summe der Tr (g/g) |
| I 24. 07. | 9,3 | 12,5 | 17,6 | 3,3 | 2,3 | 9,00 | 4,32 |
| 14. 08. | 5,3 | 6,5 | 5,1 | 4,9 | 2,7 | 4,90 | 2,35 |
| 27. 09. | 5,8 | 4,6 | 7,2 | 10,0 | 2,7 | 6,06 | 2,90 |
| II 24. 07. | 8,9 | 7,4 | 19,6 | 2,0 | 1,5 | 7,90 | 3,79 |
| 14. 08. | 4,2 | 8,1 | 2,6 | 8,9 | 2,9 | 5,34 | 2,55 |
| 27. 09. | 4,1 | 4,2 | 7,8 | 6,2 | 2,0 | 4,86 | 2,33 |

Vrijednosti Tr kolebale su, kao što se vidi iz tabele, u izvanredno širokim granicama, tj. od 1,6 do 19,6 mg/g/1', dakle u znatno širim nego kod pokusnih fanerofita. Druga je značajka prilično velika osjetljivost kukuruza na promjene intenziteta vanjskih fizikalnih faktora.

U toku ljetnih dana kukuruz je trošio vodu mnogo rasipnije nego fanerofiti park-šume. U prosjeku je trošio oko 2,33 do 4,32 puta toliko vode koliko je iznosila težina njegova lišća.

Istraživanja dalje pokazuju da se u popodnevnim satima potrošnja vode vrlo osjetljivo smanjuje, pa se može pretpostaviti da je noću Tr jako ograničena.

O s v r t

Rezultati mjerenja transpiracije u Božjakovini pokazuju jasno da je veličina transpiracije u jednu ruku svojstvo speciosa, a u drugu odraz stanja fizikalnih faktora, koji limitiraju intenzitet transpiracije. Ako po-redimo speciese s obzirom na srednje dnevne sume transpiracije u relativnim vrijednostima onda ćemo lako uočiti da je hibrid kukuruza BC 590 najintenzivnije transpirirao u srpnju i kolovozu, dakle u vrijeme kada je grab potrošio najmanje vode (tabela 16).

Tab. 16.

| Species | Dnevna suma Tr u relativ. vrijednostima Tagessumme d. Tr in relat. Werten | | |
|------------------|--|---------|---------------|
| | 24. 07. | 14. 08. | 27. 09. 1968. |
| Zea mays (I) | 100 | 100 | 100 |
| Acer campestre | 85 | 78 | 102 |
| Quercus robur | 57 | 82 | 104 |
| Tilia tomentosa | 77 | 73 | 75 |
| Carpinus betulus | 42 | 27 | 89 |

Vrijednosti u tabeli čine se prilično karakterističnim za pojedine vrste. Kukuruz je za vrijeme mjerenja transpiracije u srpnju i kolovozu potrošio osjetljivo više vode na jedinicu težine svježe tvori lišća od svih pokusnih vrsta park šume, ali je krajem rujna istranspirirao podjednako ili čak nešto manje od javora i lužnjaka. Lipa je u sva tri mjeseca trošila podjednako u odnosu na kukuruz, dok je grab u srpnju i kolovozu istranspirirao mnogo manje od ostalih vrsta. Samo u rujnu potrošio je više nego lipa.

Ako vrijednosti transpiracije izrazimo na jedinicu lisne površine, onda hod transpiracije i srednje dnevne vrijednosti Tr na dan 14. VIII 1968. izgledaju ovako (tabela 17).

Tab. 17

| Species | Božjakovina, 14. 08. 1968. | | | | | Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert mg/100cm ² /1' |
|-------------------------|--|------|------|------|------|--|
| | Veličina Tr u Tr-Werte in mg/100cm ² /1' | | | | | |
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 h | |
| <i>Zea mays</i> (I) | 4,60 | 6,85 | 4,75 | 4,45 | 2,40 | 4,61 |
| <i>Zea mays</i> (II) | 3,70 | 7,55 | 2,85 | 9,35 | 3,00 | 5,25 |
| <i>Acer campestre</i> | 2,25 | 3,55 | 2,50 | 2,15 | 1,50 | 2,39 |
| <i>Quercus robur</i> | 1,20 | 4,35 | 4,50 | 2,55 | 2,80 | 3,08 |
| <i>Tilia tomentosa</i> | 2,20 | 3,75 | 2,95 | 2,15 | 2,30 | 2,67 |
| <i>Carpinus betulus</i> | 0,30 | 1,55 | 0,80 | 0,10 | 0,75 | 0,70 |

Kao što vidimo, razlike u srednjim dnevnim vrijednostima transpiracije između kukuruza i pokusnih fanerofita park-šume postaju još izrazitije ako vrijednosti Tr izrazimo na jedinicu površine lišća.

I ova istraživanja pokazuju da je prilikom poređivanja specijesa s različitim odnosima težine i površine transpirirajućih organa, vrijednosti Tr potrebno izražavati i u jedinicama površine.

