

OSNOVNE KARAKTERISTIKE I DINAMIKA  
ZEMLJIŠNOG »DISANJA« U NEKIM ŠUMSKIM  
BIOCENOZAMA NA FRUŠKOJ GORI

With Summary in English

MILORAD M. JANKOVIĆ i KOVINKA STEFANOVIĆ

(Institut za biološka istraživanja, Beograd)

Primljeno 11. 3. 1969.

U v o d

U grandioznom procesu organske produkcije, stvaranje i distribucija  $\text{CO}_2$  spadaju svakako među najznačajnije osnove života biosfere. Nema sumnje da je gotovo čitava količina ugljen-dioksida, koja danas stoji na raspolaganju životu, biogenog porekla. Juvenilni  $\text{CO}_2$  stupa u biosferu zaista u minimalnim, gotovo zanemarljivim količinama (0,09%), dok ugljen-dioksid koji produkuje zemljište i koji nastaje u procesu disanja, vrenja i truljenja, predstavlja osnovnu masu ovog značajnog jedinjenja (38,00% i 57,69%). Kao posebno značajno treba istaći da se već hiljadama i možda milionima godina količina  $\text{CO}_2$  u atmosferi održava na vrlo postojanom nivou parcijalnog pritiska, koji zapreminski iznosi svega 0,03%  $\pm$  0,003%. To je moguće zahvaljujući, pre svega, uravnoteženom odnosu između procesa produkcije i potrošnje ugljen-dioksida od strane produce-nata i konzumenata u sistemu biosfere, što je rezultat njihove dugotrajne zajedničke evolucije. Naravno, time se ne potcenjuje suštinski značaj Svetskog mora kao regulatora postojanog nivoa  $\text{CO}_2$  u atmosferi. Na taj način,  $\text{CO}_2$  u atmosferi i Svetskom moru nalazi se u dinamičnoj ravnoteži i večnoj razmeni sa živim bićima. Međutim, treba reći da je količina od svega 0,03% gotovo minimalna u odnosu na potrebe biosfere u produkcionim odnosima, tako da ne omogućava maksimalnu moguću fotosintetičnu aktivnost zelenih biljaka. Već malo odstupanje od ove količine, ispod i iznad nje, dovodi do osetnog pada ili povećanja primarne produkcije organske materije. Zbog toga ugljen-dioksid, njegovo kolebanje u lokalnim razmerama, predstavlja ekološki faktor prvorazrednog zna-

čaja. Međutim, radovi posvećeni produkciji, dinamici i distribuciji kao i trošenju ugljen-dioksida u prirodnim biocenozama, sasvim su malobrojni. To se naročito odnosi na proučavanje ugljen-dioksidnog režima u šumskim zajednicama. Pri tome treba istaći da je od posebnog značaja utvrditi u kojoj meri količina ugljen-dioksida u pojedinim šumskim asocijacijama odstupa od postojećeg prosečnog nivoa, kako bi se data fotosintetička aktivnost, posebno njena ograničenost, mogla bi da objasni i sa te strane.

Ispitivanja mnogih autora pokazala su da se stvaranje ugljen-dioksida i njegovo izdvajanje iz zemljišta znatno menja u toku vegetacionog perioda, u zavisnosti od rasteња i razvića biljaka, karaktera vegetacije, temperature i vlažnosti zemljišta, itd. (N. I. Gorbunov, 1957, J. N. Nikolajeva, 1964, B. N. Makarov, 1966, M. A. Repnjevska, 1967, R. Milošević, 1966, i dr.).

U toku nekoliko poslednjih godina vršili smo proučavanja ugljen-dioksidnog režima u nizu naših šumskih zajednica, posebno na Fruškoj gori, pri čemu su ona bila deo širokih biocenoloških istraživanja i istraživanja primarnog organskog produktiviteta šumskih ekosistema. Pri tome je pažnja posvećena kako izlučivanju CO<sub>2</sub> iz zemljišta (zemljišno »disanje«), tako i dinamici fonda ugljen-dioksida u pojedinim vazдушnim slojevima iznad podloge. U ovom prilogu prikazani su za sada samo rezultati uporednog proučavanja dinamike i karakteristika izlučivanja CO<sub>2</sub> od strane zemljišta u toku 1963. godine u trima fruškogorskim biocenozama.

## 2. Opis objekta i metodika

Šumske sastojine u kojima je praćena dinamika izlučivanja CO<sub>2</sub> iz zemljišta pripadaju zajednicama *Quercus—Carpinetum serbicum* Rud., *Festuco—Quercetum petraeae* M. Jank. i *Acetosello—Quercetum petraeae* M. Jank. et V. Miš., i nalaze se na području Zmajevca, na glavnom bilu Fruške gore, približno na sredini između Iriškog venca i Crvenog čota.

Sastojina zajednice *Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski nalazi se na blago nagnutoj južnoj padini kod samog Zmajevca; ona predstavlja dosta prostran plato, sa nagibom od 5—10°; njena nadmorska visina je oko 450 m. To je mešovita kitnjakovo-grabova šuma, u kojoj su u spratu drveća, koji je visok oko 20 m i sa sklopom od 80%, najbrojnije edifikatorske vrste *Carpinus betulus* (3.3) i *Quercus petraea* (2.2), dok su ostale vrste drveća sa znatno manjom brojnošću: *Fagus moes'aca* 1.1, *Prunus avium* +.1, *Tilia argentea* +.1. *T. grandifolia* + i *T. cordata* +. U spratu žbunova (visina do 5 m, sklop 50%) su sledeće vrste: *Carpinus betulus* (2.2), *Tilia argentea* (1.1), *Fagus moestica* (1.1), *Acer campestre* (1.1), *Crataegus monogyna* (1.1), *Fraxinus ornus* (1.1), *Cornus sanguinea* (1.1), *Quercus petraea* (+.1), *Sambucus nigra* (+.1), *Staphyllea pinnata* (+.1), *Ligustrum vulgare* (+.1), *Tilia cordata* (+.1), *T. grandifolia* (+.1), *Viburnum lantana* (+.1), *Cornus mas* (+), *Prunus avium* (+) i *Sorbus torminalis* (+). Sprat prizemnih biljaka, koji je veoma bujno razvijen (pokrovnost 100%), izgrađen je od sledećih vrsta: *Melica uniflora* (4.3), *Rubus hirtus* (2.2), *Hedera helix* (2.2), *Stellaria holostea* (2.2), *Galanthus nivalis* (2.2), *Galium silvaticum* (1.2), *Festuca montana* (1.2), *Carex silvatica* (1.2), *Scilla bifolia* (1.1), *Anemone nemorosa* (1.1), *Ranunculus ficaria*

