

POREDBENA ISTRAŽIVANJA TRANSPIRACIJE U NIZINSKOJ ŠUMI HRASTA LUŽNJAKA I OBIČNOGA GRABA I NA POLJSKIM POVRŠINAMA U PETROVINI (TUROPOLJE)

Mit deutscher Zusammenfassung

MIHOVIL GRAČANIN, LJUDEVIT ILIJANIĆ, VALENTINA GAŽI
i NADA HULINA

(Institut za botaniku Sveučilišta u Zagrebu)

Primljeno 20. 01. 1971.

Uvod

U godini 1969. nastavili smo istraživanja transpiracione sposobnosti biljaka u nizinskom području posavske Hrvatske i to u Petrovini (Turo-polje) jugoistočno od Zagreba, gdje se pored poljskih površina prostiru ostaci nizinske šume hrasta lužnjaka i običnoga graba na umjereno pod-zoliranim, slabo hidromorfiziranim tlima niske diluvijalne terase. Istra-živanja su imala prvenstveno svrhu da se utvrdi veličina i hod transpi-racije glavnih predstavnika šumske vegetacije u usporedbi s transpiraci-jom nekih sorata pšenice (*Triticum vulgare*), koja se uzgaja u neposred-noj blizini šume. Na taj način želilo se dobiti ne samo sliku transpira-cione sposobnosti šumske vegetacije u prirodnim prilikama već i polj-skih kultura, koje su sada zamijenile šumu na golemim prostranstvima hrvatske Posavine. Od posebnog je interesa pitanje kako poljske kulture, u usporedbi s prirodnom šumskom vegetacijom, utječu na režim vlage ovih tala, koja su pod šumom hrasta lužnjaka i graba zabilježila fazu slabe epihidromorfizacije. Usporedno s mjerenjem transpiracije određi-vana je i vlažnost ekološkog profila, pa je tako upotpunjena slika utje-caja vegetacije na vlažnost tla. Napomenuti je da je poljoprivredna i šu-marska praksa zainteresirana za rezultate istraživanja ovog područja, jer je stanje vlage u tlu od presudnog utjecaja na biološku proizvodnju.

Opće karakteristike staništa

a) Klimatske prilike

Opće klimatske prilike područja na kojem se nalazila ploha u Petrovini s našim pokusnim biljkama ilustriraju podaci za najbližu meteorološku stanicu aerodrom Pleso (tab. 1). Za podatke zahvalni smo Hidrometeorološkom zavodu SR Hrvatske.

U tabeli su navedene prosječne mjesečne i godišnja temperatura uzduha, te mjesečne i godišnja količina oborina za godinu 1969, kada smo proučavali transpiraciju, a u zgradama, radi usporedbe, još i analogne vrijednosti za desetgodišnji period (1960—1969).

Iz navedenih vrijednosti izračunali smo mjesečne i godišnje kišne faktore, te odredili toplinski karakter klime prema Gračaninu (1950).

Klima je, kao što je iz tabele vidljivo, godine 1969. bila humidna, umjereno topla, što odgovara desetgodišnjem prosjeku. Međutim, po mjesecima vidljive su prilične razlike između klime u 1969. godini i prosječnih desetgodišnjih vrijednosti, što je naročito izraženo u punoj vegetacijskoj sezoni. U prosjeku IV—VI mjesec imaju semihumidnu klimu, VII—VIII semiaridnu, a IX ponovno semihumidnu. Aridnih mjeseci uopće nema. Naprotiv u godini 1969. znatno su veća kolebanja odnosno odstupanja od prosjeka, a samo mjesec travanj ima mjesečni kišni faktor koji odgovara prosjeku (6,4). Svibanj je bio suši sa semiaridnom klimom, lipanj vlažniji od prosjeka (humidan), srpanj suši (aridan), kolovoz ponovno znatno vlažniji (humidan!) dok je u prosjeku semiaridan). Zatim je ponovno došlo do veće suše, te su oba naredna mjeseca (rujan i listopad) bili izrazito aridni.

I u pogledu prosječnih temperatura uzduha vide se analogne razlike (usp. tab. 1).

Tab 1

Zagreb-Pleso (aerodrom)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Jahr
Količina oborina (mm)	56,0*	87,5	65,0	66,1	77,4	147,5	54,5	205,6	38,7	24,3	79,0	59,5	961,1
Niederschlagsmenge (mm)	(47,4)*	(43,3)	(53,9)	(72,6)	(90,6)	(98,9)	(99,1)	(85,4)	(85,7)	(60,8)	(116,5)	(75,9)	(931,3)
Srednja temperatura uzduha(°C)	-2,4	-1,1	4,2	10,3	17,0	17,9	19,9	18,3	16,0	9,3	8,4	-3,2	9,5
Mittlere Lufttemperatur (°C)	(2,8)	(1,2)	(5,3)	(11,3)	(15,1)	(19,0)	(20,2)	(19,2)	(15,9)	(11,2)	(6,4)	(0,6)	(10,1)
Mjesečni i godišnji kiš. faktor	—	—	49,6	6,4	4,5	8,2	2,7	11,2	2,4	2,6	9,4	—	100,1
Monat. und jährl. Regenfaktor	—	(75,5)	(10,2)	(6,4)	(6,2)	(5,2)	(4,9)	(4,5)	(5,4)	(5,4)	(18,2)	—	(92,2)
Humiditet klime	—	—	ph	sh	sa	h	a	h	a	a	h	—	h
Klimahumiditat	—	(ph)	(h)	(sh)	(sh)	(sh)	(sa)	(sa)	(sh)	(sh)	(ph)	—	(h)
Toplinski karakter klime	n	n	uhl	ut	t	t	t	t	t	ut	ut	n	ut
Thermale Klimabezeichnung	(n)	(h)	(uhl)	(ut)	(t)	(t)	(v)	(t)	(t)	(ut)	(uhl)	(n)	(ut)

*Podaci u zgradama odnose se na razdoblje 1960-1969, a bez zagrada na 1969.god.

Die Angaben in Klammern beziehen sich auf den Zeitabschnitt 1960-1969, diejenige ohne Klammern auf das Jahr 1969.

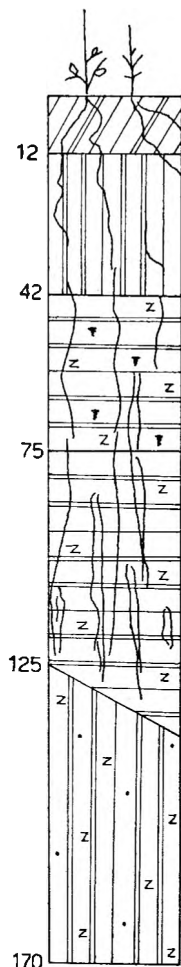
U diskusiji rezultata istraživanja osvrnut ćemo se na klimatske prilike naših staništa kako smo ih registrirali prilikom istraživanja transpiracije u 1969. godini. Pažnju ćemo obratiti temperaturi uzduha i tla, relativnoj vlažnosti uzduha i intezitetu osvjetljenja, faktorima koji mogu znatno utjecati na veličinu transpiracije.

b) Pedološke prilike

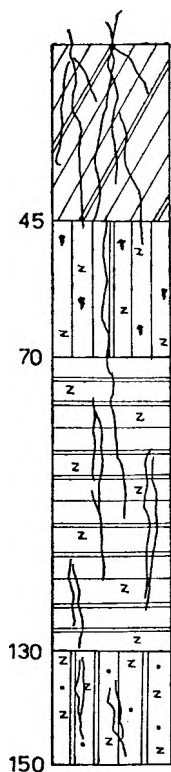
Na pokusnim plohama u Petrovini otvorena su dva profila, jedan u šumi, a drugi oko 100 m podalje na oranici. Oba profila odaju pripadnost tipu umjereno podzoliranog tla u fazi početne epihidromorfizacije.

Profil pod šumskom vegetacijom pokazuje ovakvu morfološku građu:

- A₁ — 0—12 cm sivkasto tamnosmeđa glinasta ilovača, dosta humozna, grudličasta do praškasta, prorasla korijenjem podstojne vegetacije
- A₂ — 12—42 cm žučkastosiva ilovasta glina, grudličasta do grudasta, vrlo slabo humozna, prorasla korijenjem prelazi u
- AB — 42—75 cm sivkastožučkastu ilovastu glinu, slabo laminarnu, prošaranu mjestimice s dosta rdastih mrlja i tamnih nakupina humata; korijenje prodire i u ovaj horizont;
- B₁ (g)—75—125 cm jako zbijena sivkastožučkasta ilovasta glina, prošarana s dosta rdastih mrlja i isprugana zelenkastosivim do plavkastim vrpcama; strukture laminarne do grudaste; korijenje prodire sve do 125 cm;
- B₂ — 125—170 cm, manje zbijena ilovasta glina s dosta rdastih pjega i ponešto konkrecija čaglja; tlo vrlo slabo vlažno. Od 190 cm pojavljuju se oblutci, a od 200 cm nešto kremenog pijeska i sitnog šljunka. Dana 8. X 1969. cijeli profil je umjereno vlažan; izdanske vode nema, a isto tako ni gornje, ukliještene gravitacione vode, koja bi prilikom otvaranja jame napuštala pore tla.



Profil na oranici otvoren je na strišću pokusnih parcela na kojima je godine 1969. uzgajana pšenica. Tlo je utjecano mehaničkom obradom do dubine od ca 35 ili 40 cm, a također i intenzivnom fertilizacijom, naročito posljednjih godina.



A_{or} — 0—45 cm tamnosivo smeđa glinasta ilovača siromašna humusom, praškasta do grudičasta, obogaćena ostacima korijenja i strnike; u vrijeme otvaranja profila tlo je bilo u gruboj brazdi;

AB — 45—70 cm sivožučkasta glinasta ilovača, dosta zbijena, ali ne preteška, prošarana rdastim mrljama i tamnim pjegama humata; mjestimice se pojavljuju sivozelenkaste vrpce;

B_{1(g)} 70—130 cm prljavo rdasta ilovasta glina isprugana sivkastoplavkastim vrpicama; drobi se u laminarne agregate;

B_{2(g)} 130—150 cm zelenkasto rdasta ilovasta glina uprskana s nešto konkrecija i isprugana s vrlo malo sivih vrpce; vrlo vlažna.

Cijeli profil bio je jako slabo vlažan na dan 8. X 1969. i nije pokazivao znakove intenzivnije hidromorfizacije. Očigledno je da se i ovdje radi o antropomorfnom umjereno podzoliranom tlu u fazi slabe epihidromorfizacije.

