

A FOTOSZINTETIKUS $^{14}\text{CO}_2$ FIXÁLÁS ÉS A C : N VISZONY ÉVSZAKOS VÁLTOZÁSAI A „SIKFŐKÚT PROJECT” CSERES-TÖLGYES FAJAINÁL*

SUBA János, LÉGRÁDY György

POZSÁR Béla SZARVAS Tibor

Ho Si Minh Tanárképző Főiskola, Eger
MTA Izotóp Intézete, Budapest

ABSTRACT: (Photosynthetic fixing of $^{14}\text{CO}_2$ and the relation of seasonal changes of C : N in the Turkey oak forest of the Síkfőkút Project.) — The forest ecosystem research of the Síkfőkút Project aimed to elucidate through interdisciplinary examinations the structural and functional characteristics of the ecosystem. Within its framework the photosynthetic activity and the relations of C : N of 12 dominant species of the association are studied.

A „Síkfőkút Project” hazánkban az egyetlen hely, ahol erdőökoszisztémakutatás folyik. A kutatási program vélül tűzte ki, hogy az ott végzendő interdiszciplináris vizsgálatok feltárják az ökoszisztéma strukturális és funkcionális jellemzőit. Ehhez kapcsolódva végezzük a cseres-tölgyes társulásban domináns szerepet játszó 12 faj fotoszintetikus aktivitásának és C : N viszonyának a vizsgálatát.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatnál szereplő fajok sorszámozás szerint: 1. *Quercus petraea*, 2. *Quercus cerris*, 3. *Ligustrum vulgare*, 4. *Cornus mas*, 5. *Acer campestre*, 6. *Euonymus europaeus*, 7. *Euonymus verrucosus*, 8. *Acer tataricum*, 9. *Viburnum lantana*, 10. *Lonicera xylosteum*, 11. *Crataegus oxyacantha*, 12. *Bromus ramosus*. A felsoroltak között szerepel a két állományképző fafaj, a cserjék jó része és egy pázsitfű.

Célunk az volt, hogy változatlan külső tényezők mellett állapítsuk meg a fajok közötti aktivitásbeli eltéréseket egy tavaszi, (05. 21.), egy nyári (08. 14.) és egy őszi (10. 15.) időpontban.

A fotoszintetikus aktivitás megállapításához $^{14}\text{CO}_2$ fixálást használtunk. A vizsgálat lényege, hogy a levelek $^{14}\text{CO}_2$ — $^{12}\text{CO}_2$ gázkeverékkel kerülnek érintkezésbe, majd egy bizonyos expozíciós idő elteltével a levelek elölése után mérjük a bejutott radioaktivitás mértékét. A módszer félquantitatív, illetve összehasonlító eljárásnak tekinthető, ha figyelembe vesszük egyrészt a berendezések és a technikai megoldások hibáit, másrészt az izotóp effektusból, valamint $^{14}\text{CO}_2$ — $^{12}\text{CO}_2$ gázkeveréknek, a növény kilégzésből eredő változásait. A legtöbb növényfaj fotoszintézisével rendkívül érzékenyen reagál a CO_2 -koncentráció különbségeire, a normális atmoszférikus szint körüli értékeknél (300 ul l^{-1}), ezzel szemben $1\,000 \text{ ul l}^{-1}$ CO_2 -koncentráció fölötti mennyiségek

* Síkfőkút Project No. 63.

eltérései a fixálás értékeit nem befolyásolják. Ezért alakítottunk ki egy olyan CO₂-koncentráció-szintet, melynek némi eltérése nem jelent befolyásoló tényezőt.

A fotoszintézis ¹⁴CO₂ fixálásához a VAN SLYKE által kidolgozott berendezést használtuk fel. A berendezés két fő részből áll:

1. A széndioxid fejlesztésére szolgáló üvegekészülékből és gázadagolóból;
2. fotoszintetizáló kamrából.

A vizsgált növények leveleiből átlagmintát vettünk a reggeli órákban. Minden faj leveléből 8—8 db 16 mm Ø korongot vágunk ki a fixálás céljára és ugyanannyit a C és a N meghatározásához. A fotoszintetizáló kamrát 12 rekeszre osztottuk be, s a nyersúly lemerése után azokban elhelyeztük a levélkorongokat. A feltároló edénybe 20 mg 55 mCi/mM fajlagos aktivitású Ba¹⁴CO₃-at mértünk be. A fotoszintetikus kamra légtelenítése után tejsavval szabadítottuk fel a ¹⁴CO₂-t, mely kvarcgyapoton és MgClO₄-ot tartalmazó abszorpciós csövön átjutva egy higanyos gázadagolon keresztül az asszimilációs kamrába áramlott. A gázfejlődés megszűnte után radioaktív ¹⁴CO₂-ot levegővel kvantitatíve az asszimilációs kamrába öblítettük, amivel az ott levő csökkent nyomás kiegyenlítődt. 1800 lux érték és 24 °C mellett egyórás fixálási idő után a kamrát ismért légtelenítettük, majd levegővel átöblítettük. Ezután a levélkorongokat kivettük, és cseppfolyós levegővel fagyasztva elporítottuk.