Z a k l j u č c i

Poredbena istraživanja transpiracije nekih vrsta biljaka šumskih zajednica, polja i voćnjaka u godini 1968. dovela su do ovih zaključaka:

1. U srpnju, kolovozu i rujnu godine 1968. pokusni šumski fanerofiti u Živicama (*Quercus petraea*, *Q. robur*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Corylus avellana* i *Betula pendula*) istranspirirali su znatno manje vode od dviju sorata jabuke (Red Delicious i Jonathan) uzgajanih u plantažnom voćnjaku. Razlike su naročito izrazite ako se vrijednosti Tr izraze na jedinicu površine lisne plojke. Srednja dnevna vrijednost Tr iznosila je za mjerenja u kolovozu kod šumskih fanerofita od 0,60 do 1,20 mg/dm²/1', a kod jabuke (*Malus*-sorte) 6,15 do 6,95 mg/dm²/1'.

2. Najslabiju transpiraciju pokazivala je breza (*Betula pendula*), kod koje se srednja dnevna vrijednost Tr kretala od 1,44—3,22 mg/g/1'; slijedi je bukva (*Fagus sylvatica*) s 1,78—3,70 mg/g/1', pa grab (*Carpinus betulus*) s 1,42—5,37, hrast kitnjak (*Quercus petraea*) od 2,20—5,12, lijeska (*Corylus avellana*) 2,76—5,88, te hrast lužnjak (*Quercus robur*) od 2,04—7,11 mg/g/1'; kod jabuke (*Malus*-sorte) Tr je kolebala od 5,14—5,58 u sorte Jonathan, te 4,76—4,84 mg/g/1' u sorte Red Delicious.

3. U park-šumi Božjakovini četiri pokusna fanerofita (*Quercus robur*, *Acer campestre*, *Tilia tomentosa* i *Carpinus betulus*) transpirirala su u srpnju i kolovozu osjetljivo manje nego *Zea mays* na susjednom poljskom tlu. I ovdje su razlike izrazite ako se Tr izrazi na jedinicu površine lisne plojke. Srednja dnevna vrijednost Tr kretala se u kolovozu kod fanerofita od 0,70—3,08 mg/dm²/1', a kod kukuruza od 4,61—5,25 mg/dm²/1'.

4. *Carpinus betulus* istranspirirao je najmanje vode, *Quercus robur* najviše, ako se vrijednosti Tr izraze na jedinicu površine, a nešto manje nego *Acer campestre* ako se Tr izrazi na jedinicu svježje tvari lišća.

5. Razlike u veličini transpiracije između vrsta šumskih zajednica i kulturnih sorta jabuke i kukuruza uvjetovane su jednako genetskim svojstvima pojedinih vrsta kao i stanjem vanjskih ekoloških faktora za vrijeme naših istraživanja. Od vanjskih faktora dominantan utjecaj imala je vlažnost rizosfere. U suhom kolovozu vrijednosti Tr šumskih fanerofita u Živicama postigle su minimum, a porasle su vrlo osjetljivo u rujnu, kada je zabilježen i znatan porast vlažnosti rizosfere.

6. Istraživanja su pokazala da prilikom komparativnih istraživanja transpiracijske sposobnosti vrsta s različitim odnosima jedinica težine i površine lišća, odnosno transpiracijskih organa, treba vrijednosti Tr izražavati i u jedinicama površine.

7. Rezultati predočeni u ovom radu imaju i praktično značenje jer pokazuju u kojoj mjeri dominantne vrste šumskih zajednica nizinske diluvijalne i diluvijalno-aluvijalne terase u okolici Zagreba mogu utjecati na status vlage u epihidrogenim tlima, u usporedbi s kulturnim sortama jabuka i kukuruza.

Literatura — Schrifttum

- Gračanin, M.*, 1950: Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkim istraživanjima. Poljopriv. znanstv. smotra 12, 51—67, Zagreb.
- Gračanin, M.*, 1963: Die Unterschiede in der Transpiration von Blattspreite und Stamm. Phytion 10, 3/4, 216—224, Graz.
- Gračanin, M.*, 1966: Prilog poznavanju veličine i dnevnog hoda transpiracije nekih fanerofita Zagreba i Zagrebačke gore. Acta Bot. Croat. 25, 7—20.
- Gračanin, M., Ilijanić, Lj., Gaži, V. i Hulina, N.*, 1969: Veličina i hod transpiracije nekih fanerofita šumskih zajednica Zagrebačke gore i Zelengaja. Acta Bot. Croat. 28, 93—138.
- Höhnelt, F.*, 1881: Über die Transpirationsgrößen der forstlichen Gewächse. Mitteil. forstl. Versuchsw. Österreichs 2, 47, 275.
- Pisek, A. u. Cartellieri, E.*, 1939: Zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen. IV. Bäume und Sträucher. Jahrb. f. wiss. Bot. 88, 22—68.
- Polster, H.*, 1950: Die physiologischen Grundlagen der Stoffherzeugung im Walde. München.