Tekstura tla - Bodentextur

Tab. 2

Profil	Dubina tla Bodentiefe cm	% sadržina mehaničkih elemenata Prozentgehalt d. mechan. Elemente				Teksturna oznaka Bodenbezeichnung
		<0,002	<0,01	0,01-0,05	0,05-2,0	
		mm				
Šumsko tlo Waldboden	0- 10	5,52	42,45	33,45	24,20	glinasta ilovača slabo koloidna
	15- 35	17,40	54,95	29,77	15,28	ilov. glina umjer. kol.
	55- 70	13,75	51,92	34,00	14,08	ilov. glina umjer. kol.
	80-100	13,70	55,62	32,40	11,98	ilov. glina umjer. kol.
	125-150	14,50	58,67	29,65	11,68	ilov. glina umjer. kol.
Poljsko tlo Ackerboden	0- 40	8,70	48,75	37,15	14,10	glin. ilovača slabo kol.
	50- 70	7,97	48,40	34,45	17,15	glin. ilovača slabo kol.
	80-110	13,25	55,72	31,88	12,40	ilov. glina umjer. kol.
	135-150	11,07	53,20	30,05	16,65	ilov. glina umjer. kol.

Tekstura tla ovih dvaju profila predočena je u tabeli 2. Iz podataka se vidi da su tla mahom teška, glinaste ilovače do ilovaste gline i da njihova koloidnost raste s porastom dubine profila, što je posljedica ilimerizacije. Usporedo s tim pogoršavaju se i fizikalna svojstva profila s dubinom, napose kapacitet tla za zrak, te propusnost tla za vodu i kapilaritet.

Tab. 3

Profil	Dubina tla Bodentiefe cm	pH		Humus C	
		H ₂ O	n-KCl	%	%
Šumsko tlo Waldboden	0-10	4,09	3,83	3,09	1,80
	15-35	3,82	3,54	0,73	0,42
	55-70	4,28	3,59	0,65	0,38
	80-100	5,25	3,85	0,36	0,21
	125-150	5,47	4,35	0,46	0,27
Poljsko tlo Ackerboden	0-40	4,50	3,90	2,53	1,47
	50-70	4,89	3,70	0,38	0,22
	80-110	5,36	4,07	0,39	0,22
	135-150	5,49	4,49	0,36	0,21

Aktivni i supstitucijski aciditet obaju profila, kao i humoznost pojedinih horizonata, prikazani su u tabeli 3. Za oba je profila karakteristično da im je aktivni aciditet eluvijalnog horizonta visok, iako su pH vrijednosti u poljskom tlu nešto niže (utjecaj fertilizacije). Supstitucijski aciditet veoma je visok. S porastom dubine aciditet se smanjuje tako da je aktivni aciditet u iluvijalnom B₁ (g) i B₂ osrednji, ali je supstitucijski aciditet još vrlo visok.

Šumsko tlo je samo u A₁ osrednje humozno. Svi ostali horizonti kao i profil poljskog tla pokazuje slabu humoznost.

c) Vegetacijske prilike

Naša ploha sa pokusnim biljkama nalazi se na rubu nizinske šume hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) i običnoga graba (*Carpinus betulus*) kraj poljoprivrednog dobra u Petrovini, a imala je ovaj floristički sastav:

Sloj drveća:

Quercus robur

Carpinus betulus
(*Fagus sylvatica*)

Sloj grmlja:

Genista elata
Viburnum opulus
Rubus caesius
Rhamnus frangula
Corylus avellana
Rubus fruticosus
Crataegus monogyna

Evonymus europaea
Lonicera caprifolium
Ligustrum vulgare
Cornus sanguinea
Prunus spinosa
Rosa dumetorum
Juniperus communis

Sloj prizemnog rašća:

<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Holcus lanatus</i>
<i>Circaea lutetiana</i>	<i>Brunella vulgaris</i>
<i>Brachypodium silvaticum</i>	<i>Satureja vulgaris</i>
<i>Euphorbia stricta</i>	<i>Melampyrum nemorosum</i>
<i>Polygonum hydropiper</i>	<i>M. pratense</i>
<i>Juncus bufonius</i>	<i>Galeopsis speciosa</i>
<i>Galium mollugo</i>	<i>Ranunculus acer</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Eupatorium cannabinum</i>
<i>Galium vernum</i>	<i>Veronica officinalis</i>
<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Stellaria graminea</i>	<i>Calluna vulgaris</i>
<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Lysimachia nummularia</i>

Ova lužnjakova šuma nalazi se izvan dohvata velikih poplavnih voda, ali za vrijeme vlažnog perioda voda često stagnira na površini tla, napose u malim depresijama. Po florističkom sastavu takve se sastojine nalaze između poplavnih šuma sveze *Alno-Quercion roboris* i šuma sveze *Carpinion betuli*. U fitosociološkoj literaturi opisane su pod različitim imenima (*Genisto-Quercetum carpinetosum betuli*, *Quercro robori-Carpinetum*), pa se još i danas vode rasprave o sistematskom položaju takvih šuma. Taj problem nije međutim predmet ovoga rada pa o njemu ne možemo ovdje raspravljati.

Osim 7 drvenastih biljaka objektom naših istraživanja bile su i dvije zeljaste biljke (*Juncus effusus* i *Ranunculus repens*), koje su rasle na šumskoj čistini neposredno pokraj opisane sastojine u maloj depresiji, zajedno s većim brojem biljaka od kojih su obilnije bile zastupane npr. vrste *Lythrum salicaria*, *Polygonum hydropiper*, *Potentilla reptans*, *Ranunculus sardous*, *Lycopus europaeus* i dr.

Neposredno pokraj navedene šumske sastojine nalazi se oranica na analognom staništu gdje je nekada rasla isto takova šuma. Osim različitih sorti pšenice, koje su bile objektom istraživanja, zabilježeno je i niz korova kao *Erigeron canadensis*, *Chenopodium album*, *Capsella bursa pastoris*, *Poa annua*, *Setaria glauca*, *Stellaria media*, *Lamium purpureum*, *Ambrosia artemisifolia*, *Plantago major*, *Lolium perenne*, *Sherardia arvensis*, *Veronica arvensis*, *Ranunculus arvensis*, *T. repens*, *R. acer*, *Cardamine hirsuta*, *Myosotis arvensis*, *Trifolium repens*, *Lythrum salicaria*, *Galinsoga parviflora* i dr., od kojih su neke također uzete u istraživanje.

Objekti i metode istraživanja

Objektom naših istraživanja bilo je 9 vrsta iz šume, te 9 vrsta sa oranice. To su: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Viburnum opulus*, *Rhamnus frangula*, *Lonicera caprifolium*, *Cornus sanguinea*, *Rubus fruticosus*, *Juncus effusus* i *Ranunculus repens* iz šume, te *Triticum vulgare* (sorte H-59, H-303 i Libelula), *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Ranunculus acer*, *Lythrum salicaria*, *Erigeron canadensis*, *Polygonum persicaria*, *Plantago major* i *Stellaria media* sa oranice.*

* Mjerenje transpiracije u šumi izvršili su Gračanin i Ilijanić, a na oranici Gaži i Hulina.

Istraživanja smo izvršili u vremenu od 29. travnja do 4. rujna 1969. Tri sorte pšenice bile su predmetom istraživanja do žetve (srpanj), a zeljaste vrste sa oranice uključene su u istraživanja nakon toga. Mjerenje transpiracije nastojali smo obavljati svakih 14 dana, no to nam nije u potpunosti uspjelo, jer su vremenske prilike bile nepovoljne.

Metodika istraživanja opisana je u jednom prijašnjem radu (Gračanin et al. 1969). Napominjemo da smo za ovih istraživanja vrijednosti Tr izražavali kako na jedinicu svježe tvari tako i na jedinicu površine. To se pokazalo neophodnim naročito za pšenicu, jer smo određivali veličinu transpiracije ne samo lišća već i stabljike, tj. organa sa sasvim različitim odnosom težine i površine.

Hod transpiracije u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba

1. *Quercus robur* L.

Na prirodnom staništu u Petrovini hrast lužnjak transpirirao je u 1969. godini nešto intenzivnije nego u Živicama godine 1968, ali razlike nisu bile naročito velike. Maksimalna dnevna vrijednost Tr iznosila je 12,3 mg/g. min. a minimalna 0,4 mg/g.min. Dnevni maksimumi izmjereni su ponajčešće u 10 i 12 sati, a minimumi u 18 sati.

Tab. 4

Datum 1969	Quercus robur						Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g. min.)	Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g)
	Veličina transpiracije Tr-Werte							
	mg/g. min							
	8	10	12	14	16	18 h		
29. 04	4,7	3,9	6,9	5,2	3,8	1,9	4,40	2,64
13. 05	5,4	4,8	5,1	3,4	2,2	0,4	3,55	2,13
28. 05	9,7	10,0	6,3	6,4	2,1	0,7	5,90	3,54
17. 06	7,1	11,4	10,8	2,5	2,9	—	(6,91)	(3,31)
02. 07	8,5	9,1	8,2	8,0	8,6	1,8	7,00	4,20
23. 07	5,5	9,5	12,3	10,4	6,9	2,1	7,78	4,66
04. 09	4,2	8,8	9,7	9,9	4,1	5,5 (17h)	7,03	4,22
	Srednja vrijednost Mittelwert						5,94	3,56

Kao što se vidi iz tabele 4 srednja dnevna vrijednost Tr iznosila je 5,94 mg/g. min, a dnevna suma Tr 3,56 g/g. To znači da je lužnjak u toku dana tj. od 8—18 sati istranspirirao količinu vode oko 3,56 puta veću od težine njegova lišća.

2. *Carpinus betulus* L.

Tijekom više godina grab je bio redovito objektom naših istraživanja. Kao što vidimo iz tabele 5 u Petrovini je grab transpirirao nešto intenzivnije od lužnjaka. Maksimum Tr iznosio je 15,2 mg/g.min, a minimum 0,2 mg/g.min. Srednja dnevna vrijednost Tr iznosila je 6,45 mg/g.min, a srednja dnevna suma Tr 3,87 g/g.

U smislu naše klasifikacije (Gračanin et al. 1969) intenzitet Tr običnoga graba mogli bismo označiti kao osrednji. Na Zagrebačkoj gori i u Zelengaju godine 1967. grab je slabije transpirirao. Stome su

Tab. 5

Datum 1969	Carpinus betulus						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije Tr-Werte						Mittlerer Tageswert (mg/g·min)	Tages- summe der Tr (g/g)
	8	10	12	14	16	18 h		
29. 04.	13,7	12,3	15,2	6,8	8,6	1,5	9,68	5,81
13. 05.	2,1	3,3	9,7	7,3	6,2	0,5	4,86	2,92
28. 05.	5,8	7,5	10,0	8,6	6,6	0,6	6,52	3,91
17. 06.	5,6	10,1	13,2	2,1	—	—	(7,75)	(3,72)
02. 07.	3,2	6,6	14,3	9,7	1,8	0,2	5,96	3,58
23. 07.	4,0	5,9	12,7	8,0	4,1	0,5	5,86	3,52
04. 09.	2,6	5,5	11,4	11,2	2,3	1,8 (17h)	5,80	3,48
Srednja vrijednost Mittelwert							6,45	3,87

u toku dana i sezone bile prilično slabo otvorene, a u 18 sati ponajčešće već zatvorene, pa se minimalne izmjerene vrijednosti Tr podudaraju s minimalnim vrijednostima aperture stoma.