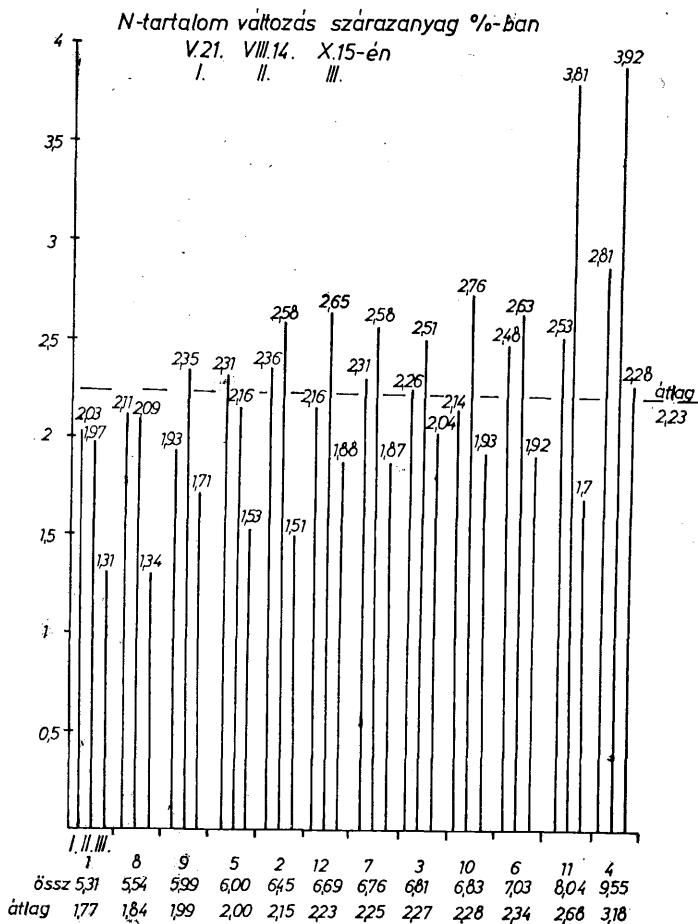
A radioaktív koncentráció meghatározásához gázanalízist alkalmaztunk, a száraz égetésekből nyert ¹⁴CO₂ gáz aktivitását lúgos abszorbenzen történő elnyelés után folyadékszintillációs spektrométerben mértük.

Az összes N meghatározását a mikro-Kjeldahl eljárással, a C meghatározását gázanalízissel végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS AZOK KIÉRTÉKELÉSE

Az analitikai adatokat táblázatos összeállításban mutatjuk be, így a szárazanyag-tartalomra vonatkoztatott szén- (2. táblázat), nitrogéntartalmat (1. táblázat) és a számított C : N viszonyt (3. táblázat). Mellettük szerepelnek a szénre, nitrogénre, C : N viszonyra és nyersúlyra vonatkoztatott radioaktivitási értékek. A diagramok mindezeket grafikusan szemléltetik.

A vonatkoztatási alapoknak a levelek N és C mennyiségének elemzését, a következőkben összegezzük (3. diagram): A N-tartalom legmagasabb nyáron, 08. 14-én, 12 faj összegében 32,01 szárazanyag %. Egy faj átlaga 2,66. A nyári értéknél a tavaszi 16%-kal kevesebb, 27,43; egy faj átlaga 2,28. A nyári csúcs ősze 34,21%-os csökkenéssel 21,02-re esik le. Az őszi érték tavaszra 20,28%-kal növekszik. A 12 faj három évszakban mért N-tartalmát 100%-nak véve az évszakai megoszlás a következő formában alakul: Tavaszra esik a N-tartalom 34,09%-a, nyárra 39,78%-a és ősze a 26,12%-a. Ha az egyes évszakok mintavételi idejét elemezzük, feltűnik az, hogy a tavaszi értékek között legkisebbek az eltérések (1. diagram). Ekkor N-ben legszegényebb a *Viburnum lantana*, a leggazdagabb a *Cornus mas*. A köztük levő eltérés 1,45-szörös. A legtöbb faj N-tartalma közel esik az átlagértékhez, a 2,28-hoz. A csúcserték az átlagértéknek 1,25-szöröse. A nyári mérés idején a szélső értékek között növekednek az



1. A N-tartalom változás szárazanyag %-ban 05.21.; 08.14.; és 10.15-én

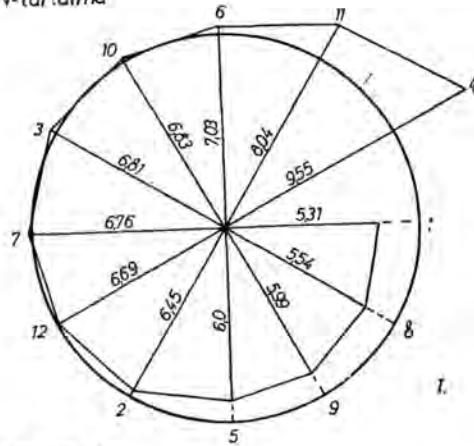
eltérések. A legnagyobb N-tartalommal, 3,92, ismét a *Cornus mas* rendelkezett, (a tavaszinál 1,11-szer magasabb), a legkisebbel 1,97 a *Quercus petraea*. Közöttük a különbség 1,88-szoros.

Magas N-tartalommal ugrik az átlagos sorból a *Crataegus oxyacantha*, viszonylag alacsony értékeket adott az *Acer tataricum*, 2,09 és az *Acer campestre* 2,16. Ha e három mérés összegezett értékével hasonlítjuk össze a nyári értékeket, akkor ehhez viszonyítva az *Euonymus europaeus*, a *Ligustrum vulgare* és némileg az *Euonymus verrucosus* mutatnak kisebb N-tartalmat. A levelek őszi N-tartalma szembetűnően kevesebb, és a nyárihoz viszonyítva csökkennek a fajok közötti szórásértékek. Ismét a *Quercus petraea* és a *Cornus mas* kerülnek a szélső helyre, 1,73-szoros különbséggel. Az 1,75-ös középérték és a maximum közötti eltérés 1,3-szoros. Alacsony N-tartalom jellemzi az *Acer tataricum*-ot és a *Quercus cerris*-t. A többi fajhoz képest keveset csökkent a *Ligustrum vulgare* N-tartalma, és így az őszi sorrendben jelentősen előrelépett. A *Viburnum lantana*-ra is ez jellemző, aminek valószínű oka, hogy mindkét fajnál később

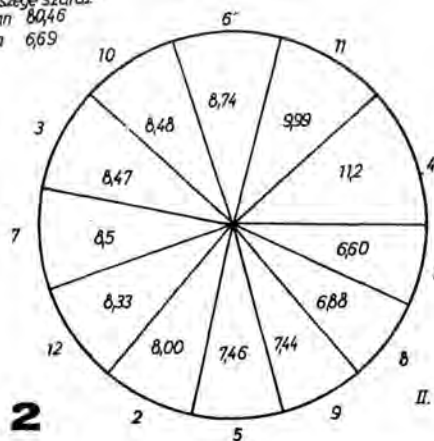
kezdődik a levelek őszi degradációja. A N-tartalom változásait vizsgálva megállapítható, hogy az őszi értékek kivétel nélkül minden fajnál csökkennek. Ez legnagyobb mértékben a *Cornus mas*-nál és a *Crataegus oxyacantha*-nál mutatkozik 1,64, ill. 2,11 szárazanyag % N-tartalom különbséggel. Legtöbb esetben az eltérés 0,6—0,8 szárazanyag %.