(1.1). *Arum maculatum* (1.1), *Euphorbia amygdaloides* (1.1), *Geranium robertianum* (1.1), *Poa nemoralis* (1.1), *Lonicera xylosteum* (1.1), *Mercurialis perennis* (+.1), *Ruscus aculeatus* (+.1), *Polygonatum multiflorum* (+.1), *Ruscus hypoglossum* (+), *Asarum europaeum* (+), *Lathyrus vernus* (+), *Glechoma hirsuta* (+), *Helleborus odorus* (+), *Ajuga reptans* (+), *Pulmonaria officinalis* (+), *Fragaria vesca* (+), *Hypericum hirsutum* (+), *Lilium martagon* (+), *Lamium maculatum* (+), *Asperula taurina* (+), *Alliaria officinalis* (+).

Prema tome za ovu zajednicu karakterističan je mešoviti sastav sprata drveća sa dominacijom graba i kitnjaka, dosta bujno razvijen i floristički bogat sprat žbunova, i bujna vegetacija i bogata flora prizemnog sprata, u kome najvažniju ulogu imaju *Melica uniflora*, *Rubus hirtus*, *Hedera helix*, *Stellaria holostea* i još neke druge vrste.

Sastojina zajednice *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank., na lokalitetu »Sudarski do« kod Zmajevca, nalazi se takođe na nadmorskoj visini od oko 440 m, ali na vrlo strmoj padini okrenutoj ka jugozapadu, sa plitkim skeletnim zemljištem i nagibom od oko 25°. U spratu drveća, koji je visok do 15 m i sklopljen sa oko 60%, ulogu edifikatora i gotovo jedine vrste drveća ima *Quercus petraea* (3.3). Sprat žbunova uglavnom nije razvijen, a u spratu prizemnih biljaka, koji je floristički siromašan i mestično proređen (mada je većinom sa prokrovnošću od oko 90%), dominantnu ulogu ima *Festuca montana* (5.4); od ostalih vrsta nalaze se *Luzula nemorosa* (+), *Stellaria holostea* (+), *Hieracium bauchini* (+), *Sedum maximum* (+), *Lathyrus vernus* (+), kao i neke druge. Ova sastojina predstavlja degradacijsku varijantu asocijacije *Festuco-Quercetum petrae*.

Sastojina asocijacije *Acetosello-Quercetum petrae* M. Jank. et V. Miš. nalazi se na lokalitetu »Matin nos«, takođe u blizini Zmajevca, na visini od oko 440 m, na uskom i veoma izloženom hrptu grebena okrenutom jugu, vrlo strmom i sa nagibom od oko 30%. Sprat drveća je veoma degradovan, visok svega do 8 m i sa sklopom od oko 40%, sa edifikatorom *Quercus petraea* (2.2), koji je tu nizak, zakržljao, često sa suvim granama i vrhovima. Sprat žbunova nije razvijen, a u spratu prizemnih biljaka, čija je pokrovnost svega 20%, nalazile su se ove biljke: *Rumex acetosella* (1.1), *Sedum maximum* (1.1), *Thlaspi perfoliatum* (1.1), *Hieracium bauchinii* (+.1), *Stellaria holostea* (+), *Myosotis sylvatica* (+), *Cutisus nigricans* (+), kao i još neke druge, sasvim slabo zastupljene. Ova asocijacija predstavlja, inače, krajnju degradacijsku šumsku fazu vegetacije kitnjakovih šuma na Fruškoj gori.

U proučavanju zemljišnog »disanja« primenjena je Schwertfegerova metoda fiksacije CO<sub>2</sub> (po Walter-u, 1951.), pri čemu je količina izdvojenog ugljen-dioksida preračunavana na kvadratni metar površine (g/m<sup>2</sup>). Određivanje količine CO<sub>2</sub> vršeno je dva puta mesečno, i to od maja do oktobra 1963. godine, a u toku dana posle svaka 4 časa, od 6 do 18<sup>h</sup>. Ukupne noćne vrednosti fiksiranog CO<sub>2</sub> odnose se na vreme između 18<sup>h</sup> prethodnog dana do 6<sup>h</sup> sledećeg dana. Da bi se utvrdio značaj stelje za zemljišno »disanje«, praćenje izlučivanja ugljen-dioksida vršeno je uporedo na dve površine: na jednoj koja je bila u prirodnom obliku, i na drugoj sa koje su uklonjeni stelja i prizemni biljni pokrivač. Inače, obe ove površine nalazile su se u neposrednoj blizini jedna drugoj, tako da su bile izložene istim spoljašnjim utjecajima.