3. *Cornus sanguinea* L.

Svib je transpirirao nešto intenzivnije od predašnjih dvaju fanerofita. Maksimalna vrijednost Tr od 21,9 mg/g.min zabilježena je 29. travnja u 12 sati, a minimalna 0,7 mg/g.min 2. srpnja u 18 sati. Inače su dnevni maksimumi izmjereni ponajčešće u 10 sati (tab. 6).

Tab. 6

Datum 1969	Cornus sanguinea						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije Tr-Werte						Mittlerer Tageswert (mg/g·min)	Tages- summe der Tr (g/g)
	8	10	12	14	16	18 h		
29. 04.	19,2	13,3	21,9	9,1	12,2	6,5	13,70	8,22
13. 05.	7,5	7,4	6,1	2,8	4,6	2,3	5,11	3,07
28. 05.	11,1	12,8	11,9	8,6	7,7	0,8	8,38	5,03
17. 06.	7,9	9,3	6,8	3,1	—	—	(6,80)	(2,45)
02. 07.	5,4	9,2	8,8	6,5	4,2	0,7	5,80	3,48
23. 07.	5,5	6,7	5,5	5,9	4,5	1,1	4,86	2,92
04. 09.	4,0	7,0	9,2	7,6	2,5	1,7 (17h)	5,05	3,03
Srednja vrijednost Mittelwert							7,15	4,29

Srednja dnevna vrijednost Tr za čitavu sezonu iznosila je 7,15 mg/g. min a srednja dnevna suma Tr 4,29 g/g. Prema tome svib je istranspirirao danju oko 4,29 puta više vode nego što iznosi težina njegova lišća.

Zanimljivo je da su stome sviba ujutro bile najjače otvorene, zatim se nešto suzuju, ali se ne zatvaraju ni u 18. sati. Podudarnost između aperture stoma i veličine Tr nismo mogli utvrditi.

4. *Rhamnus frangula* L.

Krkavina je u petrovinskoj šumi transpirirala prosječno podjednako kao i svib. Srednja dnevna vrijednost Tr iznosila je 7,20 mg/g.

min, a srednja dnevna suma Tr 4,37 mg/g.min, gotovo isto kao u sviba. Maksimum Tr iznosio je 15,6 mg/g. min, a minimum 0,6 mg/g. min. Jutarnje vrijednosti Tr bile su dosta visoke, pa je tri puta zabilježen dnevni maksimum u 8 sati. Smanjenje intenziteta Tr ponajčešće je otpočelo već u 14 sati, a minimum u vremenu od 8—18 sati ustanovili smo uvijek prilikom posljednjeg mjerenja u 18 sati. Nul vrijednosti nije bilo, a to upućuje da krkavina nastavlja s transpiracijom, makar i slabom, također pod kraj dana. Da li se noću obustavlja ne može se sa sigurnošću zaključiti iako hod krivulje upućuje na to da se s jakim smanjenjem intenziteta svjetlosti i transpiracija enormno smanjuje (tab. 7).

Tab. 7

Datum 1969	Rhamnus frangula						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije Tr - Werte							
	8	10	12	14	16	18 h	Tages- summe der Tr (g/g)	
29. 04.	12,6	12,6	15,6	10,4	6,2	4,3	10,30	6,18
13. 05.	10,2	6,0	11,4	5,6	4,2	2,1	6,58	3,95
28. 05.	12,5	11,4	4,9	5,8	6,5	1,4	7,10	4,26
17. 06.	9,4	7,5	9,0	4,3	—	—	(7,56)	(3,63)
02. 07.	8,0	6,1	10,2	7,9	5,2	0,6	6,33	3,80
23. 07.	8,3	7,0	6,0	5,8	4,8	1,1	5,50	3,60
04. 09.	4,7	10,1	12,7	11,2	3,5	1,9 (17h)	7,38	4,43
Srednja vrijednost Mittelwert							7,20	4,37

Otvorenost stoma u toku dana i sezone prilično se mijenjala. Čini se da su stome krkavine vrlo osjetljive na promjene intenziteta fizikalnih faktora, napose osvjetljenja.

5. *Viburnum opulus* L.

Ta kozokrvnica odlikuje se neznatno većom transpiracijom nego krkavina. Srednja dnevna vrijednost Tr iznosila je 7,79 mg/g.min, a srednja dnevna suma Tr 4,68 g/g, pa prema tome i bekovina pripada među vrste s osrednjim intenzitetom transpiracije (tab. 8).

Tab. 8

Datum 1969	Viburnum opulus						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije Tr - Werte							
	8	10	12	14	16	18 h	Tages- summe der Tr (g/g)	
29. 04.	13,4	13,7	13,3	12,4	7,7	3,3	10,65	6,39
13. 05.	6,4	7,0	9,1	8,6	8,6	0,8	6,75	4,05
28. 05.	10,8	14,1	12,3	7,5	7,1	2,6	9,10	5,46
17. 06.	7,2	10,0	9,0	4,3	—	—	(7,65)	(2,75)
02. 07.	7,1	7,4	10,8	10,5	6,0	1,4	7,20	4,32
23. 07.	7,1	11,7	7,9	6,2	4,6	2,4	6,65	3,99
04. 09.	5,1	8,2	10,7	8,4	4,6	1,4 (17h)	6,40	3,84
Srednja vrijednost Mittelwert							7,79	4,68

Maksimum Tr od 14,1 mg/g.min izmjerili smo 28. svibnja u 10 sati, a minimum 0,8 mg/g.min 13. svibnja u 18 sati. Dnevni maksimum bilježili smo između 10 i 12 sati, a minimum u 18 sati. Razmjerno visoke vrijednosti Tr zabilježene su prilikom prvog jutarnjeg mjerenja.

I stome bekovine odlikuju se velikom osjetljivošću na promjene intenziteta vanjskih faktora, napose osvjetljenja. U toku dana i sezone one su vrlo naglo mijenjale aperturu. Nikad nisu bile potpuno otvorene. Najmanje vrijednosti nađene su u 18 sati. Značajno je da su i u bekovine stome obično najjače bile otvorene rano ujutro.

6. *Lonicera caprifolium* L.

Vrijednosti Tr predočene u tabeli 9 pokazuju da je kozja krv u šumi hrasta lužnjaka i običnoga graba u Petrovini u godini 1969. transpirirala slabije nego ijedna druga vrsta, ali ipak osjetljivo više nego u šumi hrasta kitnjaka i običnoga graba s pasjim zubom u Zelengaju godine 1967 (uspor. Gračanin et al. 1969). Srednja dnevna vrijednost Tr kretala se od 2,88 do 5,96 mg/g.min, a srednja dnevna suma Tr od 1,73 do 3,58 g/g. ili u prosjeku 2,59 g/g. Maksimum Tr izmjerili smo 17. lipnja u 12 sati (13,7 mg/g.min), a minimum 2 i 23. srpnja (0,3 mg/g.min) u 18 sati. U proljetnim mjesecima dnevni je maksimum postizavan već u 10 sati.

Tab. 9

Datum 1969	<i>Lonicera caprifolium</i>						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije Tr-Werte						Mittlerer Tageswert (mg/g·min)	Tages- summe der Tr (g/g)
	8	10	12	14	16	18h		
29.04.	8,0	4,5	4,4	3,3	1,8	1,9	4,00	2,40
13.05.	4,6	11,3	7,9	7,5	4,0	0,5	5,96	3,58
28.05.	7,7	10,2	1,7	0,6	0,5	2,2	3,83	2,30
17.06.	9,7	9,5	13,7	8,9	—	—	(10,49)	(3,78)
02.07.	6,7	7,0	6,9	6,0	1,4	0,3	4,71	2,83
23.07.	5,5	2,8	3,5	3,5	1,7	0,3	2,88	1,73
04.09.	2,7	6,9	8,5	5,3	2,8	1,0 (17h)	4,53	2,72
Srednja vrijednost Mittelwert							4,32	2,59

Slabljenje Tr došlo je znatnije do izražaja već u 16 sati. Puči su tijekom dana i sezone bile razmjerno slabo otvorene; ujutro su obično otvorenije. Zabilježena je i 0 vrijednost. Najniže vrijednosti aperture često se podudaraju s najnižim vrijednostima Tr, ali se općenita podudarnost između aperture i intenziteta Tr nije mogla utvrditi.

7. *Rubus fruticosus* L.

Po intenzitetu Tr *Rubus fruticosus* dolazi odmah iza puzavog žabnjaka. Njegova dnevna vrijednost Tr i dnevna suma Tr prilično su visoke, kao što se daje razabrati iz tabele 10.

Maksimalna vrijednost Tr od 20,3 mg/g.min izmjerena je 23. srpnja u 12 sati, a najmanja 0,6 mg/g.min. 4. rujna u 17 sati. Dnevni maksimumi izmjereni su najčešće u 12 sati, a u dva navrata u 10 sati, dok su minimumi bilježeni prilikom posljednjeg mjerenja u popodnevnim satima.

Tab. 10

Datum 1969	Rubus fruticosus						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije Tr - Werte						Mittlerer Tageswert (mg/g · min)	Tages- summe der Tr (g/g)
	8	10	12	14	16	18 h		
29. 04.	14,1	20,2	16,4	9,8	11,7	8,8	13,50	8,10
13. 05.	12,3	13,5	16,9	7,1	7,4	2,1	9,75	5,85
28. 05.	11,9	12,1	13,0	10,4	7,0	0,8	9,20	5,52
17. 06.	11,6	14,2	8,8	12,2	—	—	(11,70)	(4,21)
02. 07.	9,4	10,1	11,7	8,4	6,2	2,0	7,96	4,78
23. 07.	11,7	17,4	20,3	13,7	5,3	0,7	11,51	6,91
04. 09.	6,7	15,0	17,5	9,4	5,4	0,6 (17h)	9,13	5,49
Srednja vrijednost Mittelwert							10,18	6,10

Zanimljivo je da su Leyerer i Stocker (1961) u Botaničkom vrtu u Darmstadtu zabilježili maksimalnu vrijednost Tr 20 mg/g · min za *Rubus fruticosus*, dakle potpuno jednako kao što smo zabilježili mi prilikom naših istraživanja u Petrovini.

8. *Ranunculus repens* L.

Od svih istraživanih vrsta u petrovinskoj šumi puzavi žabnjak u maloj depresiji na šumskoj čistini pokazivao je najveću transpiracionu sposobnost u tamošnjim prilikama. Srednja dnevna vrijednost Tr iznosila je 12,02 mg/g · min, a dnevna suma Tr 7,22 g/g (tabela 11). Prema tome pripadao bi puzavi žabnjak među vrste s visokim intenzitetom Tr.