A 3 mérés összesített eredményéből (2. diagram) kitűnik, hogy minden esetben a *Cornus mas* került az élre, igen magas N-tartalommal: a három mérés összege 9,01 szárazanyag %, (átlag 3,0). A második helyen áll a *Crataegus oxyacantha* 8,04 (átlag 2,68) értékkel. Átlagon felüli össznitrogén-mennyiséget ért el még az *Euonymus verrucosus*, a *Ligustrum vulgare*, a *Lonicera xylosteum* és az *Euonymus europeus*. Legalacsonyabb értékkel, mindig az átlag alatt szerepeltek: a *Quercus petraea*, 3 mérés összege: 5,31 szárazanyag %, (átlag 1,77), az *Acer tataricum* 5,54, (átlag 1,84) és a *Viburnum lantana* 5,99 (átlag 1,99).

12 faj N-tartalma

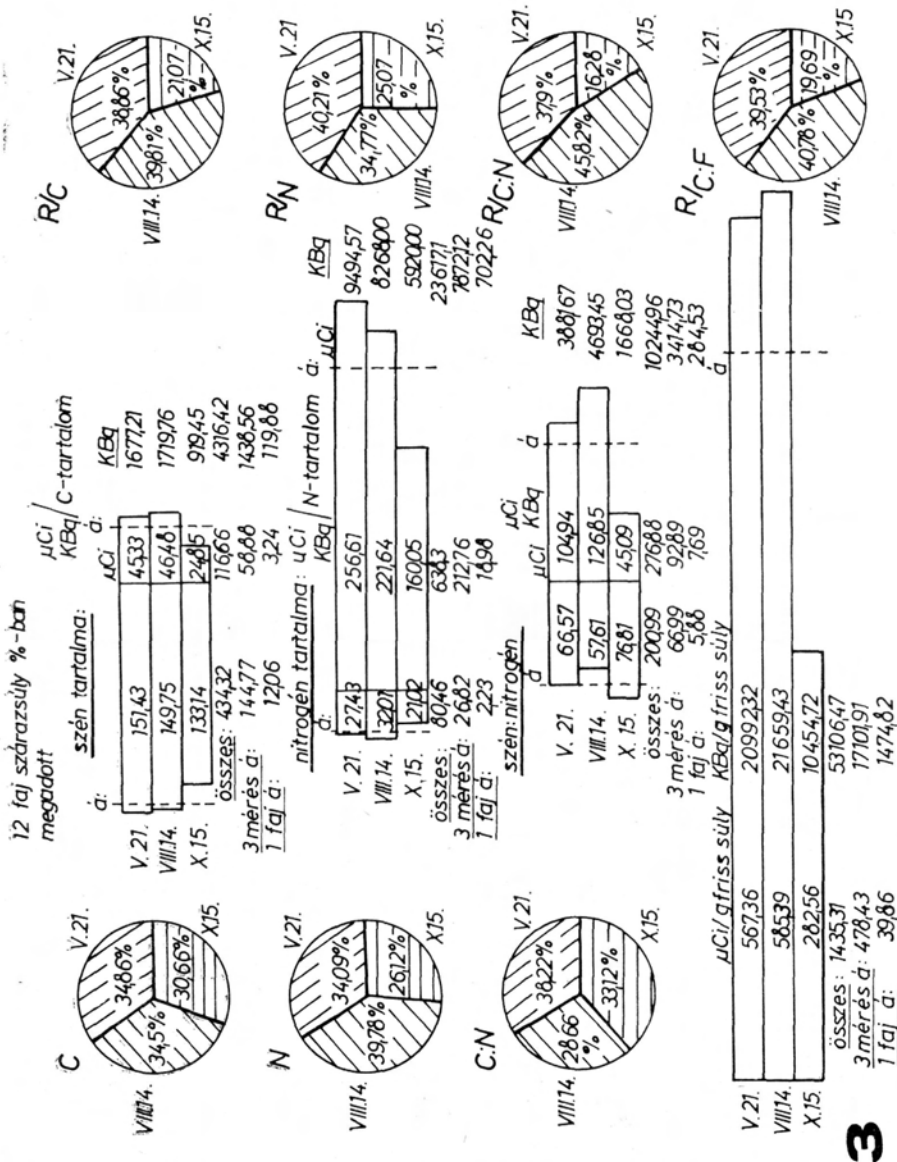


3 mérés összege szárazsúly %-ban 80,46
1 faj átlaga 6,69



2. I. 12 faj N-tartalma szárazsúly %-ban — a 3 mérés összege II. A fajok közötti százalékos részesedés

A levelek C-tartalmának évszakonkénti mennyiségét elemezve megállapítható, hogy a fajok és évszakok közötti eltérések mérsékeltébbek a N-tartalomhoz viszonyítva. A tavaszi, nyári össz C-tartalomban alig van különbség (3. diagram). Ősszel jelentős csökkenés következik be, a nyári 12,47 szárazanyag %-os átlag 11,09-re esik, ami 11,06%-os csökkenést jelent. Az *E. verrucosus* kivételével minden fajnál csökken az őszi C-tartalom. A legnagyobb szórás-