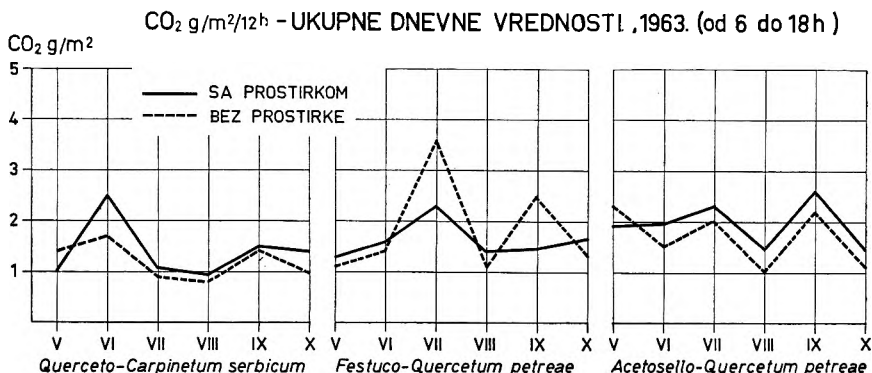
### 3. Analiza rezultata i diskusija

#### Sezonska dinamika izlučivanja CO<sub>2</sub>

Analizom dobijenih podataka za sezonsku dinamiku CO<sub>2</sub> (sl. 1—5, tab. 1—4), može se konstatovati da je u sve tri proučavane biocenoze izlučivanje ugljen-dioksida izrazito veliko u junu i julu (6,103; 5,860 g/m<sup>2</sup>); do naglog pada dolazi u avgustu (u *Querceto-Carpinetum serbicum* i u julu), da bi se zatim u septembru intenzitet izdvajanja CO<sub>2</sub> ponovo povećao; u oktobru dolazi do nove depresije. Ovakva dinamika odnosi se na površinu koja je bila u prirodnom stanju. Međutim, na analognoj parceli sa koje su bili uklonjeni prostirka i zeljasti pokrivač, pokazala se nešto drukčija slika. Naime, u odsustvu prostirke intenzitet izdvajanja CO<sub>2</sub> uglavnom je smanjen u odnosu na čitavu sezonu, sa izuzetkom u julu i septembru, kada su vrednosti ugljen-dioksida bile veće na površini bez prostirke.

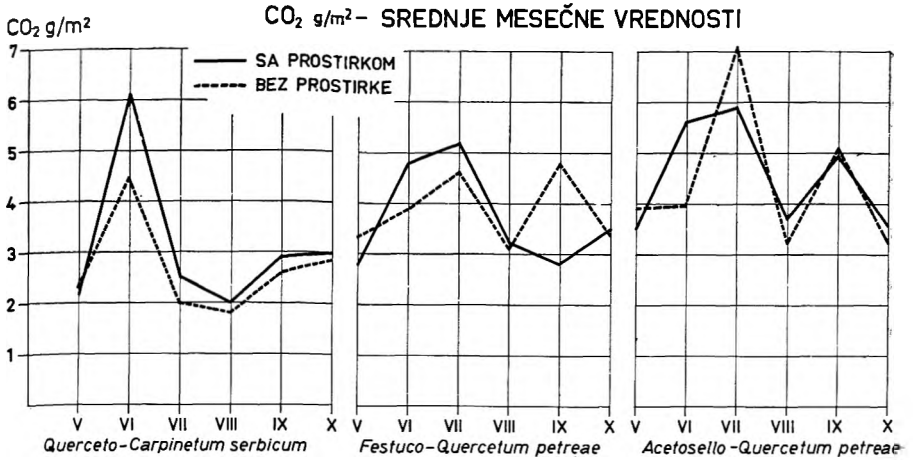
Mnogi autori koji su se bavili sličnim istraživanjima, mada u drukčijim klimatskim uslovima i u zajednicama sa drukčijim sastavom vegetacije, došli su do interesantnih zaključaka u pogledu intenziteta izdvajanja CO<sub>2</sub> u toku godine. Ti rezultati u saglasnosti su sa našim rezultatima, ili naprotiv pružaju drukčiju sliku. Ovo poslednje može se, svakako, objasniti razlikama u vegetaciji, klimatskim prilikama i različitim vremenskim periodima i godinama u kojima su ta istraživanja sprovedena.

Istraživanja R. Miloševića u 1962. godini, u ovim istim biocenozama, pokazala su da je maksimum CO<sub>2</sub> bio u junu i avgustu (R. Milošević, 1966). To je donekle suprotno našim rezultatima, s obzirom



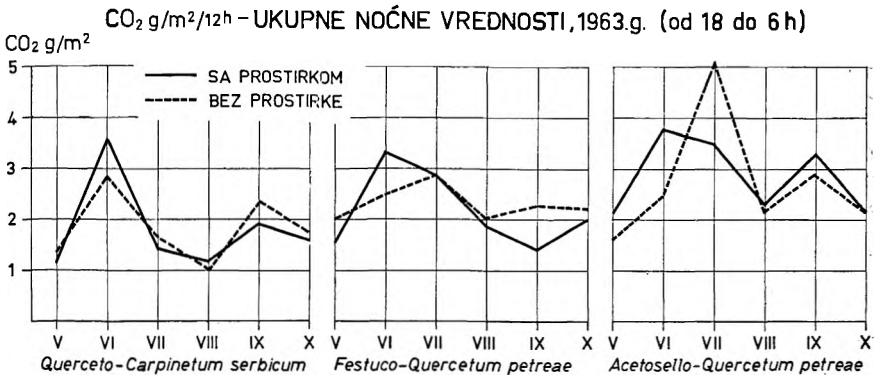
Sl. 1. Dinamika ukupnih dnevnih vrednosti izlučenog CO<sub>2</sub> po mesecima (od 6 do 18h) u ispitivanim zajednicama (—— površina sa prostirkom, - - - - površina bez prostirke).

Fig. 1. Dynamics of the daily totals of the produced CO<sub>2</sub> (from 6 to 18h) in the studied communities, according to months (—— area with litter, - - - - area without litter).



Sl. 2. Dinamika srednjih mesečnih vrednosti izlučenog  $\text{CO}_2$  u ispitivanim zajednicama (— površina sa prostirkom, - - - površina bez prostirke).

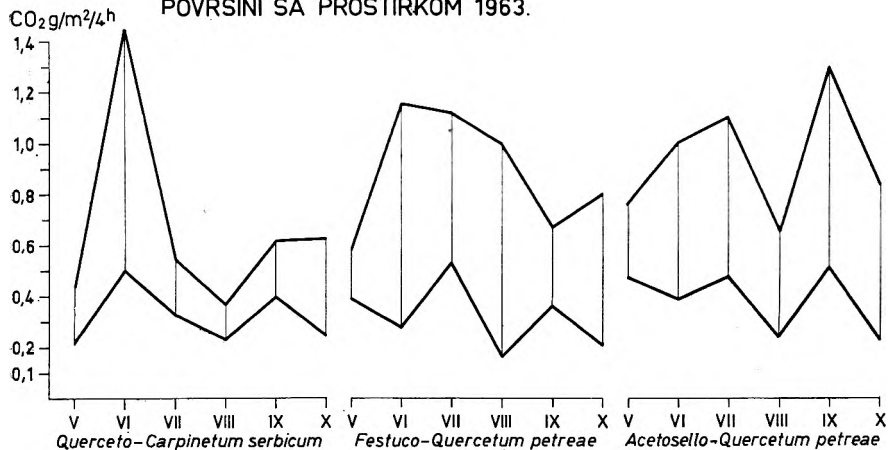
Fig. 2. Dynamics of the monthly means of the produced  $\text{CO}_2$  in the studied communities (— area with litter, - - - area without litter).