Tab. 11

Datum 1969	Ranunculus repens						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije Tr - Werte						Mittlerer Tageswert (mg/g · min)	Tages- summe der Tr (g/g)
	8	10	12	14	16	18 h		
13. 05.	13,4	17,4	18,9	11,9	7,6	4,1	12,21	7,33
28. 05.	18,2	18,9	19,5	16,9	10,4	6,7	15,10	9,06
17. 06.	12,2	19,4	10,8	8,0	—	—	(12,60)	(3,78)
02. 07.	11,2	16,7	27,1	16,2	13,0	1,0	14,20	8,52
23. 07.	9,1	17,5	13,1	11,1	6,9	1,1	9,81	5,89
04. 09.	9,9	11,1	15,5	12,8	1,9	1,6 (17h)	8,80	5,28
Srednja vrijednost Mittelwert							12,02	7,22

Maksimalna vrijednost Tr zabilježena je 2. srpnja u 13 sati (27,1 mg/g · min), a minimalna istoga dana u 18 sati (1,0 mg/g · min). Lišće je intenzivno transpiriralo već od ranih jutarnjih sati, ali su maksimumi postignuti u 10 ili još češće u 12 sati. Najveću aperturu stoma pokazivao je žabnjak prije podne (pa i do 14 sati), a najmanju u kasne popodneve sate. Najmanje vrijednosti aperture podudarale su se s najmanjim vrijednostima Tr, dok u pogledu ostalih vrijednosti takve pravilnosti nismo mogli ustanoviti.

9. *Juncus effusus* L.

Posebno je bilo zanimljivo istražiti vladanje ovog higrofita koji mjestimice obrađuje znatne površine prekomjerno vlažnih staništa, naročito u sastavu močvarnih nizinskih livada. Kada bismo transpiracionu sposobnost ove vrste izrazili na analogan način kao i ostalih vrsta koje smo u šumi istraživali, dospjeli bismo do iznenađujućeg zaključka da mu je transpiraciona sposobnost veoma malena. Maksimalnu vrijednost Tr izmjerili smo 29. travnja u 14 sati (11,8 mg/g.min), a minimalnu 23. srpnja 1969. u 18 sati (0,4 mg/g.min). Srednje dnevne vrijednosti kretale su se od 3,06 do 6,11 mg/g. min. U prosjeku

Tab.12

Datum 1969	Juncus effusus						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna sumaTr
	Veličina transpiracije Tr- Werte						Mittlerer Tageswert (mg/g.min)	Tages- summe der Tr (g/g)
	8	10	12	14	16	18 h		
29.04.	2,9	7,0	4,3	11,8	5,3	3,4	5,78	3,47
13.05.	5,5	7,1	9,5	7,2	6,1	1,3	6,11	3,66
28.05.	4,0	5,1	7,2	5,1	4,5	4,5	5,06	3,04
17.06.	6,8	10,0	9,5	3,8	—	—	(7,52)	(2,70)
02.07.	4,8	5,0	7,0	3,7	3,3	0,6	4,06	2,47
23.07.	4,5	4,1	7,3	3,7	1,8	0,4	3,76	2,26
04.09.	2,1	5,0	3,9	4,7	2,2	0,5 (17h)	3,06	1,84
Srednja vrijednost Mittelwert							4,64	2,79

srednja dnevna vrijednost iznosila je 4,64 mg/g.min, dok je srednja dnevna suma bila 2,79 g/g (tabela 12). U prvom dijelu vegetacijske sezone od proljeća do sredine ljeta zabilježene su veće vrijednosti Tr nego od srpnja do rujna. Leyerer i Stocker (1961) zabilježili su maksimalnu vrijednost Tr od 15 mg/g.min.

Prividno začuđujuća konstatacija da *Juncus effusus* transpirira veoma slabo u usporedbi s drugim vrstama koje smo istraživali, dobiva objašnjenje ako uočimo da se vrijednosti Tr izražene na težinu svježe tvari ne dadu dobro uspoređivati s takvim vrijednostima drugih zeljastih biljaka. Odnos između težine svježe tvari transpirirajućeg organa i njegove površine je u vrsta roda *Juncus* potpuno drugačiji nego u većine ostalih vrsta. Uspoređivati se mogu u ovom slučaju samo vrijednosti Tr izražene na jedinicu lisne odnosno transpiracione površine. Već je Leick (1939) upozorio na pojavu »reduciranih površina« s obzirom na jedinicu težine svježe biljne tvari. Tek kad izrazimo Tr na jedinicu površine moći ćemo ustvrditi da *Juncus* ide u red biljaka s visokom Tr-sposobnosti. Na ovo pitanje vratit ćemo se u diskusiji rezultata.

Opći zaključci o transpiraciji u šumi

Iz naprijed navedenih podataka o hodu Tr može se zaključiti da je od svih vrsta koje smo istraživali najslabije transpirirala *Lonicera caprifolium*, a najjače *Ranunculus repens*. Po veličini srednje dnevne sume Tr redoslijed je ovaj:

vrsta	srednja dnevna suma Tr (g/g)	intenzitet Tr (po Gračaninu)
<i>Lonicera caprifolium</i>	2,59	jedva osrednji
<i>Juncus effusus</i>	2,79	osrednji
<i>Quercus robur</i>	3,56	"
<i>Carpinus betulus</i>	3,87	"
<i>Cornus sanguinea</i>	4,29	"
<i>Rhamnus frangula</i>	4,37	"
<i>Viburnum opulus</i>	4,68	"
<i>Rubus fruticosus</i>	6,10	visok
<i>Ranunculus repens</i>	7,22	"

Mogli bismo prema tome intenzitet transpiracije najvećeg broja vrsta koje smo istraživali u petrovinskoj šumi označiti osrednjim. Pri tome je zanimljivo da dva glavna fanerofita, *Quercus robur* i *Carpinus betulus* nalazimo u prvoj polovini ljestvice.

Na ovom mjestu valja nam se vratiti na *Juncus effusus*. Njegov položaj je kao što vidimo odmah iza kozje krvi. Kao što smo već napomenuli prosuđivanje njegove transpiracione sposobnosti na osnovi vrijednosti Tr izraženih na težinu svježe tvari nije opravdano, jer je površina u ove biljke reducirana u odnosu prema težini svježe tvari. Zato je ispravno uspoređivati Tr sposobnost na jedinicu transpirirajuće površine, a ne na jedinicu težine. Ako tako postupimo onda ćemo dobiti da dnevna suma Tr iznosi 7,12 g/dm². Usporedimo li na ovaj način Tr vrijednosti vrste *Juncus effusus* s Tr vrijednostima ostalih vrsta onda dobivamo ovakav redoslijed:

vrsta	srednja dnevna suma Tr g/dm ²
<i>Lonicera caprifolium</i>	1,82
<i>Carpinus betulus</i>	2,11
<i>Quercus robur</i>	2,73
<i>Viburnum opulus</i>	3,17
<i>Rhamnus frangula</i>	3,51
<i>Cornus sanguinea</i>	3,78
<i>Rubus fruticosus</i>	4,15
<i>Juncus effusus</i>	7,12
<i>Ranunculus repens</i>	8,13

Kao što vidimo *Juncus* je potpuno izmijenio svoje mjesto i našao se na kraju ljestvice, odmah pokraj puzavog žabnjaka. Na taj način može se objasniti zbunjujuća pretpostavka da *Juncus*, kao vrsta koja naseljuje prekomjerno vlažna tla nizinskih područja ima manju transpiracionu sposobnost od drugih vrsta. Ipak pritom valja imati u vidu redukciju površine koja je baš u ove vrste jasno izražena, a staništa na kojima uspijeva, za vrijeme sušeg dijela godine povremeno se veoma isuše (teško glinenasta tla) pa bi bilo zanimljivo utvrditi koliku količinu vode ta biljka istranspirira na takvim ekstremnijim staništima nego što je šumska čistina na našem lokalitetu.

Hod transpiracije na polju

1. *Triticum vulgare*

a) sorta H-59

Hod transpiracije listova ove domaće sorte pšenice, uzgajane u neposrednoj blizini šume lužnjaka i običnoga graba, predočen je u tabeli 13.

Tab.13

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta H-59						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije lista Tr-Werte des Blattes							
	mg/g·min							
	8	10	12	14	16	18h	Mittlerer Tageswert (mg/g·min)	Tages- summe der Tr (g/g)
29.04	6,9	30,1	30,9	32,3	21,6	7,5	21,56	12,93
13.05	18,5	27,2	30,4	31,9	18,2	10,4	22,76	13,66
28.05	19,7	19,5	19,0	27,8	12,3	2,4	16,78	10,07
17.06	20,6	32,1	27,8	11,4	—	—	(22,97)	(8,27)
02.07	21,6	15,7	21,5	20,3	14,8	8,8	17,11	10,27
Srednja vrijednost Mittelwert							19,55	11,73

Već na prvi pogled iznenađuju vrlo visoke vrijednosti Tr i njihovo osjetljivo kolebanje u toku dana. Visoke vrijednosti zabilježene su obično već u 8 sati ujutro. Krivulja hoda Tr raste zatim i postizava maksimum oko 14 sati, a samo iznimno u 10 ili 12 sati; od 16 sati pada i u 18 sati postiže najnižu točku. Vrijednosti Tr i u kasno poslije podne još su prilično visoke.

Ako se transpiraciona sposobnost može mjeriti po maksimalnoj vrijednosti Tr onda se može reći da je ta sposobnost u sorte H-59 vrlo visoka; iznosila je 32,3 mg/g.min (29. IV u 14 sati). Minimum Tr izmjeren je 2,4 mg/g.min (28. V u 18 sati).

Visoka transpiraciona sposobnost vidi se i u srednjoj dnevnoj vrijednosti Tr koja je iznosila 19,55 mg/g.min, kao i u srednjoj dnevnoj sumi Tr, koja je dosegla vrijednost od 11,73 g/g. Proizlazi da je lišće pšenice H-59 istranspiriralo u toku dana 11,73 puta više vode nego što iznosi njegovu težina.

Tab.14

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta H-59						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije lista Tr-Werte des Blattes							
	mg/dm ² ·min							
	8	10	12	14	16	18h	Mittlerer Tageswert (mg/dm ² ·min)	Tages- summe der Tr (g/dm ²)
13.05	18,9	22,4	25,8	19,6	15,6	12,5	19,14	11,48
28.05	16,8	17,2	18,7	25,9	11,5	2,8	15,49	9,29
17.06	19,5	28,7	23,6	10,9	—	—	(20,18)	(7,26)
02.07	18,4	8,8	10,7	13,1	13,2	5,2	11,59	6,94
Srednja vrijednost Mittelwert							15,40	9,24

Značajno je da su stome otvorene već prilikom prvog jutarnjeg mjerenja; u 18 sati zabilježene su redovito najmanje vrijednosti aperture. Nema pravilnog odnosa između stanja stoma i vrijednosti Tr, ali se može uočiti da se najniže vrijednosti aperture podudaraju s najnižim vrijednostima Tr (iznimka 13. V u 18 sati). Vrijedna je pažnje konstatacija da je i pri slaboj otvorenosti stoma pa čak i pri potpuno zatvorenim stomama zabilježena relativno velika vrijednost Tr. To bi svjedočilo da u ove sorte, pored stomatarne ne malu ulogu igra i kutikularna transpiracija.