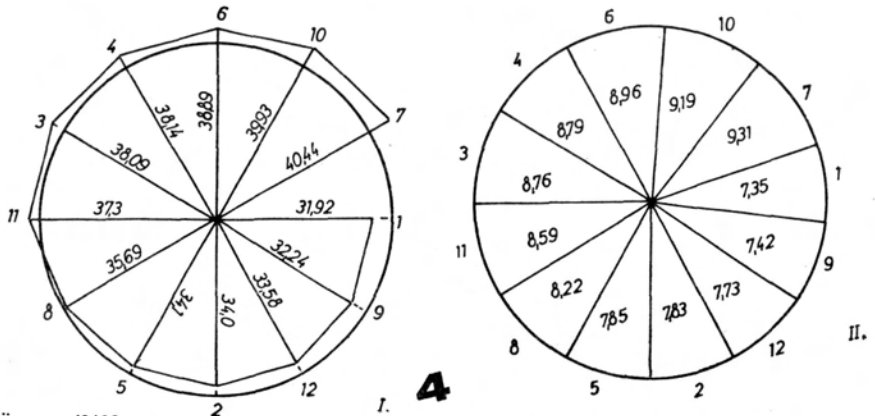
3

3. A C- és N-tartalom, C : N viszony, R/C, R/N, R/C : N, R/Nys évszakos változásainak összesített táblázata

értékeket, mint ahogy a nitrogén esetében is a nyári minták adják. A 12 fajnál a C-tartalom évszakok szerinti százalékos megoszlása a következő: tavasszal 34,86%, nyáron 34,50%, ősszel 30,66%. Annak ellenére, hogy az egész állomány tavaszi és nyári összértékei igen hasonlóak, a fajok sorrendjében itt a legnagyobb az eltérés. Tavasszal az *A. tataricum* leveleiben legnagyobb a C-tartalom 14,21 szárazanyag %, ami őszi lényegesen csökken, 9,07-re, ez a fajok között a legkisebb érték. Hasonló csökkenő tendencia mutatkozik meg *A. campestris*-nél is. Általában alacsony C-tartalom jellemezte a *Q. petraea*-t minden alkalommal. Az őszi 12,05%-os átlagértékhez viszonyítva, igen alacsony, csupán 10,64 szárazanyag %-os C-tartalommal szerepelt a *V. lantana*. Mindig az átlag körüli vagy annál magasabb értékeket mutatott a *C. oxyacantha*, a *L. vulgare*, a *C. mas*, az *E. europeus*, a *L. xylosteum* és az *E. verrucosus* (4. diagram). A N-tartalom adataival összehasonlítva a C-tartalmat szembe-tűnő az összefüggés, mivel a C-tartalom is a nitrogénben gazdagabb fajknál magasabb. A C : N viszony (5. diagram) a tavaszi időszakban 5,54, ami nyárra 13,35%-os csökkenéssel 4,8-ra esik vissza, és őszi 33,30%-os emelkedéssel 6,4 értéket ér el. A nyári alacsony érték mutat rá a megelégnült N-anyagsere-folyamatokra. A legalacsonyabb 4,35-ös átlagértékkel a *C. mas* rendelkezik. Az átlagos vagy alacsonyabb szinten áll a *C. oxyacantha*, a *B. ramosus*, a *V. lantana*, a *Q. cerris*, az *E. europeus* és a *L. vulgare*. Az átlag fölé emelkednek az *A. tataricum*, a *Q. petraea*, az *E. verrucosus*, a *L. xylosteum* és az *A. campestre*. A C : N viszony értékeit %-ban kifejezve az évszakonkénti megoszlás a követ-kező: 05. 21. 38,22%; 08. 14. 28,66%; 10. 15. 33,12%.

A fajok fotoszintetikus aktivitását megállapítottuk nyerssúlyra, N- és C-tartalomra vonatkozóan. A nyerssúlyra vonatkoztatott aktivitás értékeit mutatja a 6. és 7. sz. diagram. Az évszakos változásokat vizsgálva (3. diagram) a tavaszi értékek alig maradnak el a nyáriaktól, az ősziéket feltűnően alacsonyak. Az évszakos eltéréseket %-ban kifejezve tavasszal 39,53%, nyáron 40,78% és ősszel 19,69% a részesedés. Nyári értéknek a csökkenése az őszi mérésig