Sl. 3. Dinamika ukupnih noćnih vrednosti izlučenog  $\text{CO}_2$  po mesecima (od 18 do 6h) u ispitivanim zajednicama (— sa prostirkom, - - - bez prostirke).

Fig. 3. Dynamics of the nightly totals of the produced  $\text{CO}_2$  (from 18 to 6h) in the studied communities, according to months. (— area with litter, - - - area without litter).

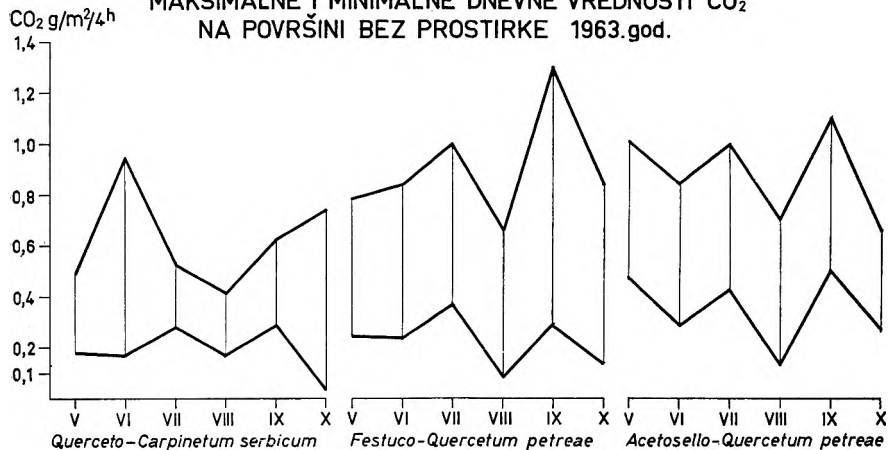
MAKSIMALNE I MINIMALNE DNEVNE VREDNOSTI CO<sub>2</sub> NA POVRŠINI SA PROSTIRKOM 1963.



Sl. 4. Dinamika maksimalnih i minimalnih dnevnih vrednosti izlučenog CO<sub>2</sub> po mesecima u ispitivanim zajednicama na površini sa prostirkom.

Fig. 4. Dynamics of the maximum and minimum daily values of the produced CO<sub>2</sub> in the studied communities on the area with litter, according to months.

MAKSIMALNE I MINIMALNE DNEVNE VREDNOSTI CO<sub>2</sub> NA POVRŠINI BEZ PROSTIRKE 1963.god.



Sl. 5. Dinamika maksimalnih i minimalnih dnevnih vrednosti CO<sub>2</sub> po mesecima u ispitivanim zajednicama na površini bez prostirke.

Fig. 5. Dynamics of the maximum and minimum daily values of the produced CO<sub>2</sub> in the studied communities on the area without litter, according to months.

Tabela 1 — Table 1  
SEZONSKA DINAMIKA IZDVAJANJA CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/4h)  
THE SEASONAL DINAMIC OF THE CO<sub>2</sub> FORMATION (g/m<sup>2</sup>/4h)

Lokalitet Locality	kombinacija combination	maj May	juni June	juli July	avgust August	septem. Septem.	oktobar October
<i>Quercus-Carpinetum serbicum</i>	sa prostirkom with litter	2,220	6,103	2,517	2,043	2,952	3,074
	bez prostirke without litter	2,281	4,533	2,032	1,887	2,687	2,753
<i>Festuco-Quercetum petraeae</i>	sa prostirkom with litter	2,844	4,876	5,219	3,276	2,814	3,508
	bez prostirke without litter	3,279	3,971	4,676	4,176	4,816	3,250
<i>Acetosello-Quercetum petraeae</i>	sa prostirkom with litter	3,536	5,671	5,860	3,773	4,919	3,692
	bez prostirke without litter	3,956	3,990	7,170	3,243	5,164	3,221

Tabela 2 — Table 2  
INTENZITET IZDVAJANJA CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/12h) U TOKU DANA  
DAY INTENSITY OF THE CO<sub>2</sub> FORMATION (g/m<sup>2</sup>/12h)

Lokalitet Locality	kombinacija combination	maj May	juni June	juli July	avgust August	septem. Septem.	oktobar October
<i>Quercus-Carpinetum serbicum</i>	sa prostirkom with litter	1,040	2,586	1,127	0,930	1,509	1,428
	bez prostirke without litter	1,431	1,682	0,945	0,833	1,499	1,071
<i>Festuco-Quercetum petraeae</i>	sa prostirkom with litter	1,332	1,591	2,351	1,389	1,471	1,417
	bez prostirke without litter	1,196	1,458	3,576	1,153	2,522	1,356
<i>Acetosello-Quercetum petraeae</i>	sa prostirkom with litter	1,901	1,984	2,341	1,470	2,595	1,457
	bez prostirke without litter	2,336	1,490	2,042	1,062	2,239	1,162

Tabela 3 — Table 3  
 INTENZITET IZDVAJANJA CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/12h) U TOKU NOĆI  
 NIGHT INTENSITY OF THE CO<sub>2</sub> FORMATION (g/m<sup>2</sup>/12h)

Lokalitet Locality	kombinacija combination	maj May	juni June	juli July	avgust August	septem. Septem.	oktobar October
<i>Quercus-Carpinetum serbicum</i>	sa prostirkom with litter	1,180	3,517	1,390	1,160	1,943	1,646
	bez prostirke without litter	1,352	2,850	1,597	1,054	2,377	1,742
<i>Festuco-Quercetum petraeae</i>	sa prostirkom with litter	1,512	3,285	2,869	1,888	1,443	2,091
	bez prostirke without litter	2,083	2,513	2,888	2,023	2,299	2,248
<i>Acetosello-Quercetum petraeae</i>	sa prostirkom with litter	2,135	3,787	3,519	2,303	3,334	2,235
	bez prostirke without litter	1,622	2,500	5,130	2,180	2,925	2,209

da smo mi upravo u avgustu konstatovali minimalnu količinu izlučenog ugljen-dioksida. Prema Makarovu, koji je slična istraživanja vršio uporedo u livadskim i šumskim zajednicama, najveće izlučivanje CO<sub>2</sub> iz zemljišta konstatovano je u letnjim mesecima; pri tome se jasno ističu dva maksimuma u intenzitetu zemljišnog »disanja«: sredinom juna i krajem augusta, što autor povezuje sa dinamikom zemljišne vlažnosti (B. N. Makarov, 1966). Repnjevska je, ispitujući borove šume, konstatovala je jedan maksimum u povećanju produkcije CO<sub>2</sub>: u julu i prvoj polovini avgusta (M. A. Repnjevska, 1967.).