Navest ćemo ovdje još i vrijednosti Tr izražene na jedinicu površine (tab. 14).

Transpiracija stabljike. Da bi se dobila predodžba o potrošnji vode i od strane stabljike, određivali smo njenu Tr u toku dana i sezone usporedo s Tr lišća. Hod Tr stabljike predöčen je u tabeli 15. Vrijednosti su izražene u mg/g.min. Kao što vidimo vrijednosti Tr stabljike znatno su niže od vrijednosti Tr lišća. Srednje dnevne vrijednosti Tr lišća 3 do 5 puta su veće od istih vrijednosti stabljike.

Tab. 15

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta H-59						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije stabljike Tr-Werte des Stammes							
	mg/g·min							
	8	10	12	14	16	18h	Mittlerer Tageswert (mg/g·min)	Tages- summe der Tr (g/g)
29.04.	1,4	1,3	1,9	4,5	2,1	0,9	2,01	1,21
13.05.	2,4	2,7	2,0	0,6	2,9	1,8	2,06	1,24
28.05.	5,4	4,3	5,7	10,4	7,8	1,7	5,88	3,53
17.06.	5,9	5,0	15,9	5,6	—	—	(8,10)	(2,91)
02.07.	5,7	10,1	13,2	9,8	4,1	2,3	7,54	4,52
Srednja vrijednost Mittelwert							4,37	2,62

U jednom prijašnjem radu M. Gračanin (1963) je upozorio da izražavanje veličine Tr stabljike u jedinicama svježe tvari nije opravdano, ako se želi dobiti vjerna slika transpiracione sposobnosti transpirirajućih organa odnosno površina, i to iz razloga što je odnos između težine i površine tih organa potpuno različit. Želimo li dakle uspoređivati Tr sposobnost lišća i stabljike onda vrijednosti Tr moramo izražavati na jedinicu površine kako je to učinjeno u tabeli 16.

Tab. 16

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta H-59						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije stabljike Tr-Werte des Stammes							
	mg/dm ² ·min							
	8	10	12	14	16	18h	Mittlerer Tageswert (mg/dm ² ·min)	Tages- summe der Tr (g/dm ²)
13.05.	25,8	23,3	16,5	5,2	26,8	17,8	19,24	11,54
28.05.	14,9	27,7	18,1	29,1	26,2	2,3	19,72	11,83
17.06.	20,0	19,5	35,3	17,4	—	—	(23,05)	(8,29)
02.07.	23,1	24,1	33,2	18,9	14,7	7,5	20,25	12,15
Srednja vrijednost Mittelwert							19,74	11,84

Vidimo da se sada srednja dnevna vrijednost Tr stabljike izražena u g/dm².min uglavnom podudara sa srednjom dnevnom vrijednosti Tr lišća izraženog u mg/g. min, a da je čak znatno veća ako se usporedi s transpiracijom jedinice lisne površine.

b) sorta H-303

I ova domaća sorta pšenice odlikovala se visokom transpiracionom sposobnošću. Vrijednosti Tr ne razlikuju se mnogo od analognih vrijednosti sorte H-59. To se vidi iz podataka predočenih u tabeli 17.

Tab. 17

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta H-303						Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/g.min)	Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/g)
	Veličina transpiracije lista Tr-Werte des Blattes							
	8	10	12	14	16	18h		
29.04.	8,9	26,6	27,7	20,6	21,2	2,9	17,98	10,79
13.05.	28,6	30,8	32,2	34,5	17,4	4,2	24,62	14,77
28.05.	22,6	24,9	17,5	16,6	15,1	4,9	16,93	10,16
17.06.	20,2	25,6	33,3	10,1	—	—	(22,30)	(8,02)
02.07.	14,4	17,5	28,9	19,0	11,6	6,1	16,26	9,75
Srednja vrijednost Mittelwert							18,94	11,36

Zabilježen je maksimum Tr od 34,5 mg/g.min (13. V u 14 sati) a minimum Tr od 2,9 mg/g.min (29. IV u 18 sati).

Vrijednosti aperture tek su se malo mijenjale u toku dana i sezone. Samo u 18 sati zabilježene su najniže vrijednosti. U tabeli 18 predočene su vrijednosti Tr lišća izražene na jedinicu površine.

Tab. 18

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta H-303						Srednja dnevna vrijednost Tr Mittlerer Tageswert (mg/dm ² .min)	Dnevna suma Tr Tages- summe der Tr (g/dm ²)
	Veličina transpiracije lista Tr-Werte des Blattes							
	8	10	12	14	16	18h		
13.05.	18,7	30,8	28,9	29,9	15,8	4,7	21,47	12,88
28.05.	20,7	22,7	21,1	17,9	10,9	5,0	16,38	9,83
17.06.	17,7	22,5	21,3	6,9	—	—	(17,85)	(6,42)
02.07.	4,5	10,2	15,6	9,0	7,6	3,0	8,31	4,99
Srednja vrijednost Mittelwert							15,38	9,23

I ovdje opažamo da su vrijednosti Tr osjetljivo niže od vrijednosti Tr izraženih na jedinicu težine svježe tvari.

Transpiracija stabljike karakterizirana je sličnim hodom kao i veličinom koji su izmjereni u sorte H-59. Vrijednosti u tabeli 19 pokazuju da se srednje dnevne vrijednosti Tr kreću od 2,32 do 5,07 mg/g.min, a dnevna suma Tr od 1,39 do 3,04 g/g.

Sasvim drukčiju sliku pružaju Tr vrijednosti preračunate na jedinicu površine stabljike (tab. 20). One čak nešto premašuju Tr vrijednosti lišća.

Tab. 19

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta H-303						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije stabljike Tr-Werte des Stammes							
	8	10	12	14	16	18 h	Mittlerer Tageswert (mg/g·min)	Tages- summe der Tr (g/g)
29.04.	1,6	2,5	2,9	2,9	2,3	1,7	2,32	1,39
13.05.	1,9	1,9	5,9	3,2	2,2	0,8	2,64	1,59
28.05.	8,7	8,1	1,9	4,0	6,4	1,3	5,07	3,04
17.06.	3,0	4,0	11,0	2,4	—	—	(5,10)	(1,83)
02.07.	4,6	4,0	5,9	6,3	3,4	1,9	4,34	2,61
Srednja vrijednost Mittelwert							3,57	2,14

Tab. 20

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta H-303						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije stabljike Tr-Werte des Stammes							
	8	10	12	14	16	18 h	Mittlerer Tageswert (mg/dm ² ·min)	Tages- summe der Tr (g/dm ²)
13.05.	18,4	18,9	35,4	15,9	15,4	11,2	19,21	11,52
28.05.	32,3	34,9	13,4	12,0	27,0	10,1	21,62	12,97
17.06.	14,7	17,2	44,0	11,1	—	—	(21,75)	(7,73)
02.07.	14,8	6,3	14,8	11,9	6,8	4,8	9,90	5,94
Srednja vrijednost Mittelwert							16,91	10,14

c) sorta Libelula

Talijanska sorta Libelula razlikovala se nešto slabijom Tr lišća nego naše domaće sorte. Vrijednosti Tr su ipak visoke. Inače je krivulja hoda Tr u ove sorte slična hodu Tr ostalih dviju sorti.

Čini se da niže vrijednosti Tr lišća Libelule ne treba tražiti u nekom njenom svojstvu da bolje gospodari vlagom tla. To se može zaključiti na osnovi podatka da je Libelula istranspirirala maksimalno oko 34 mg/g·min, a to je toliko koliko i druge dvije domaće sorte. Minimum Tr od 2,1 mg/g·min zabilježen je 13. svibnja u 18 sati (Tab. 21).

Tab. 21

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta Libelula						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije lista Tr-Werte des Blattes							
	8	10	12	14	16	18 h	Mittlerer Tageswert (mg/g·min)	Tages- summe der Tr (g/g)
29.04.	11,4	28,1	32,0	21,2	12,3	3,4	18,06	10,84
13.05.	25,6	34,9	25,1	11,9	19,9	2,1	19,91	11,95
28.05.	12,4	17,6	13,8	7,8	6,6	4,4	10,43	6,26
17.06.	22,4	24,6	17,2	9,3	—	—	(18,36)	(6,60)
02.07.	16,6	19,5	22,2	20,3	7,8	9,0	15,90	9,54
Srednja vrijednost Mittelwert							16,08	9,65

Zanimljivo je da kod nijedne sorte pšenice nisu dobivene nul vrijednosti. I u Libelule stome su bile pretežno potpuno do dosta otvorene već od ranog jutra. Tek u 18 sati zabilježena je smanjena apertura. Radi usporedbe navodimo još i vrijednosti Tr lišća Libelule izražene na jedinicu površine (tab. 22). Vrijednosti su osjetljivo manje od vrijednosti izraženih na jedinicu svježe tvari lišća.

Tab. 22

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta Libelula						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije lista Tr-Werte des Blattes							
	8	10	12	14	16	18 h	Mittlerer Tageswert (mg/dm ² min)	Tages- summe der Tr (g/dm ²)
13.05.	22,3	28,1	15,7	15,0	14,4	1,6	16,18	9,71
28.05.	10,4	16,3	11,3	7,1	4,9	3,8	8,97	5,38
17.06.	18,6	25,5	8,1	5,8	—	—	(14,50)	(5,22)
02.07.	11,0	8,8	11,8	9,0	4,8	4,7	8,34	5,01
Srednja vrijednost Mittelwert							11,16	6,70

Transpiracija stabljike. Najveća dnevna vrijednost Tr iznosila je 10,8 a najmanja 1,3 mg/g.min. Dnevna suma Tr kolebala je od 1,25 do 2,87 g/g (tab. 23).

Tab. 23

Datum 1969	Triticum vulgare - Sorta Libelula						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije stabljike Tr-Werte des Stammes							
	8	10	12	14	16	18 h	Mittlerer Tageswert (mg/g min)	Tages- summe der Tr (g/g)
29.04.	3,3	1,1	3,0	2,6	1,2	1,3	2,09	1,25
13.05.	8,5	1,6	1,8	5,3	3,0	1,6	3,63	2,18
28.05.	6,4	5,8	3,8	7,6	2,9	1,4	4,65	2,79
17.06.	8,1	8,1	5,8	5,7	—	—	(6,92)	(2,49)
02.07.	4,0	4,9	3,9	10,8	2,8	2,3	4,79	2,87
Srednja vrijednost Mittelwert							3,79	2,27

Vrijednosti Tr izražene na jedinicu površine pružaju pravu sliku Tr stabljike tj. njezine površine u toku dana i sezone; ove vrijednosti (tab. 24) dadu se dobro uspoređivati s veličinama Tr lišća predočenim u tab. 22.