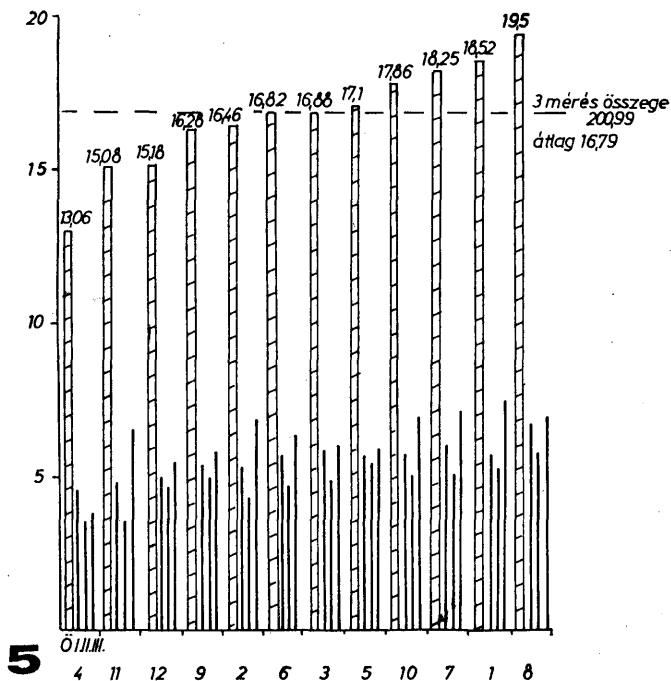
12 faj C-tartalma szárazsúly %-ban



4. I. 12 faj C-tartalma szárazsúly %-ban — a 3 mérés összege II. A fajok közötti %-os részesedés

51,73%-os. A nyerssúlyra, C-re és a C : N viszonyra vonatkoztatott aktivitás nyári csúcserőteket mutat, míg a N-nel kapcsolatban a tavaszi érték emelkedik ki, a nagyobb nyári N-tartalom miatt. Az egyes fajok aktivitásbeli különbségeire, a R/Nys. értékei mutatnak rá legjobban. A 3 mérés összegét tekintve (7. diagram) magasan az átlag fölé emelkednek növekvő sorrendben a következő fajok: *C. mas*, *B. ramosus*, *C. oxyacantha*, *E. verrucosus*. A 12 faj aktivitási értékét 100%-nak véve 11% körüli értékek jutnak ezekre a fajokra. Alig marad le az előbbiektől a *L. xylosteum*. Igen alacsony értékkel szerepel a *Q. petraea*, mely csupán 0,76%-kal részesedik az összaktivitásból. Jóval az átlag alattiak még a *Q. cerris*, *A. campestre*, 4,35 ill. 6,13%-os részesedéssel. A többi faj az átlag körüli értékeket mutatta. A legkisebb aktivitást elért *Q. petraea* a sor csúcsán elhelyezkedő *E. verrucosus*-hoz viszonyítva 95%-kal alacsonyabb szinten áll. A fajok közötti évszakos eltéréseket összehasonlítva a 3 mérés együttes értékével a következőket állapítottuk meg: tavaszi méréskor a *C. oxyacantha* és az *A. tataricum* aktivitása kisebb, ugyanakkor a *B. ramosus* és az *E. europeus* aktivitása nagyobb. Nyáron a *Q. cerris*, az *A. campestre* és az *A. tataricum* mutattak viszonylag magasabb aktivitást, de ugyanakkor az *E. europeus*, a *L. xylosteum*, a *B. ramosus* és az *E. verrucosus* visszaesett. Az őszi méréskenél ismét magas értékekkel szerepelt a *L. xylosteum* és a *C. oxyacantha*,

C : N arány



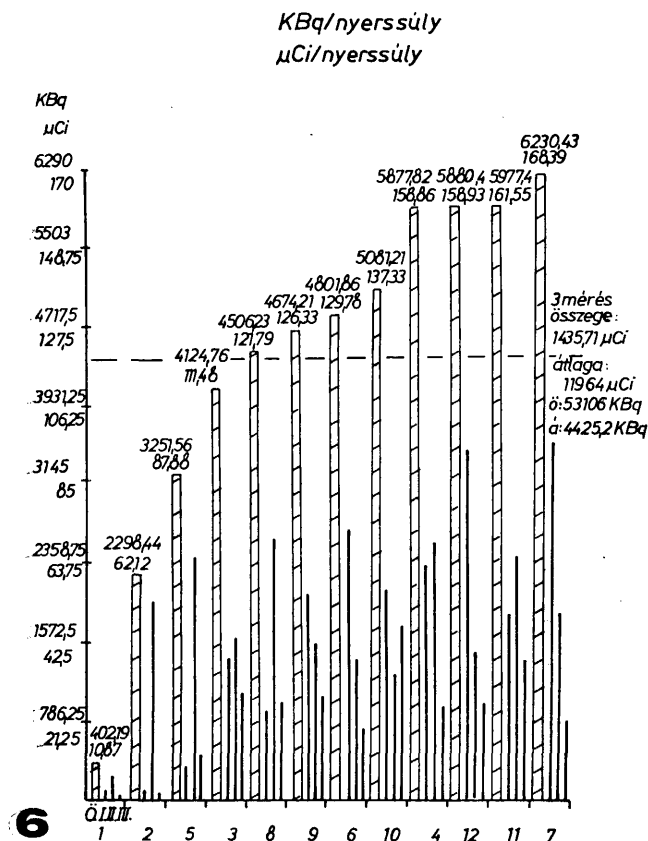
5. A C : N viszony változásai. Ö.: a 3 mérés összege. I. 05.21.; II. 08. 14.; III. 10. 15-én

de a *L. vulgare* is az átlag fölé került. A R/C és a R/Nys-ra vonatkoztatott értékek szoros korrelációban vannak egymással, amit részletesen mutat be a 4. táblázat.

A R/N és a R/Nys összefüggése már lényegesen gyengébb, mivel a N-tartalomban nagyobbak a szórásértékek (9. diagram), mint a C tartalomban. Ezzel magyarázható, hogy a magas N-tartalom miatt a *C. mas* és a *C. oxyacantha* erősen visszaestek a sorrendben, az alacsony N-tartalom miatt pedig az *A. tataricum* és a *V. lantana* magasan az átlag fölé került.

A R/C : N viszonyban (10. diagram) ismét az aktívabb fajok kerülnek az élre, nagyságrendi sorrendben: a *B. ramosus*, *C. oxyacantha*, *E. verrucosus*, *C. mas*. Itt lényegesen nagyobb szórásértékek alakultak ki. A legkisebb aktivitást mutató *Q. petraea* az élen álló *C. mas* közötti különbség 20-szoros. A nyári átlagérték öszre közel 50%-os csökkenést mutatott.

A vizsgált 12 faj radioaktivitásában, valamint C- és N-tartalomban elfoglalt helyét összegezve a következő sorrendet kapjuk:

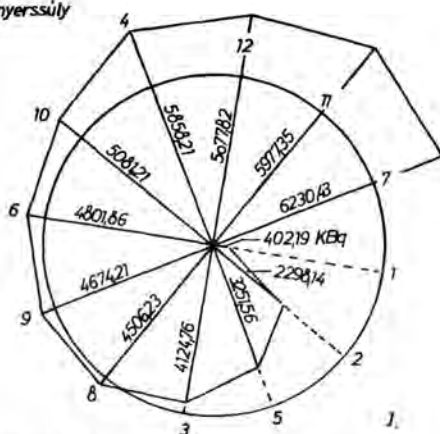


6. 12 faj radioaktivitásának változásai KBq/Nys, μCi/Nys-ban Ö.: a 3 mérés összege, I. 05. 21, II. 08. 14, III. 10. 15-én.

	Sorszám	Pontszám	Faj Szám	Név
alacsony	I.	5	1.	Quercus petraea
	II.	15	2.	Quercus cerris
	III.	20	5.	Acer campestre
közepes	IV.	27	9.	Viburnum lantana
	V.	27	3.	Ligustrum vulgare
	VI.	28	6.	Euonymus europaeus
	VII.	29	8.	Acer tataricum
magas érték	VIII.	42	12.	Bromus ramosus
	IX.	42	10.	Lonicera xylosteum
	X.	43	4.	Cornus mas
	XI.	49	11.	Crataegus oxyacantha
	XII.	53	7.	Euonymus verrucosus

