

STRUKTURÁLIS ÉS ÖKOFIZIOLÓGIAI JELLEMZŐK MÁSODLAGOS  
ERDŐSZEGÉLYEKBEN

Kandidátusi értekezés

Írta:

Mészáros Ilona

KLTE Növénytani Tanszéke

Debrecen

1988

MAGYAR  
KÖZTUDOMÁNYOS AKADEMIÁK  
KÖZLEMÉNYE

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Irodalmi áttekintés	5
2.1. A növénytársulások és állományaik határai: megközelítési és terminológiai problémák	5
2.2. Az erdőszegélyek vizsgálati előzményei	11
3. Anyag és módszer	18
3.1. A vizsgálatok helyei	18
3.1.1. A síkfőkúti mintaterület	18
3.1.2. A rejteki mintaterület	20
3.2. A növényzet szerkezetének vizsgálati módszerei	22
3.2.1. Mintavételi eljárások	22
3.2.2. Az alkalmazott diverzitás-indexek és a niche-szélesség mérése	24
3.2.3. A fajkicserélődés meghatározása és a differenciál-profil módszer	26
3.3. Az ökofiziológiai vizsgálatok módszerei	27
3.3.1. A vizsgálatok tesztnövényei és mintavételi kérdések	27
3.3.2. A levelek növekedés-analízise	28
3.3.3. A levelek vízforgalmi jellemzőinek mérése	29
3.3.4. A fotoszintetikus pigmentek meghatározása	30
3.3.5. A rezponziós indexek	31
3.4. A mikroklíma mérése	32
3.5. A talajvizsgálati eljárások	33
3.6. A matematikai és statisztikai módszerek	33
4. Eredmények és megbeszélésük	34
4.1. A háttértényezők bemutatása	34

4.2. A cseres-tölgyes erdő cserjeszegélyének szerkezeti jellemzői	37
4.2.1. A földfeletti hajtásdensitás és borítás	37
4.2.1.1. A borítás vertikális eloszlása	41
4.2.2. A clusteranalízissel nyert eredmények	43
4.2.3. A diverzitás és az ekvitabilitás	45
4.2.4. A dominancia-diverzitás görbék	47
4.2.5. A cserjék niche-szélessége	49
4.3. A szubmontán bükkös gyepszintjének strukturális átrendeződései az erdő és irtás közötti erdőszegélyben	52
4.3.1. A fajszám és a földfeletti hajtássűrűség alakulása a transzszektekben	52
4.3.2. A fajkicserélődési görbék és a differenciál profilok	54
4.3.3. A clusteranalízisek eredményeinek az értékelése	57
4.3.4. A faj-földfeletti hajtásszám diverzitás	59
4.3.5. A dominancia-diverzitás görbék	64
4.4. Levélnövekedési válaszok	67
4.4.1. A levelek mérete és területe	67
4.4.2. A levéltömeg	74
4.4.3. A levélterület és a levéltömeg összefüggései	77
4.4.4. Az $RL_WGR$ és az $RL_AGR$ növekedési ráták	78
4.5. Levélvízforgalmi válaszok	81
4.5.1. A szárazanyagra vonatkoztatott víztartalom	81
4.5.2. A levelek szukkulencia paraméterhányadosa	82
4.5.3. A víztelítettségi hiány szezondinamikája	84
4.5.4. A víztartalom és a víztelítettségi hiány napi dinamikája	87

4.5.5. A levélvízforgalmi válaszok interspecifikus különbségei	89
4.6. A fotoszintetikus pigmentválaszok	92
4.6.1. A pigmentek szezonális dinamikája	92
4.6.2. Az erdőbeni és a szegélyszéli pigment-kompozíció összehasonlító elemzése	95
4.6.3. A pigment-kompozíció és a relatív megvilágítás közötti összefüggés: a transzszekt-vizsgálatok eredményei	100
4.6.4. A mezofillum szukkulencia	103
5. Összefoglalás	105
6. Irodalom	

## 1. Bevezetés

Napjainkban egyre inkább a kutatások előterébe kerül a tájmozaikok különböző elemei közötti határok ökológiai-dinamikai megközelítésű tanulmányozása, amelyben az UNESCO-MAB keretében 1986-ban beindult "Ecotone Programme", és az ehhez kapcsolódó, az 1990-95 közötti időszakra tervezett project-vizsgálatok világszerte jelentős előrelépéseket jelentenek.

A természeti környezetében az ember a sokrétű tevékenységével napról-napra változásokat okoz, közben befolyásolja a jelenlévő vegetációtípusok térbeli arányait és határait. Különösen erdős területen szembetűnők ennek a következményei, ahol az összefüggőbb erdőségek az erdőirtások és fakitermelések hatására fátlan, nyílt területekkel érintkező kisebb erdőállomány-"szigetekre" töredeznek szét. Ismert, hogy az erdőállományok belső rendezettségét nagymértékben módosíthatják a szomszédos nyílt területek abiotikus és biotikus hatásai, ha a határfelületük a területükhöz képest túlságosan megnövekszik. Az arányok helyes alakításával viszont a változások elsősorban csak az erdőállományok és a nyílt területek interfaciálisára, az erdők szegélyére korlátozódnak.