Vidimo da je stabljika istranspirirala veću količinu vode na jedinicu površine nego lišće.

Kada bi pšenica proizvela za sezonu 60 q svježe tvari stabljike po hektaru i kada bi dnevna suma Tr iznosila 2,27 g/g onda bi količina istranspirirane vode putem stabljike dnevno iznosila 13.620 kg. Za 65 dana vegetacije pšenica bi oduzela tlu 824.000 kg vode ne računajući gubitak vode putem noćne transpiracije.

Tab. 24

Datum 1969	Triticum vulgare -Sorta Libelula						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr
	Veličina transpiracije stabljike Tr-Werte des Stammes							
	mg/dm ² min						Mittlerer Tageswert (mg/dm ² min)	Tages- summe der Tr (g/dm ²)
	8	10	12	14	16	18h		
13.05.	22,9	16,1	11,7	27,5	10,1	8,3	16,11	9,66
28.05.	22,9	23,2	15,5	31,0	7,0	4,1	17,28	10,37
17.06.	14,9	17,1	12,2	18,7	—	—	(15,57)	(5,60)
02.07.	13,4	18,4	15,6	20,4	11,8	8,6	14,68	8,81
Srednja vrijednost Mittelwert							16,02	9,61

2. Korovne biljke

Nakon žetve pšenice određivali smo u dva navrata, tj. 23. srpnja i 4. rujna transpiraciju nekih vrsta, koje su nađene kao korovi na oranici. Neke od njih više su biljke travnjaka (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Ranunculus acer* i *Lythrum salicaria*), dok su druge tipičnije korovne i ruderalne vrste (*Erigeron canadensis*, *Plantago major*, *Stellaria media*, *Polygonum persicaria*). S obzirom na to da je u isto vrijeme nastavljeno mjerenje u šumi, bilo je zanimljivo proslijediti mjerenja Tr na polju radi usporedbe i nakon žetve.

Hod transpiracije ovih biljaka predočili smo u tabeli 25.

Tab. 25

Species	Veličina transpiracije Tr-Werte						Srednja dnevna vrijednost Tr	Dnevna suma Tr	
	mg/g min								
	a = 23.07.1969 b = 04.09.1969						Mittlerer Tageswert (mg/g min)	Tages- summe der Tr (g/g)	
	8	10	12	14	16	18h			
<i>Trifolium pratense</i>	a	45,2	35,9	28,4	16,0	25,4	11,2	27,02	16,21
	b	14,4	31,4	16,4	24,7	8,2	6,6	16,95	10,17
<i>Trifolium repens</i>	a	40,8	44,2	23,2	10,5	0,0	6,3	22,16	13,30
	b	12,7	28,7	21,7	32,5	24,6	9,0	21,54	12,92
<i>Ranunculus acer</i>	a	31,9	37,6	19,9	18,1	5,4	5,2	19,69	11,81
	b	9,6	24,5	37,5	17,9	8,1	6,2	17,30	10,38
<i>Lythrum salicaria</i>	a	35,7	37,0	21,3	11,9	0,6	4,8	19,89	11,93
	b	19,5	20,1	14,8	21,0	10,9	2,9	14,86	8,92
<i>Erigeron canadensis</i>	a	48,3	50,0	32,8	30,2	27,8	7,7	32,80	19,68
	b	13,7	14,9	46,6	21,3	16,5	5,5	19,57	11,85
<i>Polygonum persicaria</i>	a	32,6	33,2	48,4	24,8	33,8	4,1	29,48	17,69
	b	27,7	28,6	35,7	33,1	11,7	2,1	23,16	13,89
<i>Plantago major</i>	a	20,8	27,9	39,1	43,4	29,3	5,3	27,63	16,58
	b	5,7	21,7	24,7	23,8	3,1	3,4	13,77	8,24
<i>Stellaria media</i>	a	10,2	10,4	16,9	10,8	9,6	2,8	10,12	6,07
	b	14,6	15,8	22,9	9,5	6,2	2,9	11,99	7,19

Podaci su zanimljivi jer pokazuju da i korovi koje smo istraživali na oranici imaju pretežno vrlo veliku sposobnost transpiracije, a neki znatno veću nego pšenice. Postoje međutim i znatne razlike između pojedinih

nih vrsta. Maksimalnu vrijednost Tr 50,0 mg/g.min zabilježili smo u vrste *Erigeron canadensis*, koja je pokazivala i najveću srednju vrijednost (32,8 mg/g.min) i najveću dnevnu sumu Tr (19,68 g/g).

Najmanju sposobnost Tr ispoljila je *Stellaria media* s maksimumom Tr od 22,9 mg/g. min, i srednjom dnevnom vrijednosti od 11,99 odnosno 10,12 mg/g.min i dnevnom sumom Tr od 6,07 do 7,19 g/g.

U većine travnjačkih biljaka postignut je dnevni maksimum između 10 i 14 sati no pretežno u 10 sati dok je u tipičnih korova maksimum u pravilu zabilježen u 12 sati.

Značajno je da sve vrste već u 8 sati ujutro transpiriraju vrlo intenzivno. Dnevni minimum postižu sve vrste u 18 sati. Minimum se kreće između 2,1 i 11,2 mg/g. min.

Raspon između maksimalnih i minimalnih vrijednosti izmjerenih u pojedinim vrsta predočen je u tabeli 26.

Tab. 26

Species	Vrijednosti Tr		Diferencija Diferenz mg/g·min
	Tr-Werte maksim.	mg/g·min minim.	
<i>Erigeron canadensis</i>	49,99	5,51	44,48
<i>Polygonum persicaria</i>	48,45	2,08	46,37
<i>Trifolium pratense</i>	45,19	6,60	38,59
<i>Trifolium repens</i>	44,22	6,25	37,97
<i>Plantago major</i>	43,40	3 10	40 30
<i>Ranunculus acer</i>	37,63	5 17	32 46
<i>Lythrum salicaria</i>	37,02	2,96	34,06
<i>Stellaria media</i>	22,93	2,83	20,10

Iz podataka u tabeli očigledno je da vrste koje smo istraživali imaju veliku transpiracionu sposobnost pa uz pogodne vanjske uvjete mogu znatno utjecati na stanje vlage u rizosferi, kako nakon žetve žitarica tako i u toku njihova razvoja. Nepovoljan utjecaj mogu ispoljiti naročito u suhim godinama prije sjetve ozimina, kada oraničnom sloju smanjuju zalihe ekološki aktivne vlage. Međutim u Petrovini su tla ponajvećma dovoljno vlažna, a i borba protiv korova je prilično uspješna, pa nema opasnosti od desikacije tala utjecajem korova.

Opći zaključci o transpiraciji na oranici

Ovi prvi podaci o transpiraciji različitih sorata vrste *Triticum vulgare* u prirodnim uvjetima hrvatske Posavine doveli su do nekoliko važnih saznanja. Prije svega da se sve tri sorte odlikuju velikom transpiracionom sposobnošću. To jasno proizlazi iz maksimalnih vrijednosti Tr utvrđenih u toku njihove vegetacijske periode; one se kreću od 32,29 do 34,90 mg/g.min. Bitnih razlika između transpiracione sposobnosti istraživanih domaćih sorata i talijanske Libelule zapravo i nema iako je u Libelule zabilježena nešto manja vrijednost dnevne sume Tr.

Po klasifikacionoj shemi M. Gračanina sve tri sorte pšenice valja uvrstiti među biljke s vrlo visokom sposobnosti transpiracije, jer dnevna suma Tr premašuje 8 g/g.

Važno je dalje saznanje da i stabljika pšenice istranspirira na jedinicu površine vrlo velike količine vode, a najmanje toliko koliko i lišće, ako ne i više.

Potvrđeni su već po M. Gračaninu (1963) doneseni zaključci da se prilikom usporednih istraživanja transpiracione sposobnosti lišća i stabljike vrijednosti Tr moraju izražavati na jedinicu površine.

Mjerenja Tr na korovima na oranici nakon što je završena žetva pšenice, jasno su pokazala da te biljke imaju ponajvećma još i veću Tr sposobnost od pšenica. Otuda proizlazi da oni mogu imati i pozitivan utjecaj ako se radi o isušivanju prekomjerno vlažnih tala, odnosno nepovoljan učinak ako pred sjetvu ozimina tlu u tolikoj mjeri oduzimlju ekološki aktivnu vodu da je kljanje ozimina ugroženo.

Budući da do sada nismo imali nikakvih podataka o transpiracionoj sposobnosti korova u nas, ova istraživanja unijela su nešto svjetlosti u pitanje njihova udjela u dinamici vlage tla.

Odnos između transpiracije šumske i poljske vegetacije

Istraživanja koja smo prikazali na prednjim stranicama mogla su dati odgovor na osnovno pitanje: koja vegetacija u prirodnim uvjetima u Petrovini, a to će reći na nizinskim umjereno podzoliranim i hidromorfiziranim tlima, jače transpirira, a po tome i jače suši supstrat na kojemu se razvija.

Ponajprije se pokazalo da srednja dnevna suma transpiracije lišća šumske vegetacije koleba od 2,59 do 7,22 grama na gram svježe tvari, no najveći broj tih vrijednosti leži ispod 4,7 g/g. Istovremeno lišće pšenica istranspirira na jedinicu težine svježe tvari 9,65 do 11,73 g/g, dakle i do blizu 5 puta više vode od lišća šumske vegetacije.

Korovi koji vegetiraju na oranici nakon žetve žitarica ispoljili su još veću sposobnost Tr i od samih pšenica. Vidjeli smo da je najveća dnevna suma Tr iznosila u vrste *Erigeron canadensis* i do preko 19 g na gram svježe tvari.

Ako dnevnu sumu Tr lišća pšenice H-59 uzmemo kao 100 onda se dnevna suma Tr vrsta iz šume dađe izraziti ovim relativnim brojevima:

H-59	100
H-303	96
<i>Ranunculus repens</i>	61
<i>Rubus fruticosus</i>	51
<i>Viburnum opulus</i>	39
<i>Rhamnus frangula</i>	37
<i>Cornus sanguinea</i>	36
<i>Carpinus betulus</i>	32
<i>Quercus robur</i>	30
<i>Juncus effusus</i>	24
<i>Lonicera caprifolium</i>	22

Dnevna suma Tr korovne vegetacije ne može se dobro usporediti s vrijednostima ostalih vrsta, jer su mjerenja izvršena samo u srpnju i rujnu. No ako bi se poslužili raspoloživim vrijednostima onda bi vidjeli da npr. vrsti *Ranunculus acer* odgovara relativna vrijednost 94, djetelinama 111, vrsti *Polygonum persicaria* 134 itd.