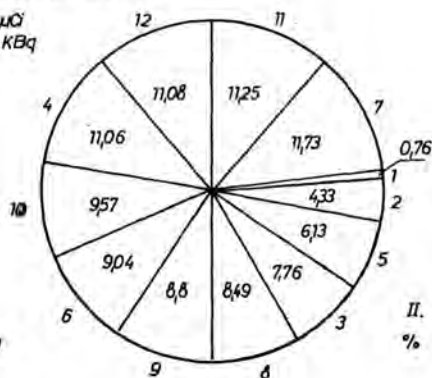
3. C : N arány, uCi és KBq/C : N; uCi/Nys és KBq/nys

12 faj $\mu\text{Ci}/\text{nyersúly}$
KBq /nyersúly



3 mérés összege: 1435,31 μCi
53106,47 KBq

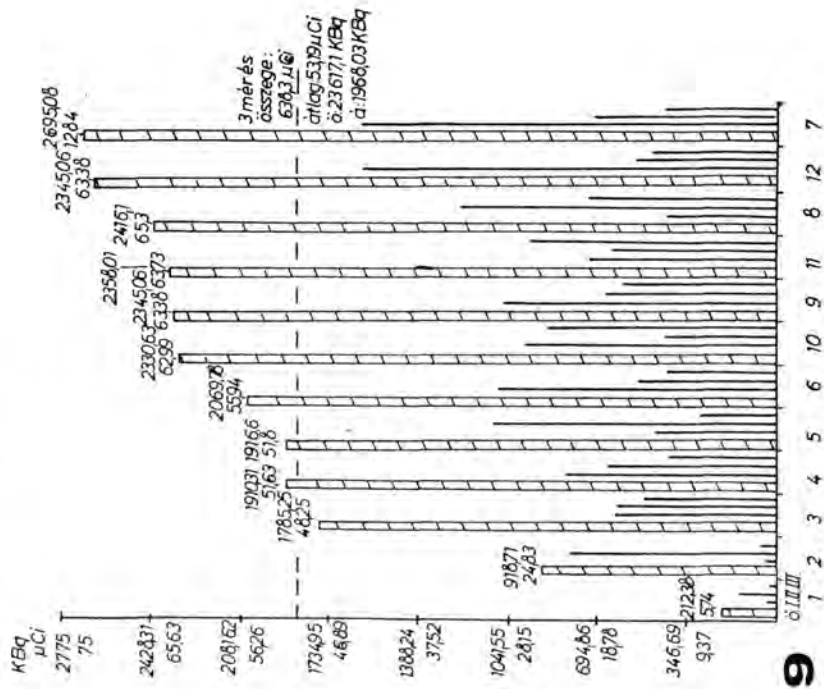
átlag: 119,6 μCi
4425,2 KBq



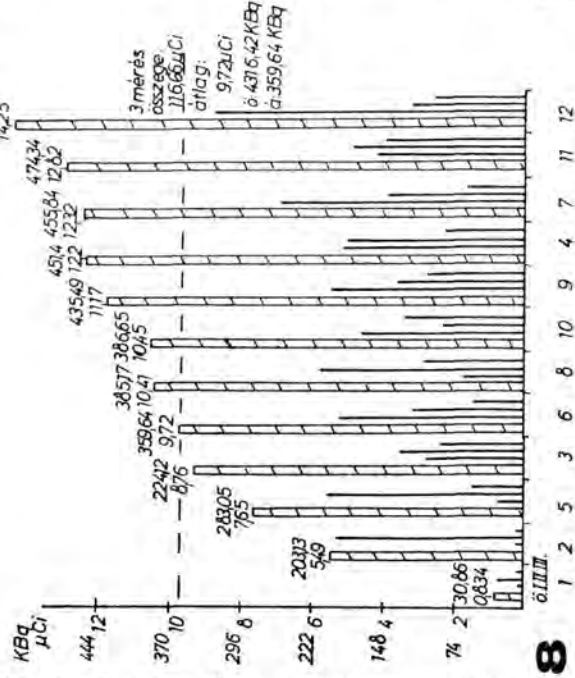
7

7. I. 12 faj radioaktivitásának értékei KBq/Ny-ban, uCi/Ny-ban, 3 mérés összege
II. A fajok közötti %-os részesedés

KBq/N
μCi/N

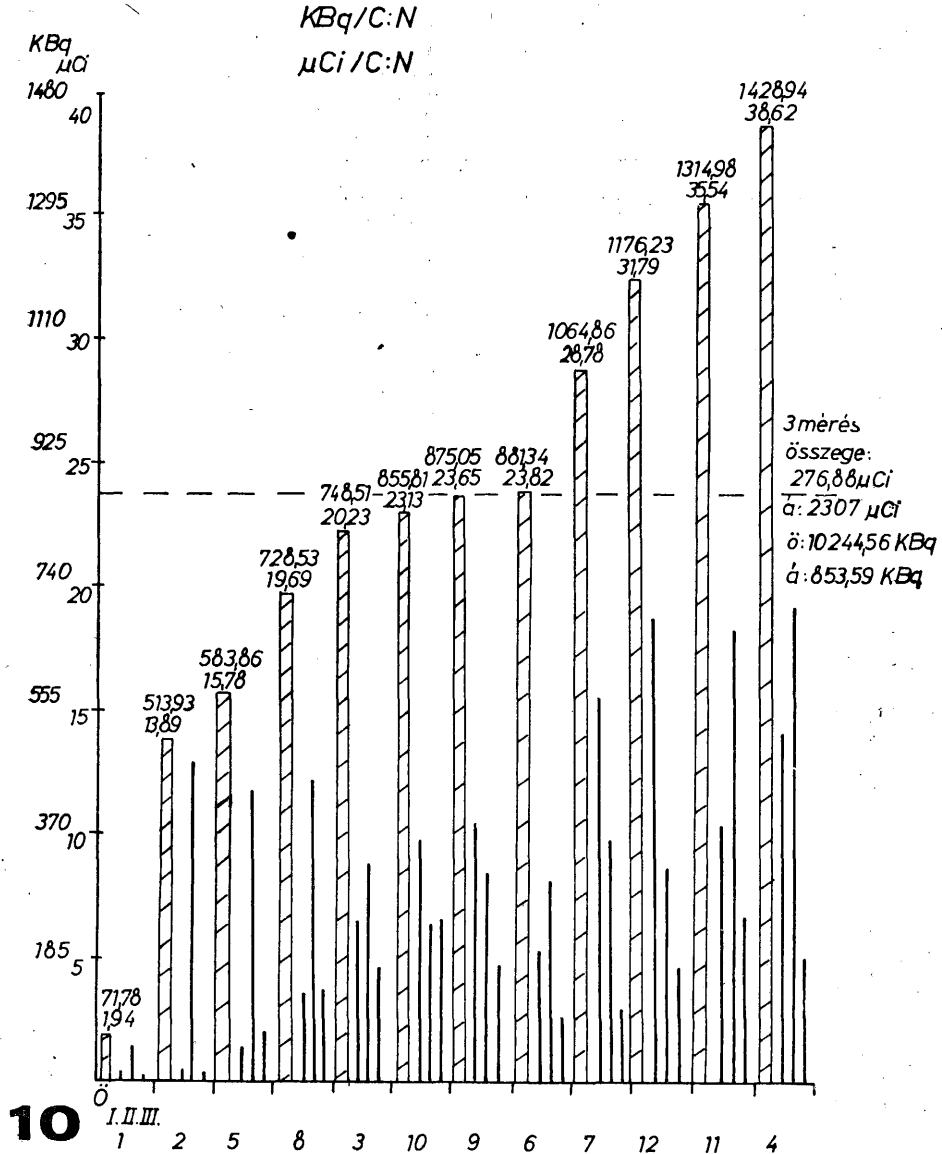


μCi/c
KBq/c



8. 12 faj radioaktivitás értékei KBq/C, uCi/C-ben; Ö.: a 3 mérés összege, I. 05. 21, II. 08. 14., III. 10. 15-én
9. 12 faj radioaktivitás értékei KBq/N, uCi/N-ben; Ö.: a 3 mérés összege I. 05. 21.; II. 08. 14.; III. 10. 15-én

Az adatok rangkorrelációs feldolgozása alapján a következőket állapítottuk meg: az értékek 34%-ban mutattak jelentős korrelációs kapcsolatot, és 15%-ban semmi összefüggés nem állapítható meg. A legszorosabb 90—97%-os összefüggéseket találtunk a következő esetekben:



10. 12 faj radioaktivitás értékei KBq/C : N, uCi/C : N-ben; Ö.: a 3 mérés összege, I. 05. 21., II. 08. 14.; III. 10. 15-én

Dátum	Összefüggések:
05.21.	R/C—R/N
05.21.	R/C—R/C : N
05.21.	R/C—R/N _{ys}
08.14.	R/C—R/N
08.14.	R/C—R/N _{ys}
10.15.	R/C—R/N
10.15.	R/C—R/N _{ys}
	össz. R/C—össz. R/C : N
	össz. R/C—össz. R/N _{ys}
05.21.	R/N _{ys} —R/N
10.15.	R/N _{ys} —R/N
05.21.	R/N _{ys} —R/C : N

A 4. sz. táblázatból egyértelműen megállapítható korrelációt mutatnak az évszakoknak megfelelően (körülhatárolt jelek) a következők:

R/C—R/N
R/C—R/C : N
R/C—R/N_{ys}
R/N—R/C : N
R/N—R/N_{ys}

A tavaszi időpontot kivéve összefüggés van a C- és N-tartalom között.