### Dnevna dinamika izlučivanja CO<sub>2</sub>

#### *Quercus-Carpinetum serbicum*

Analizirajući dobijene podatke koji se odnose na dnevni tok izlučivanja ugljen-dioksida u zajednici *Quercus-Carpinetum serbicum* (sl. 6 i 7, tab. 5), možemo doći do zaključka da dnevni tok izdvajanja ugljen-dioksida pokazuje znatno variranje kako po pojedinim mesecima, tako i u dva uzastopna dana posmatranog meseca. Uglavnom, u svim ispitivanim mesecima zapaža se opadanje intenziteta izdvajanja CO<sub>2</sub> u jutarnjim časovima, a porast u popodnevnom. Tako su najniže vrednosti ugljen-dioksida u junu bile između 6 i 10<sup>h</sup> (0,767 g/m<sup>2</sup>), a najniže između 14 i 18<sup>h</sup> (1,448 g/m<sup>2</sup>). Prema ispitivanjima Sokolova, maksimalno stvaranje ugljen-dioksida pada oko podne ili u drugoj polovini dana, pri čemu je najjače izdvajanje CO<sub>2</sub> konstatovano u 16<sup>h</sup> (D. F. Sokolov, 1962). To se slaže i sa našim rezultatima.



Tabela 4 — Table 4

MAKSIMALNE I MINIMALNE KOLICINE IZDVAJANOG CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/4h)  
 MAXIMAL AND MINIMAL INTENSITY OF THE CO<sub>2</sub> FORMATION (g/m<sup>2</sup>/4h)

Lokalitet Locality	kombinacija combination	maj May		juni June		juli July		avgust August		septembar September		oktobar October	
		max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	max. min.	
<i>Quercus Carpinetum serbicum</i>	sa prostrirkom with litter	0,440	0,219	1,448	0,497	0,548	0,320	0,373	0,231	0,618	0,401	0,638	0,252
	bez prostrirke without litter	0,492	0,179	0,955	0,167	0,530	0,276	0,415	0,171	0,625	0,294	0,737	0,027
<i>Festuco- Quercetum petraeae</i>	sa prostrirkom with litter	0,580	0,391	1,155	0,270	1,126	0,537	1,050	0,159	0,667	0,365	0,801	0,201
	bez prostrirke without litter	0,783	0,252	0,847	0,246	1,018	0,375	0,759	0,091	1,327	0,299	0,819	0,139
<i>Acetosello- Quercetum petraeae</i>	sa prostrirkom with litter	0,765	0,468	1,061	0,392	1,103	0,472	0,659	0,241	1,325	0,518	0,489	0,227
	bez prostrirke without litter	1,103	0,467	0,844	0,290	1,085	0,427	0,701	0,140	1,102	0,512	0,573	0,273



Tabela 5 — Table 5

DNEVNA DINAMIKA IZDVAJANJA CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/4h) U BIOCENOZI  
QUERCO-CARPINETUM SERBICUMDIURNAL DINAMIC OF THE FORMATION CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/4h) INSIDE THE COMMUNITY  
QUERCO-CARPINETUM SERBICUM

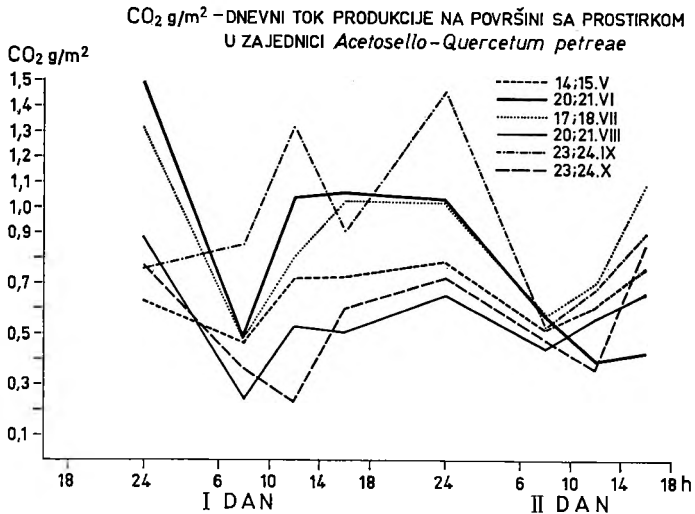
meseci months	kombinacija combination	prvi dan first day			drugi dan second day		
		6—10 <sup>h</sup>	10—14 <sup>h</sup>	14—18 <sup>h</sup>	6—10 <sup>h</sup>	10—14 <sup>h</sup>	14—18 <sup>h</sup>
maj May	sa prostirkom with litter	0,219	0,353	0,386	0,440	0,364	0,318
	bez prostirke without litter	0,294	0,479	0,179	0,439	0,492	0,393
juni June	sa prostirkom with litter	0,767	0,861	1,448	0,497	0,793	0,793
	bez prostirke without litter	0,167	0,672	0,955	0,309	0,623	0,643
juli July	sa prostirkom with litter	0,320	0,462	0,463	0,548	0,446	0,478
	bez prostirke without litter	0,374	0,530	—	0,306	0,276	0,403
avgust August	sa prostirkom with litter	0,159	0,362	0,460	0,351	0,390	1,050
	bez prostirke without litter	0,091	0,237	0,445	0,343	0,431	0,759
septembar September	sa prostirkom with litter	0,618	0,401	0,578	0,434	0,438	0,548
	bez prostirke without litter	0,593	0,294	0,625	0,504	0,468	0,515
oktobar October	sa prostirkom with litter	0,252	0,538	0,571	0,554	0,638	0,505
	bez prostirke without litter	0,246	0,369	0,334	0,737	0,369	0,027