Iako je jasno da lišće vegetacije na oranicama transpirira jače od lišća šumske vegetacije ipak ostaju neobjašnjena dva pitanja:

1. u kojoj se mjeri razlike u veličini Tr biljaka obaju staništa mogu pripisati njihovim različitim genetski uvjetovanim sposobnostima da vodu predaju atmosferi, a u kojoj mjeri su te razlike uvjetovane različitim intenzitetom stanišnih faktora o kojima ovisi transpiracija i

2. kakvi su stvarni kvantitativni odnosi između Tr vegetacije šume lužnjaka i običnoga graba te usjeva na poljima Petrovine, izraženi na jedinicu površine tla, npr. na 1 ha.

Da bi se moglo odgovoriti na ovo drugo pitanje valjalo bi poznavati veličinu transpiracione površine kako šumske tako i poljske vegetacije. Transpiracionu površinu pšenice po hektaru možemo lakše odrediti, no površinu transpirirajućih organa šumske vegetacije nismo bili u stanju utvrditi i zato ovdje ne pokušavamo objasniti kvantitativne odnose.

Samo donekle pokušat ćemo dati odgovor na prvo pitanje ako razmotrimo razlike u intenzitetu onih vanjskih faktora obaju staništa koje su imale utjecaja na veličinu Tr vrijednosti.

Prilikom uspoređivanja vrijednosti Tr šumske vegetacije i biljaka na oranicama valja svakako imati u vidu da razlike u veličini Tr pojedinih vrsta jednog i drugog staništa nisu uvjetovane jedino njihovim genetskim svojstvima, već u velikoj mjeri i vanjskim ekološkim faktorima. Tu imamo na umu prije svega razlike u intenzitetu klimatskih faktora, napose temperature, intenziteta svjetlosti, vlažnosti uzduha i tla.

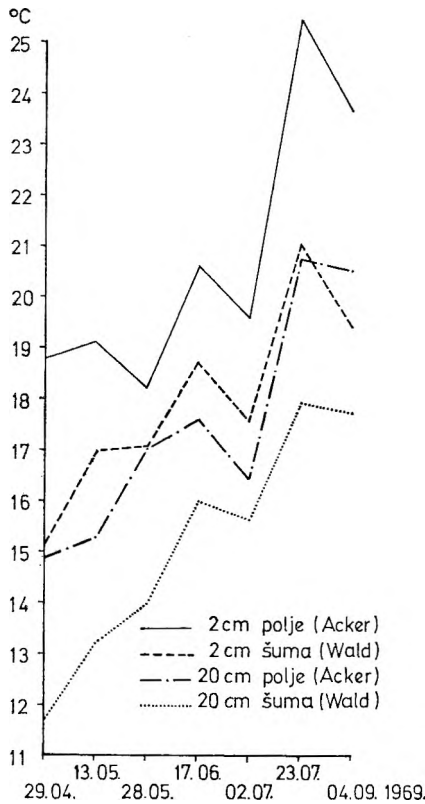
U pedosistematskom pogledu tla obaju staništa veoma su slična s obzirom na fizikalna i kemijska svojstva, ali su se razlikovala u pogledu temperature i vlažnosti. Te razlike potrebno je uočiti kako bismo mogli ocijeniti ulogu faktora koji su bitno doprinijeli da je transpiracija biljaka na oranicama bila znatno veća nego u šumi.

a) T e m p e r a t u r a u z d u h a. Nema sumnje o tome da temperatura uzduha uvelike utječe na brzinu Tr, ne samo zato što o njoj ovisi tenzija pare već i zato što utječe na temperaturu lista iz kojega se voda isparava. Tlak pare ovisi o relativnoj zasićenosti vodenim parama i o temperaturi. Tako npr. kod 80 %-tne relativne vlažnosti zraka bit će tlak pare kod 10 °C oko 7,37 mm Hg, kod 20 °C 14,63 mm, a kod 30 °C oko 25,46 mm Hg.

Ako je temperatura uzduha u lišću veća od temperature atmosferskog uzduha tenzija pare u lišću bit će također veća pa će biljka predavati paru atmosferi. List se utjecajem neposrednog sunčeva zračenja jače zagrijava od uzduha koji ga okružuje. Razlike mogu biti veoma velike (usp. B e t h k e et al. 1965). Posljedica toga je brže kretanje pare iz lista u atmosferu. Budući da nismo raspolagali odgovarajućim termometrima nismo mjerili temperaturu listova. Ipak možemo sa sigurnošću pretpostaviti da se lišće biljaka u polju zagrijavao jače od biljaka u šumi zbog trajnijeg utjecaja neposrednog sunčeva zračenja. Naprotiv listovi pokusnih biljaka u šumi samo su povremeno bili izloženi neposrednom zrače-

nju sunca, što se može zaključiti i na osnovi razlike u intenzitetu osvjetljenja (sl. 2). Prosječna temperatura uzduha (8—18 sati) u dane naših mjerenja kretala se na visini od 150 cm iznad površine tla između 21,8 °C i 27,2 °C na oranici te 20,7 °C i 24,8 °C u šumi.

b) Temperatura tla također pripada među one faktore koji utječu na transpiraciju (Nitsche 1937), jer s porastom raste i brzina transpiracionog strujanja. Važan je dakako odnos između temperature tla i vanjske sredine nadzemnih organa.

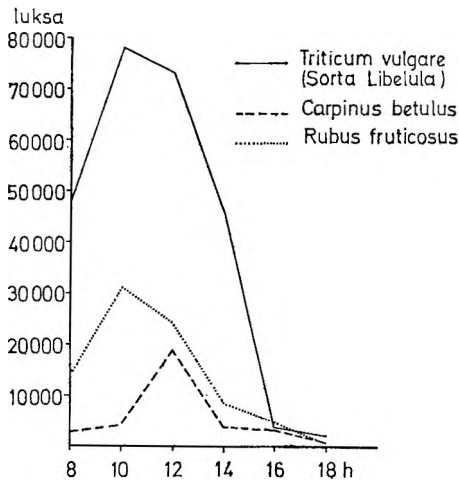


Sl. 1. Srednja dnevna temperatura tla
Abb. 1. Mittlere Bodentemperatur

Temperatura tla u 1969. godini na našim plohama bila je kao što je vidljivo iz grafikona (sl. 1) viša na oranici nego u šumi, što bi upućivalo da je transpiraciono strujanje u poljskih vrsta moglo biti brže nego u šumskih. Valja ipak imati u vidu da je utjecaj temperature tla na različite vrste različit, pa bi bilo potrebno pobliže proučiti značenje temperature tla za transpiraciju ako se želi potpunije ocijeniti značenje navedenih razlika temperature za transpiraciju u šumi i na polju.

e) Intenzitet osvjetljenja. Iako kvantitativni odnosi između intenziteta svjetlosti i transpiracije još nisu dovoljno istraženi ipak sva dosadašnja proučavanja svjedoče da je intenzitet Tr funkcija intenziteta svjetlosti. Tu činjenicu valja imati u vidu kada uspoređujemo transpiraciju poljskih i šumskih vrsta na njihovom staništu. Mnoge biljne vrste zatvaraju stome u tami, pa time ograničavaju transpiraciju. Potreban je izvjestan intenzitet svjetlosti da se stome počnu otvarati (fotoaktivno otvaranje stoma). Postoje i izvjesni optimumi intenziteta svjetla, kod kojih je apertura stoma najveća. Ti su optimumi različiti za različite vrste.

Za vrijeme mjerenja Tr određivali smo i intenzitet osvjetljenja u šumi i na polju za svaku navedenu biljku uzimajući pritom u obzir položaj onih listova koje smo koristili za pokus. Ovdje donosimo radi ilustracije razlika u dnevnom hodu osvjetljenja šumskih vrsta i onih u polju samo rezultate jednog dana mjerenja (13. V 1969) za *Carpinus*, *Rubus* i *Triticum* (sl. 2).



Sl. 2. Dnevni hod intenziteta osvjetljenja
Abb. 2. Tagesgang der Lichtintensität

Ako bi se o značenju intenziteta osvjetljenja moglo zaključivati po veličini Tr onda bi mogli reći da je uočljiva veza između tih vrijednosti, ali pravilnih odnosa ipak nije bilo, što je i razumljivo uzme li se u obzir varijabilnost i ostalih značajnih faktora.

Važno je pitanje kakvo značenje imaju različiti intenziteti svjetla za Tr i da li su razlike koje smo zabilježili u šumi i na polju odgovorne za razlike u veličini Tr . Činjenica je da su stome u pšenice za vrijeme mjerenja Tr u Petrovini bile znatno jače otvorene nego stome biljaka u šumi. Da li se takvo stanje ima pripisati pretežno utjecaju svjetlosti ili genetskim faktorima ne može se sa sigurnošću zaključiti.

Iako su fotoaktivno otvaranje stoma proučavali mnogi istraživači (Loftfield, Stalfelt 1956, Pisek i Winkler 1953, Stocker 1956, Gäumann i Jaag 1937, Kramer 1959 i dr.) pa i njegovo značenje za Tr, još uvijek na žalost ne možemo reći koji intenzitet osvjetljenja je optimalan za pojedine vrste, tj. kada se stome potpunom otvaraju. I to je razlog da još ne možemo točno ocijeniti značenje razlika u intenzitetu svjetlosti u šumi i na polju za brzinu transpiracije. Ipak se može pretpostaviti da se razlike u veličini Tr na obim staništima mogu dijelom pripisati i razlikama u intenzitetu osvjetljenja u toku dana i sezone.

d) Vlažnost tla. Mjerenja vlažnosti tla jasno su pokazala da je ekološki profil poljskog tla pod pšenicom bio sve do žetve siromašniji vlagom do dubine od 60 cm nego susjedno šumsko tlo (tab. 27). Razlike su naročito velike u površinskom sloju od 0—5 cm. Opravdana je pretpostavka da se te razlike imaju pripisati znatno jačoj transpiraciji poljske vegetacije tj. gubicima vlage u prvom redu biološkim putem. U drugu ruku nedvojbeno je da je i evaporacija vode iz poljskog tla bila veća nego iz šumskog.

Tab. 27

Profil	Dubina tla Bodentiefe cm	Vlaga tla u % - Bodenfeuchtigkeit in % 1969						
		29.04.	13.05.	28.05.	17.06.	02.07.	23.07.	04.09.
Šumsko tlo Waldboden	0-5	44,3	49,9	40,4	48,3	58,2	28,4	41,4
	5-10	28,8	34,2	28,3	27,2	32,7	26,4	31,5
	10-20	31,7	34,5	29,6	29,4	31,4	22,6	31,2
	20-30	32,1	32,1	27,8	29,1	29,1	19,8	28,4
	30-60	26,9	27,5	26,0	26,6	25,5	22,2	26,4
	60-100	22,8	22,9	21,3	21,4	21,9	19,9	21,4
Poljsko tlo Ackerboden	0-5	22,4	22,4	19,6	25,7	23,2	20,0	25,5
	5-10	22,1	23,2	19,7	23,2	23,1	21,5	25,6
	10-20	21,9	25,4	20,2	24,9	23,5	23,7	25,9
	20-30	24,4	23,5	21,8	23,5	24,9	24,8	26,3
	30-60	24,9	22,5	21,3	24,2	22,9	24,3	24,0
	60-100	23,1	22,1	21,8	22,8	22,0	22,5	23,6

U svakom slučaju može se uzeti da se tlo pod pšenicom jače suši nego pod šumskom vegetacijom. Odavde bi se mogao povući opći zaključak da usjevi pšenice, jedne od značajnih kultura hrvatskog Posavlja, ublažuju hidromorfizaciju nizinskih tala, a svakako izrazitije nego šuma hrasta lužnjaka i graba.