Az 5. sz. táblázat adataiból kitűnik, hogy a legtöbb korreláció áll fenn a következő értékeknél: a nyári C-tartalom, az össz. R/N_{ys}, össz. R/C : N, össz. R/C. Kevés korreláció jellemzi a tavaszi C-tartalmat, a nyári R/C és a R/C : N viszonyt.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cseres-tölgyes fajok évszakos fotoszintetikus aktivitásának vizsgálatából kitűnt, hogy a 12 faj tavaszi és nyári értékeinél alig van eltérés, viszont az őszi csökkenés jelentős, mintegy 40—60%-ot tesz ki. Ha az aktivitás értékeit összegezzük, legkisebb a *Q. petraea*-nál, a *Q. cerris*-nél és az *A. campestre*-nél, legmagasabb szinten állnak növekvő sorrendben a *L. xylosteum*, *C. mas*, *B. ramosus*, *C. oxyacantha* és az *E. verrucosus*.

Magas C- és N-tartalom jellemzi a *C. mas*-t, az *E. europeus*-t és *verrucosus*-t, a *C. oxyacantha*-t, a *L. xylosteum*-ot; igen alacsony a *Q. petraea*-nál, a *V. lantana*-nál és a két *Acer*-fajnál. A fajokra vonatkozó rangkorrelációs számítás szerint, mint 35%-ban szoros (50—97%-os) összefüggés mutatható ki a vizsgálati tényezők között.

	C				R/C				N				R/N				R/C : N				R/Nys			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
C	1	2	>		0	0							0	0						0	0	0		
	2	>	×		>	0	>	×	>	×	×	×	>				>		×	×	×			>
	3	×																						×
	4				0				>	>	>	×	0											>
R/C	5				6	0	0	×	0	>	>		+		×	+	×		×	+	+		×	×
					7	>			0	0			+	0	+	>	×	0	0	+	+	0	0	×
					8				>			×	0	>	×		+		×		+	×		>
									9	>	×	0	0			>								
									10	>	×					>	>		×	>				×
					N				11	×	>		0		0	>	>	>	>	>				>
									12			0	0	>		>	>	>	>	>				>
									R/N			13			×		×	+		×				×
												14	0		×					×				0
												15	>		0	×				+				>
												16	>		0		>	>		×				×
																	17	0	×	+	0			×
																	18		0	+				
																	R/C : N		19	>	+			
																			20	×				+
																					21			×
																					R/Nys		22	
																							23	
																								24

+ Igen szoros összefüggés r. = 0,90 - 0,97 V. 21: 1, 5, 9, 13, 17, 21
 × Szoros összefüggés r. = 0,70 - 0,90 VIII. 14: 2, 6, 10, 14, 18, 22
 > Közepes összefüggés r. = 0,50 - 0,70 X. 15: 3, 7, 11, 15, 19, 23
 0 Nincs összefüggés összes; 4, 8, 12, 16, 20, 24