Tabela 6 — Table 6

DNEVNA DINAMIKA IZDVAJANJA CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/4h) U BIOCENOZI  
FESTUCO-QUERCETUM PETREAEDIURNAL DINAMIC OF THE FORMATION CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/4h) INSIDE THE COMMUNITY  
FESTUCO-QUERCETUM PETREAE

meseci months	kombinacija combination	prvi dan first day			drugi dan second day		
		6—10 <sup>h</sup>	10—14 <sup>h</sup>	14—18 <sup>h</sup>	6—10 <sup>h</sup>	10—14 <sup>h</sup>	14—18 <sup>h</sup>
maj May	sa prostirkom with litter	0,464	0,518	0,391	0,448	0,451	0,420
	bez prostirke without litter	0,323	0,590	0,783	0,252	0,452	0,422
juni June	sa prostirkom with litter	0,479	0,645	1,155	0,886	0,350	0,270
	bez prostirke without litter	0,292	0,560	0,847	0,293	0,246	0,686
juli July	sa prostirkom with litter	0,822	0,537	1,016	0,649	0,553	1,126
	bez prostirke without litter	0,375	0,428	1,018	0,612	0,467	0,675
avgust August	sa prostirkom with litter	0,241	0,530	0,509	0,441	0,559	0,659
	bez prostirke without litter	0,140	0,146	0,281	0,401	0,255	0,701
septembar September	sa prostirkom with litter	0,460	0,439	0,667	0,365	0,467	0,544
	bez prostirke without litter	0,577	1,251	0,875	0,299	1,327	0,714
oktobar October	sa prostirkom with litter	0,201	0,390	0,547	0,801	0,359	0,538
	bez prostirke without litter	0,139	0,279	0,620	0,503	0,353	0,819



Sl. 10. Dnevni tok produkcije  $\text{CO}_2$  na površini sa prostirkom u zajednici *Acetosello-Quercetum petraeae*.

Fig. 10. Daily course of the  $\text{CO}_2$  production on the area with litter in the community *Acetosello-Quercetum petraeae*.

#### *Festuco-Quercetum petraeae*

U biocenozi *Festuco-Quercetum petraeae* intenzitet izlučivanja  $\text{CO}_2$  takođe opada od 24<sup>h</sup> pa sve do 10<sup>h</sup> pre podne, a zatim postepeno raste do 18<sup>h</sup>, kada su konstatovane i najveće vrednosti (sl. 8 i 9, tab. 6). Izuzetak je samo u maju, kada je došlo do naglog opadanja produkcije  $\text{CO}_2$  između 14 i 18<sup>h</sup> (0,391 g/m<sup>2</sup>); osim toga, u maju je bilo i najpravnomernije izdvajanje ugljen-dioksida u odnosu na ostale mesece. Na površini bez prostirke zapažena su veća variranja intenziteta izlučivanja  $\text{CO}_2$  u toku dana, nego na analognoj površini u prirodnom obliku. Međutim, i ovdje je minimum izdvojenog  $\text{CO}_2$  bio u jutarnjim časovima između 6 i 10<sup>h</sup>, a maksimum u popodnevnom (od 14 do 18<sup>h</sup>), sa izuzetkom septembra: tada je došlo do naglog porasta  $\text{CO}_2$  od 10 do 14<sup>h</sup> (1,251; 1,327 g/m<sup>2</sup>), i to u oba dana posmatranja.

#### *Acetosello-Quercetum petraeae*

U zajednici *Acetosello-Quercetum petraeae* intenzitet izdvajanja  $\text{CO}_2$ , po pravilu, opada u jutarnjim časovima, a raste u popodnevnom, slično kao i u prethodne dve zajednice (sl. 10 i 11, tabl. 7). Izrazita su variranja u septembru na površini sa prostirkom, kada je, za razliku od ostalih meseci, maksimalna količina  $\text{CO}_2$  izlučena u 14<sup>h</sup> (1,325 g/m<sup>2</sup>) i u 6<sup>h</sup> (1,460 g/m<sup>2</sup>). Međutim, na parceli bez prostirke izuzetak u pogledu dnevne



Tabela 7 — Table 7

DNEVNA DINAMIKA IZDVAJANJA CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/4h) U BIOCENOZI  
ACETOSELLO-QUERCETUM PETREAEDIURNAL DINAMIC OF THE FORMATION CO<sub>2</sub> (g/m<sup>2</sup>/4h) INSIDE THE COMMUNITY  
ACETOSELLO-QUERCETUM PETREAE

meseci months	kombinacija combination	prvi dan first day			drugi dan second day		
		6—10 <sup>h</sup>	10—14 <sup>h</sup>	14—18 <sup>h</sup>	6—10 <sup>h</sup>	10—14 <sup>h</sup>	14—18 <sup>h</sup>
maj May	sa prostirkom with litter	0,468	0,723	0,727	0,517	0,613	0,765
	bez prostirke without litter	1,054	0,715	0,648	0,467	1,103	0,681
juni June	sa prostirkom with litter	0,466	1,041	1,061	0,572	0,392	0,435
	bez prostirke without litter	0,339	0,560	0,844	0,290	0,356	0,588
juli July	sa prostirkom with litter	0,472	0,803	1,029	0,573	0,701	1,103
	bez prostirke without litter	0,427	1,085	1,002	0,432	0,436	0,782
avgust August	sa prostirkom with litter	0,231	0,301	0,373	0,351	0,302	0,302
	bez prostirke without litter	0,171	0,251	0,297	0,395	0,415	0,235
septembar September	sa prostirkom with litter	0,858	1,325	0,907	0,518	0,679	0,902
	bez prostirke without litter	0,519	0,623	0,743	0,512	1,102	0,978
oktobar October	sa prostirkom with litter	0,364	0,127	0,600	0,478	0,358	0,849
	bez prostirke without litter	0,309	0,273	0,573	0,342	0,406	0,487



## Uticaj stelje na produkciju CO<sub>2</sub>

Naša proučavanja jasno ističu veliki značaj stelje na zemljišno »disanje« (vidi priložene grafikone i tablice). Izlučivanje CO<sub>2</sub> sa površine koja je bila u prirodnom stanju (ali bez zeljastog pokrivača), izrazito je veće nego sa površine bez stelje i zeljastog pokrivača. Osim toga, na ovoj poslednjoj zapažena su izrazitija variranja u intenzitetu izlučivanja CO<sub>2</sub>. Ističući značaj prostirke Repnjevskaja navodi da njeno uklanjanje naglo smanjuje produkciju ugljen-dioksida, i to za 1.5 do 2 puta (M. A. Repnjevskaja, 1967). To se slaže i sa rezultatima naših istraživanja, i to kako za dinamiku u toku čitave sezone, tako i za sve tri istraživane biocenozе.