Literatura — Schrifttum

- Bethke, H., Haas, H u. Stocker, O., 1965: Über den Wasser und Photosynthesehaushalt einiger Frühjahrsgeophyten. Flora, B 156, 8—49.
- Gäumann, E. u. Jaag, O., 1937: Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Reaktionsgeschwindigkeit der Spaltöffnungen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 55, 236—252.
- Gračanin, M., 1950: Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkim istraživanjima. Poljopriv. znanstv. smotra 12, 51—67.
- Gračanin, M., 1963: Die Unterschiede in der Transpiration von Blattspreite und Stamm. Phytion 10,3/4, 216—224.
- 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. 23, 93—138.
- Leick, 1939: Abderhalden: Handb. biol. Arbeitsmeth. XI, 4, 1573—1735.
- Leyerer, G. u. Stocker, O., 1961: Über die Transpiration der Rutengewächse. Flora 151, 1, 1—43.
- Nitsche, H., 1937: Der Einfluss der Wurzelabkühlung auf Wasseraufnahme und Transpiration der Pflanzen. Ö.B.Z. 86, 161—167.
- Kramer, P., 1959: Transpiration and the water economy of plants. In Steward: Plant physiology II, New York, 607—726.
- Pisek, A. u. Winkler, E., 1953: Die Schliessbewegung der Stomata bei ökologisch verschiedenen Pflanzentypen in Abhängigkeit vom Wassersättigungszustand der Blätter und vom Licht. Planta 42, 252—278.
- Stalfelt, M. G., 1956: Die stomatäre Transpiration und die Physiologie der Spaltöffnungen. Handb. d. Pflanzenphysiol. 3, 351—426.
- Stocker, O., 1956: Messmethoden der Transpiration. Handb. d. Pflanzenphys. 3, 293—331.
- Stocker, O., 1956: Die Abhängigkeit der Transpiration von den Umweltfaktoren. Handb. d. Pflanzenphys. 3, 436—488.

ZUSAMMENFASSUNG

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE TRANSPIRATION IM STIELEICHEN-HAINBUCHEN NIEDERUNGSWALDE UND AUF ACKERFLÄCHEN IN PETROVINA (TUROPOLJE BEI ZAGREB)

Mihovil Gračanin, Ljudevit Ilijanić, Valentina Gaži und Nada Hulina

(Botanisches Institut der Universität, Zagreb)

Die vorliegende Arbeit stellt eine Fortsetzung der vergleichender Untersuchungen über die Transpiration dar, die in Waldgesellschaften und auf Ackerflächen von den Verfassern seit einigen Jahren vorgenommen wurden. Die Untersuchungen im Jahre 1969 beziehen sich auf einige Pflanzenarten des Stieleichen-Hainbuchen-Niederungswaldes sowie Weizensaaten bzw. auch Unkrautpflanzen der benachbarten Ackerfelder. Die Böden beider Standorte gehören zu den mässig podsolierten, schwach epihydromorphisierten Bildungen, dessen Profil lehmig-tonige bis tonig-lehmige Textur aufweist. Es handelt sich hier um ein humides, mässig warmes Gebiet mit etwa 930 mm Jahresniederschlägen und einer mittlere-

ren Lufttemperatur von 10 °C. Unter vorherrschender Waldvegetation kommt zu allmählicher, wenn auch langsamer Epihydromorphisierung der zonalen podsolierten Böden. In den letzten Jahrzehnten wurden die Waldflächen immer stärker verdrängt und in Ackerflächen umgewandelt. Es war vom naturwissenschaftlichen als auch vom praktischen land- und forstwirtschaftlichen Interesse zu erfahren, wie die Ackerkulturen im Vergleich zur Waldvegetation den Wasserhaushalt dieser Böden beeinflussen. Messungen der Transpiration d. h. des Tages und Saisonanges der Transpiration sollten uns eine erste Auskunft über die Teilnahme der Vegetation am Wasserhaushalt der beiden Standorte bieten.

Transpirationmessungen wurden 7 mal in der Zeit von 29. April bis 4. September 1969 täglich jede 2 Stunden, von 8 Uhr bis 18 Uhr ausgeführt. Um die ev. kausalen Verhältnisse zwischen der Tr und den physikalischen Faktoren des Standortes zu eruieren, wurde die relative Luftfeuchtigkeit mit dem Assmannschen Aspirations-Psychrometer in der Höhe von 75 und 150 cm gemessen, die Lichtintensität mit Luxmeter nach Lang, die Luft- und Bodentemperatur, sowie die Bodenfeuchtigkeit bis zu einer Tiefe von 100 cm bestimmt. Gleichlaufend mit den Transpirationmessungen wurde auch der Stomatazustand (Apertur) nach der Infiltrationsmethode (mit Alkohol und Xylol) untersucht.

Die Daten über den Tages und Saisonang der Transpiration, die mittleren Tageswerte der Tr in mg/g.min und auch die Tagessumme der Tr in g/g sind den einzelnen Tabellen leicht zu entnehmen.

Allgemeine Schlüsse die aus den vorliegenden Untersuchungen folgen, können folgendermassen kurz gefasst werden:

1. Auf ihren natürlichen Standorten zeichnen sich die untersuchten Arten des Stieleichen-Hainbuchen Niederungswaldes durch eine bedeutend geringere Transpiration aus als die drei Weizensorten und einige Unkrautpflanzen auf den Ackerflächen.

Die mittleren Tagessummen der Transpiration betragen bei den Waldarten von 2,59 bis 7,22 g/g, und bei den untersuchten Weizensorten von 9,65 bis 11,73 g/g.

Wenn die mittlere Tagessumme der Tr (in g/g) der Weizensorte H-59 mit 100 gestellt wird, zeigen die untersuchten Pflanzen im Walde folgende Werte:

<i>Ranunculus repens</i>	61
<i>Rubus fruticosus</i>	51
<i>Viburnum opulus</i>	39
<i>Rhamnus frangula</i>	37
<i>Cornus sanguinea</i>	36
<i>Carpinus betulus</i>	32
<i>Quercus robur</i>	30
<i>Juncus effusus</i>	24
<i>Lonicera caprifolium</i>	22

2. Die überraschend niedrige Transpirationswerte von *Juncus effusus* (ausgedrückt pro Einheit des Frischgewichtes), können keine richtige Vorstellung von dem Transpirationsvermögen dieser Pflanze bieten und auch bei vergleichenden Untersuchungen über die Transpiration anderer Waldarten nicht als Mass dienen. Es handelt sich um eine Pflanzenart mit reduzierter Oberfläche auf Einheit des Frischgewichtes im Sinne von L e i c k, weswegen als unentbehrlich erscheint die Transpirationswerte auf die Einheit der Oberfläche anzugeben. In dem Falle wird die mittlere Tagessumme der Tr von 2,78 g/g auf 7,12 g/dm² ansteigen.

3. Sehr hohe Transpirationswerte wurden beim Weizenstamm festgestellt, allerdings nur im Falle wenn die Transpirationswerte von Weizenhalm in Halmflächeneinheiten ausgedrückt werden. Während z. B. der Halm der Weizensorte H-59 mittlere Tagessumme der Tr von 2,62 g/g aufweist, zeigt die Einheit seiner Transpirationsfläche etwa 11,84 g/dm². Bei vergleichenden Untersuchungen von Blatt und Stamm der Getreidesorten sollen demnach die Transpirationswerte nur bezüglich der Oberfläche der transpirierenden Organe ausgedrückt werden.

4. Die Unkrautpflanzen der Ackerflächen von Petrovina zeichnen sich durch sehr hohes Transpirationsvermögen aus. Bei *Erigeron canadensis* konnte die maximale Transpiration von 49,99 mg/g. min und maximale Tagessumme der Tr von 19,68 g/g verzeichnet werden. Die maximalen Tr-Werte anderer Unkrautpflanzen der Ackerflächen von Petrovina sind in der Tab. 26 dargestellt.

5. Auf Grund der angeführten Untersuchungsergebnissen kann der Schluss gebracht werden, dass die Weizensaaten und Unkrautpflanzen den Wasserhaushalt der Böden von Petrovina in bedeutend höherem Masse beeinflussen als die untersuchten Waldpflanzen. Das bestätigen auch die Messungen der Feuchtigkeit des Bodenprofils; unter Weizensaaten war der Boden wesentlich trockener bzw. weniger feucht als unter der Walddecke.

6. Die Frage theoretischer Bedeutung, ob die Unterschiede in den Änderungen des Wasserhaushaltes der Böden beider Standorte durch genetisch bedingtes Transpirationsvermögen der Pflanzenarten oder durch Unterschiede in der Konstellation der ausseren Standortfaktoren zu suchen ist, konnte nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Es konnte nur auf die merklichen Unterschiede in der Lufttemperatur, der Lichtintensität, relativer Luftfeuchtigkeit und Bodentemperatur der beiden Standorte, die allerdings einen Einfluss auf die Intensität der Transpiration haben könnten, hingewiesen werden. Die stärkere Erwärmung der Blätter auf den Ackerfeldern und die dadurch erhöhte Dampfspannung in den interzellularen kann sicher die Transpiration der Ackerpflanzen wesentlich beschleunigen.

7. Die Messungen der Stomatazustände im Laufe der Tages und der Saison haben gezeigt dass die Aperturwerte der Weizensorten diejenigen der Waldvegetation im allgemeinen weit übertreffen.

8. Keine gesetzmässige kausale Verhältnisse zwischen den Transpirations- und Aperturwerten konnten festgestellt werden, obwohl sich die minimalen Tr-Werte mit den minimalen Aperturwerten gut gedeckt haben.

9. Unsere Untersuchungsergebnisse stellen den ersten Beitrag zur Kenntnis des Transpirationsvermögens des Weizens, besonders noch im Vergleich mit dem Transpirationsvermögen der Vegetation des Stieleichen-Hainbuchen-Niederungswaldes der kroatischen Posavina dar.

Prof. dr Mihovil Gračanin
Istarska 29
41000 Zagreb (Jugoslavija)

Prof. dr Ljudevit Ilijanić
Institut za botaniku
Sveučilišta u Zagrebu
Marulićev trg 20/II
41000 Zagreb (Jugoslavija)

Doc. dr Valentina Gaži i Nada Hulina
Zavod za poljoprivrednu botaniku
Poljoprivrednog fakulteta
Šimunska 25
41000 Zagreb (Jugoslavija)