4. A különböző mérések értékeinek korrelációs táblázata

	Sorszám	>	×	+	Össz.	0
C	1.	1	—	—	1	7
	2.	8	9	—	17	—
	3.	4	3	—	7	2
	4.	6	3	—	9	2
R/C	5.	5	4	3	12	3
	6.	—	1	2	3	14
	7.	6	3	2	11	3
	8.	6	6	2	14	3
N	9.	4	1	—	5	6
	10.	9	4	—	13	1
	11.	8	3	—	11	2
	12.	5	6	—	11	2
R/N	13.	2	4	2	8	3
	14.	—	2	1	3	6
	15.	5	2	2	9	4
	16.	7	4	—	11	5
R/C : N	17.	6	3	2	11	2
	18.	1	2	1	4	8
	19.	6	3	1	10	8
	20.	7	6	2	15	3
R/Nys.	21.	6	4	3	13	2
	22.	1	1	2	4	2
	23.	4	—	3	7	2
	24.	8	7	2	17	4

+ Igen szoros összefüggés $r. = 0,90 - 0,97$
 × Szoros összefüggés $r. = 0,70 - 0,90$
 > Közepes összefüggés $r. = 0,50 - 0,70$
 0 Nincs összefüggés

5. A korrelációk gyakorisága

IRODALOM

- ATKINS, C. A.—D. T. CANVIN (1971): Photosynthesis and ^{14}C evolution by leaf discs: Gas exchange, extraction and ion-exchange fraction of ^{14}C labelled photosynthetic products. — *Canad. Jour. Bot.* 49:1225—1234.
- AUSTIN, R. B.—LONGDEN, P. C. (1967): A rapid method for the measurement of rates of photosynthesis using $^{14}\text{CO}_2$. — *Ann. Bot.* 31:245—253.
- BOARDMAN, N. K. (1977): Comparative photosynthesis of sun and shade plant. — *Annu. Rev. Plant Physiol* 28:355—377.
- CHARLES—EDWARDS, D. A. (1978): An analysis of the photosynthesis and productivity of vegetative crops in the United Kingdom — *Ann. Bot.* 42:717—731.
- FELIPPE, G. M.—DALE, J. E. (1972): The uptake of $^{14}\text{CO}_2$ by developing first leaves of barley and partition of the labelled assimilates. — *Ann. Bot.* 36:411—418.
- HELMS, J. A. (1976): Factors influencing net photosynthesis in trees: an ecological viewpoint — In CANNEL, M. G. R., — LAST, F. T. (ed.): *Tree Physiology and Yield Improvement*, Pp. 55—78 — *Academic Press*, London—New York — San Francisco.
- HUZULÁK, J.—MASAROVÍČOVÁ, E.: 1977): Fotosyntéza a Vodny Rezim Drevin — Morda-Piesky.
- KIRA, T.—SHIDEI (1967): Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of western Pacific Japanese J. — *Ecology*, 17:70—87.
- KRAMER, P. I. — KOZLOWSKI, T. T. (1979): *Physiology of Woody Plants*. — *Academic Press* New York, San Francisco, London.
- LANDSBERG, J. J.—CUTTING, C. V. (ed): 1977) *Environmental Effects on Crop Physiology*. — *Academic Press*, London, New York, San Francisco.
- LIETH, H. (1975): Primary productivity of the major vegetation unit of the world. — In LIETH, H.—WHITTAKER, R. H. (ed.): *Primary Productivity of the Biosphere*. Pp. 203—215. — Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York.
- LIETH, H. (1975): Historical of primary productivity research — In LIETH, H.—WHITTAKER, R. H. (ed.): *Primary Productivity of the Biosphere*, Pp. 7—16. Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York.
- MALKINA, J. S. (1978): Opredelenie intensivnosti fotosinteza v krone vzroslykh derev'ev (Determination of the photosynthetic rate in the crown of oak trees) — *Fiziol. Rast.* 25:792—797.
- NELSON, R. E. (1977): A technique for measuring photosynthesis in comfort by $^{14}\text{CO}_2$ uptake. — *Photosynthetica* 11:241—250.
- OVINGTON, J. D. (1956): The form, weights and produktivity of tree species grown in close stand — *New phytologist* 55:289—403.
- RYMAN, R. G.—POWELL, D. E.—RYLE, G. J. A. (1977): A comparison of three methods of measuring ^{14}C incorporated in plant material. — *Int. J. appl. Rad. Isotopes* 28:346—439.
- SCHMIDT, W. (1976): Experimental ecology — In ELLENBERG, H.—ESSER, K.—MERXMÜLLER, H., SCHNAPF, E.—ZIEGLER, H. (ed.): *Progress in Botany*. 38:352—366. — Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York.
- SHIMSGI, D. (1969): A rapid field method for measuring photosynthesis with labelled carbon dioxides — *Jour, Explt. Bot.* 20:381—401.
- SPECTOR, W. S. (1958): *Handbook of biological data* — Philadelphia, Saunders.
- TREBST, A.—AVRON, M. (1977): Photosynthesis I. (Encycl. Plant Physiol. N. S. 5:266—282. — Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York.
- VOZNESENSKII, V. L.—ZALENSKII, O. V.—AUSTHIN, R. B.(1971): Methods of measuring rates of photosynthesis using carbon — 14 dioxid — In SESTÁK,

- Z.—CATSKY, J.—JARVIS, P. G. (ed.): Plant Photosynthetic Production Manual of Methods. Pp. 276—293. Dr. W. JUNK—N. V. Publ., The Hague.
- MC WILLIAM, J. R.—PHILLIPS, P. J.—PARKES, R. R. (1973): Measurement of photosynthetic rate using labelled carbon dioxide. — *Aust. CSIRO Div. Plant Industry tech. Paper* 31:1—12.
- ZELITCH, I. (1971): Photosynthesis, Photorespiration and Plant Productivity, — *Academic Press*, New York.

Érkezett: 1980. V. 8.

Dr. SUBA János, Dr. LÉGRÁDY György
Ho Si Minh Tanárképző Főiskola
Növénytani Tanszéke
H-3301 EGER
Pf. 43.

Dr. POZSÁR Béla Dr. SZARVAS Tibor

MTA Izotóp Intézete
H-1525 BUDAPEST
Pf. 77.