### Opšte razlike između istraživanih zajednica u pogledu zemljišnog »disanja«

Upoređujući sve tri proučavane biocenozе, možemo zaključiti da se zajednica *Acetosello-Quercetum petrae* odlikuje najvećom produkcijom CO<sub>2</sub> od strane zemljišta; to se može objasniti bržim razlaganjem organskih materija u zemljištu, što je posledica njegove visoke temperature (koja je inače karakteristična za ovu ka jugu veoma izloženu zajednicu). Za *Quercu-Carpinetum serbicum* karakteristična je visoka produkcija CO<sub>2</sub> u junu, a relativno dosta niska u sledećim mesecima, sve do oktobra. Time se ona bitno razlikuje od ostale dve šumske zajednice. To se može objasniti razlikama u termičkom i higričkom režimu, koji su posledica njihovih osnovnih stanišnih specifičnosti i specifičnih strukturalnih karakteristika.

Pri tome treba imati na umu naročito razlike u svetlosnom režimu ovih zajednica, što znači i u režimu sunčevog zračenja, što sa sobom povlači određene razlike u pogledu temperature i vlažnosti vazduha i zemljišta. *Quercu-Carpinetum serbicum* je u odnosu na ostale dve izrazito tamnija asocijacija, sa dobrim sklopom kruna drveća i sa dosta razvijenim žbunovima. *Festuco-Quercetum petrae* i *Acetosello-Quercetum petrae*, naročito ova poslednja, ne samo da su svetle zajednice, po svome tipu, već su ispitivane sastojine razvijene u nepovoljnim stanišnim prilikama, na južnim strmim i suncu veoma izloženim padinama, što je dovelo i do razređivanja njihovog drvenastog sprata i do daljeg intenziviranja insolacije.

## 4. Kratki zaključci

Ispitivanjem zemljišnog »disanja« u zajednicama *Quercu-Carpinetum serbicum* Rudski, *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. i *Acetosello-Quercetum petrae* M. Jank. et V. Miš., na Fruškoj gori, koja su izvođena u toku 1963. godine primenom Schwertfeger-ove metode fiksacije CO<sub>2</sub>, došlo se do sledećih osnovnih zaključaka.

1. U pogledu sezonske dinamike produkovanja CO<sub>2</sub>, izrazito je veliko izlučivanje ovoga gasa u junu i julu, prema svim upotrebljenim pokazateljima i u sve tri zajednice; do velikog pada dolazi u avgustu (u *Quercu-Carpinetum serbicum* i u julu), da bi u septembru došlo opet do povećanog izlučivanja; od oktobra dolazi do nove depresije.

2. Upoređujući dnevno i noćno izlučivanje CO<sub>2</sub>, može se jasno konstatovati da je ono veće u toku noći. Dnevni tok dinamike izlučivanja ugljen-dioksida pokazuje znatno variranje kako po pojedinim mesecima, tako i u dva uzastopna dana posmatranja. Uglavnom, u svim mesecima zapaža se opadanje intenziteta produkovanja CO<sub>2</sub> u jutarnjim časovima i porast u popodnevnom časovima. Maksimalne dnevne vrednosti produktovanog ugljen-dioksida u zajednicama *Quercus-Carpinetum serbicum* i *Festuco-Quercetum petrae* konstatovane su u junu, a u zajednici *Acetosello-Quercetum petrae* u septembru.

3. Količine CO<sub>2</sub> produkovane noću pokazuju veliko variranje kako po pojedinim mesecima, tako i u okviru svake od ispitivanih zajednica. Ipak, kao što je već rečeno, intenzitet izlučivanja ugljen-dioksida noću bio je uvek veći nego danju.

4. U odnosu na uticaj stelje, može se konstatovati da je izlučivanje CO<sub>2</sub> sa površine sa prirodnim pokrivačem stelje i zeljastih biljaka uglavnom izrazito veće nego sa ogoličenih površina, i to u slučaju sve tri proučavane zajednice u toku čitave godine. Mada je uticaj stelje i zeljastog pokrivača na zemljišno »disanje« svakako veoma složen, verovatno da tu pre svega treba pomišljati na efekat razgradnje organske materije u samoj stelji, odnosno na kontaktu stelje i humusnog sloja.

5. Upoređujući sve tri proučavane šumske biocenoze, možemo zapažati da se zajednica *Acetosello-Quercetum petrae* odlikuje najvećom produkcijom CO<sub>2</sub> od strane zemljišta; to se može objasniti bržim tempom raspadanja organske materije u njenoj podlozi, zahvaljujući visokoj temperaturi zemljišta, koja je inače karakteristična za ovu ka jugu eksponiranu biocenozu. U zajednici *Festuco-Quercetum petrae* produkcija CO<sub>2</sub> je bila nešto slabija, a najmanja je u zajednici *Quercus-Carpinetum serbicum*. Za ovu poslednju zajednicu karakteristična je visoka produkcija zemljišnog CO<sub>2</sub> u junu, i relativno dosta niska u sledećim mesecima, sve do oktobra. Time se zajednica *Quercus-Carpinetum serbicum* na Fruškoj gori bitno razlikuje od ostale dve istraživane šumske zajednice. To se može objasniti pre svega razlikama u njihovom higričkom i termičkom režimu, koji su posledica njihovih osnovnih stanišnih i cenotičkih specifičnosti.