ZUSAMMENFASSUNG

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE TRANSPIRATION EINIGER PFLANZENARTEN DER WALDGESELLSCHAFTEN, ÄCKER UND OBSTGÄRTEN

Mihovil Gračanin, Ljudevit Ilijanić, Valentina Gaži-Baskova und Nada Hulina
(Aus dem Botanischen Institut der Universität Zagreb)

Die im Sommer 1968. vorgenommenen vergleichenden Untersuchungen über den Gang der Transpiration einiger Pflanzenarten auf diluvialen und diluvial-alluvialen Niederungsterrassen in der Umgebung von Zagreb, führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Phanerophyten der Waldgesellschaft auf der diluvialen Niederungsterrasse von Živice: wie *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Corylus avellana* und *Betula pendula*, transpirier-

ten im Sommer 1968. bedeutend weniger Wasser als zwei Apfel-Sorten (Red Delicious und Jonathan), des benachbarten Obstgartens. Die Unterschiede in den Transpirationswerten erscheinen besonders gross, wenn die Tr-Werte auf die Einheit der Blattfläche ausgedrückt werden. Mittlerer Tageswert der Tr im August betrug bei Waldarten 0,60 bis 1,20 mg/dm²/1' und bei *Malus*-Sorten 6,15 bis 6,95 mg/dm²/1'.

2. Die niedrigste Transpiration konnte bei *Betula pendula* festgestellt werden; die mittleren Tageswerte schwankten von 1,44 bis 3,22 mg/g/1', es folgt dann *Fagus silvatica* mit 1,78 — 3,70 mg/g/1', weiter *Carpinus betulus* mit 1,42 — 5,37, *Quercus petraea* 2,20 — 5,12, *Corylus avellana* 2,76 — 5,88 und *Quercus robur* mit 2,04 — 7,11 mg/g/1'. Bei der Apfelsorte Jonathan schwankten diese Werte zwischen 5,14 und 5,58 und bei Delicious von 4,76 bis 4,84 mg/g/1'.

3. Im Parkwald Božjakovina transpirierten die Phanerophyten *Quercus robur*, *Acer campestre*, *Tilia tomentosa* und *Carpinus betulus* im Juli und August erheblich weniger als *Zea mays* auf dem angrenzenden Ackerland. Auch hier waren die Unterschiede stärker ausgeprägt, wenn die Transpirationswerte auf Flächeneinheit ausgedrückt wurden. Der mittlere Tageswert betrug im August bei den Phanerophyten zwischen 0,70 und 3,08 mg/dm²/1' und bei *Zea mays* von 4,61 bis 5,25 mg/dm²/1'.

4. Der Wasserverbrauch im Sommer 1968. betrug bei den Waldphanerophyten von Živice 0,67 bis 3,41 und bei den *Malus*-Sorten von einem 2,19 bis zu einem 2,68-fachen des Blattgewichtes. Die Phanerophyten des Parkwaldes von Božjakovina transpirierten täglich 0,64 bis zu einem 3,69-fachen ihres Blattgewichtes, während bei *Zea mays* die Transpiration das Blattgewicht um das 2,33—4,32-fache übertroffen hat.

5. Die Unterschiede in der Transpirationsgrösse einzelner Pflanzenarten waren sowohl genetisch als auch durch äussere physikalische Faktoren limitiert. Den ausschlaggebenden Einfluss hatte die Feuchtigkeit der Rhizosphäre.

6. Die Ergebnisse zeigen klar, dass bei den vergleichenden Untersuchungen des Transpirationsvermögens einzelner Arten mit verschiedenem Verhältnis ihrer Flächen und Gewichtsgrössen, die Ergebnisse der Transpirationsmessungen auch auf Flächeneinheit berechnet werden müssen.

7. Neben theoretischen haben die hier geschilderten Untersuchungsergebnisse auch praktische Bedeutung. Sie zeigen, in welchem Masse die dominierenden Pflanzenarten der Waldvegetation auf den diluvialen und diluvial-alluvialen Niederungsterrassen in der Umgebung von Zagreb, im Verhältnis zu den Apfel- und Mais-Sorten den Wasserhaushalt des epihydrogenen Bodens beeinflussen können.

Prof. dr Mihovil Gračanin
Istarska 29
Zagreb (Jugoslavija)

Doc. dr Valentina Gaži-Baskova
Zavod za poljoprivrednu botaniku
Poljoprivrednog fakulteta
Simunska 25
Zagreb (Jugoslavija)

Prof. dr Ljudevit Ilijanić
Institut za botaniku
Sveučilišta u Zagrebu
Marulićev trg 20/II
Zagreb (Jugoslavija)

Nada Hulina
Zavod za botaniku Poljoprivrednog fakulteta
Simunska 25
Zagreb (Jugoslavija)