## Literatura

- Glugić, V., 1957: Ispitivanje CO<sub>2</sub> režima nekih staništa na Igmanu i Bjelašnici. Rad. polj. šum. fak., Sarajevo. 2, 2/3.
- Gorbunov, N. U., 1957: Počvovennije kolloidi. Izd. Akad. nauk SSSR, Moskva.
- Janković, M. i Mišić, V. 1960: Šumska vegetacija Fruške Gore. Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke. Novi Sad 19, 25—97.
- Janković, M. M., 1968: Biljni pokrivač Srbije — flora i vegetacija. — Enciklopedija Jugoslavije, knj. 7, Zagreb.
- Makarov, B. N., 1966: Vozdušnij režim dernovo-podzolistoj počvi. Počvov. 11, 98—106.
- Milošević, R. 1966: Dinamika izdvajanja CO<sub>2</sub> sa površine zemljišta u različitim asocijacijama Fruške Gore. Zbor. rad. Biol. inst., № 6, 47—56, Beograd.

- Nikolajeva, I. N., 1964: Vozdušnij režim dernovo-podzolistoj suglinistoj počvi na raznih ugodjah. Počvov. 1, 66—78.
- Repnjevskaĵa, M. A., 1967: Videljenjije CO<sub>2</sub> iz počvi v sosnjakah Koljskavo poluoostrova. Počvov. 8, 81—86.
- Sokolov, D. F., 1962: Vlijanjije ljesnoj rastiteljnosti na sastav gumusa počv razliĵnih prirodnih zon. Izd. Akad. Nauk SSSR, Moskva.
- Walter, H., 1960: Standortslehre. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I Teil. 428—435, Stuttgart.

## SUMMARY

### THE BASIC CHARACTERISTICS AND THE DYNAMICS OF THE SOIL »RESPIRATION« IN SOME FOREST COMMUNITIES ON THE MOUNTAIN FRUŠKA GORA

Milorad M. Janković and Kovinka Stefanović

(Institut for Biological Research, Beograd)

In the course of 1963. the studies on the soil »respiration« were done in some forest communities on the low mountain Fruška Gora in Srem in the vicinity of Novi Sad (Vojvodina, Serbia, Pannonian Plain). The studies were done comparatively in the following three forest communities, their stands being situated at the altitude of about 500 m.: 1. *Quercus-Carpinetum serbicum* Rudski, 2. *Festuco-Quercetum petrae* M. Jank. and 3. *Acetosello-Quercetum petrae* M. Jank and V. Miš. The first mentioned community represented a mixed chestnut oak (*Quercus petraea*) and hornbeam (*Carpinus betulus*) forest, rather mesophytic in character, situated on a northwards sloped vast plateau. Beside the mentioned tree species and a number of bushes, particularly significant were also *Melica uniflora*, *Rubus hirtus*, *Hedera helix*, *Stellaria holostea*, *Galanthus nivalis*, *Galium silvaticum*, etc. In the community *Festuco-Quercetum petrae*, represented in our studies by a degraded variant situated on a very steep southward slope, beyond the edifying oak species (*Quercus petraea*), *Festuca montana* was particularly significant as edifying species in the herb stratum. The edifying species in the community *Acetosello-Quercetum petrae*, situated on a narrow and steep crest of a southwards facing ridge, was represented by *Quercus petraea* (with short suppressed trunks), while in the scattered and poorly developed herb stratum the most significant species were *Rumex acetosella*, *Sedum maximum*, *Thlaspi perfoliatum*, *Draba verna*, *Hieracium bauchini*, *Cytisus nigricans* etc.

The Schwertfeger's CO<sub>2</sub> fixation method was applied (according to Walter, 1951.) the quantity of the produced CO<sub>2</sub> being calculated per square meter of the soil surface (g/m<sup>2</sup>). The estimates of the produced CO<sub>2</sub>

were done twice a month, from May to October 1963., and the daily estimates every 4 hours from 6 a. m. to 6 p. m.; nightly values of the fixed CO<sub>2</sub> concern the interval between 6 p. m. of the previous day and 6 a. m. of the following one. In order to establish the importance of the litter for the soil »respiration« effect, the CO<sub>2</sub> production was studied comparatively in two sampling areas: the one preserved in its natural condition the other being devoid of its litter and herb stratum.

The obtained results could be summarized as follows.

As regards the seasonal dynamics of the CO<sub>2</sub> production, according to the used parameters, a markedly high CO<sub>2</sub> production takes place in June and July in every of the three studied communities; an expressed decline occurs in August (in *Quercus-Carpinetum serbicum* it occurs also in July), followed by a new increase in September and again by a new depression in October.

The comparison of the daily and nightly values of the CO<sub>2</sub> production shows clearly that they are higher by night. Daily course of the CO<sub>2</sub> production dynamics is subject to considerable variations and this refers to both the monthly observations and the observations on two consecutive days. Generally, one observes in all months a decline of the CO<sub>2</sub> production intensity in morning hours and its corresponding increase in the afternoon hours. The maximum daily values of the produced carbon dioxide in the communities *Quercus-Carpinetum serbicum* and *Festuco-Quercetum petraeae* were recorded in June, and in the community *Acetosello-Quercetum petraeae* in September.

The quantities of the CO<sub>2</sub> produced by night show extensive variations both according to months and inside each of the studied communities. Nevertheless, as already mentioned, the CO<sub>2</sub> production intensity was always higher by night.

In respect to the litter effect it could be established that the CO<sub>2</sub> production on the undisturbed surface, with the litter and herb stratum preserved, was mainly markedly higher than on the denuded surfaces, and this applies to all the three studied communities throughout the year. Although the litter and herb stratum effect on the soil »respiration« must be very complex, it could be probably ascribed in the first place to the effects of the organic decomposition inside litter itself, namely at the contact between litter and humus.

Through the comparison of the three studied forest communities it becomes evident that the community *Acetosello-Quercetum petraeae* is characterized by the highest soil production of CO<sub>2</sub>; this could be explained as a result of the higher rate of organic decomposition in its floor, due to the higher soil temperature which is characteristic of that southward exposed community. The CO<sub>2</sub> production in the community *Festuco-Quercetum petraeae* was slightly lower, and the lowest production was in the community *Quercus-Carpinetum serbicum*. Characteristic of the latter community is a high soil production of CO<sub>2</sub> in June and a relatively low production during the following months until October. This would be the essential difference between the community *Quercus-Carpinetum serbicum* on the mountain Fruška Gora and the two remaining studied communities. It could be ascribed in the first place to their different hygric and thermic regimes which are a consequence of their fundamental habitat and cenotical particularities.