Az erdők tarvágásokkal létrehozott szélein a növényzet regenerációját egyrészt a sajátos termőhelyi feltételek, másrészt a különböző perturbációk jellege és intenzitása határozza meg (Jakucs 1969). Az erdőszegélyekben az erdőhöz képest növekszik a cserjék és a lágyszárú növények szerepe, olyan populáció-kollektívumok alakulnak ki, amelyekben az árnyékkedvelő, szárazságkerülő fajok mellett fellelhetők a fény- és szárazságtűrő fajok populációi is (Ghiselin 1977, Ranney 1977). A környezeti tényezőkkel kölcsönhatásban megvalósuló tér-időbeli növényzeti változások, mint

egyfajta szukcessziós mozzanatok, fiziognómiailag egyre jobban záródó erdőszegélyek kialakulásához vezethetnek, amelyek az erdőállományok számára a nyílt területek felől érkező hatásokkal szemben jelentős védelmet jelenthetnek (Jakucs 1969, 1972). A "szűrő és védő" funkciójuk hatékonyságát - az élő szervezetek membránjaihoz hasonlóan - döntően a permeabilitásuk határozza meg (Wiens et al. 1985), ami viszont szorosan összefügg a vertikális és horizontális struktúráikkal.

Az erdőszegélyeknek elsősorban az erdő- és gyeptársulás-állományok között húzódó elsődleges típusait tanulmányozták intenzíven, és ezekre vonatkozóan számos részkérdésben rendkívül értékes tanulmányok születtek. Az erdőállományok különböző perturbációk hatására kialakult szélein, fátlan területek szomszédságában elhelyezkedő másodlagos erdőszegélyek vizsgálata viszont meglehetősen elhanyagolt terület, ezért a kialakulásuk, továbbá a strukturális és funkcionális sajátosságaik még nem kellően tisztázottak. Ezek az információk a megmaradó természetes erdőállományok zavartalan működésének a fenntartása érdekében azonban az erdészeti gyakorlatban és a különböző tájrendezési eljárások alkalmazása során egyre nélkülözhetlenebbé válnak.

Értekezésemben cseres-tölgyes és szubmontán bükkös másodlagos erdőszegélyeiben végzett vizsgálatok eredményeit foglalom össze. A munka kereteit messze meghaladja a vizsgált erdőszegélyek minden szempontra kiterjedő értékelése, ezért csak két nagy résztéma tanulmányozását tűztem ki célul:

1. A növényzet szerkezeti jellemzőinek nyomkövetése a másodlagos erdőszegélyekben.

A szegélyekre merőlegesen felvett transzszektek vizsgálati anyaga alapján elemzem a fajszám, a földfeletti hajtásdensitás, a borítás, a diverzitások változásait és vizsgálom a niche-tér átrendeződését.

2. A cseres-tölgyes frekvens cserjefajai populációinak ökofiziológiai sajátosságai az erdőszegélyben.

Szezonális és alkalmankénti mintavételek eredményei alapján feltárom a cserjefajoknak az erdőszéli környezeti feltételekre adott levélnövekedési, levélvízforgalmi és a fotoszintetikus pigmentválaszait, és megállapítom az interspecifikus eltéréseket.

A vizsgálatokat a KLTE Ökológiai Tanszéke által koordinált Bükk-hegységi "Síkfőkút Project" és "Rejtek Project" erdőkutató programok keretében végeztem, és a jelen tanulmányban az 1980-85 közötti időszak legfontosabb eredményeit mutatom be.

E helyen köszönöm meg Dr. Précsényi István egyetemi tanárnak, tanszékvezetőmnek, hogy a munkámat mindvégig figyelemmel kísérte és támogatta, tanácsai nélkülözhetetlen segítséget jelentettek számomra.

Köszönettel tartozom Dr. Jakucs Pál akadémikusnak, az Ökológiai Tanszék vezetőjének a kutatási feltételek biztosításáért, a hasznos konzultációkért, biztatásáért és a munkám során adott gyakorlati és elméleti tanácsaiért.

Köszönettel tartozom továbbá Tóthmérész Bélának, a biológia tudomány kandidátusának, aki a számítógépes adatfeldolgozásban volt mindvégig segítségemre.

A sok időt és fáradságot igénylő terep- és laboratóriumi

vizsgálatokban, valamint az eredmények számítógépes feldolgozásában több kollégám és egyetemi hallgató volt a segítségemre. Munkájukkal nagyban hozzájárultak a disszertáció elkészítéséhez, amelyért ezúton is köszönetet mondok.



## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. A növénytársulások és állományaik határai: megközelítési és terminológiai problémák

A terresztris vegetáció-egységek térbeli elhatárolódásának és elhatárolhatóságának a kérdése a fitocönológia és a növényökológia egyik központi problémája. A nagyszámú esettanulmány és a sokasodó ismeretanyag alapján kirajzolódik, hogy a térbeli határok a vegetáció mintázatának egyfajta megnyilvánulásai, és a valós (topográfiai) térben az egymást felváltó növényállományok, az absztrakt térben pedig a növénytársulások határaiként értelmezhetők (Proctor 1974, Zonneveld 1974). A kérdés elméleti és gyakorlati célkitűzésű vizsgálatát döntően befolyásolta és befolyásolja jelenleg is a "diszkontinuum" és "kontinuum" elméletek kibontakozása, és a képviselőik sajátos megközelítésmódja. A két elmélet lényegéről és kialakulásuk történeti aspektusairól olvashatunk többek között Goodall (1963), Juhász-Nagy (1964) és legújabban Austin (1985), Juhász-Nagy (1986), Mirkin (1987), Noy-Meir és van der Maarel (1987), valamint Shipley és Keddy (1987) tanulmányaiban, amelyek felhasználásával a továbbiakban röviden áttekintjük a diszkontinuitás és a kontinuitás híveinek fontosabb megállapításait.

A cönológia kezdeti, századeleji időszakában idealista alapon kialakult Clements-i iskola "organizmus" (Clements 1916) és Tansley "kvázi-organizmus" elmélete (Tansley 1935) nyomán kifejlődő "diszkontinuum" paradigma képviselői szerint a vegetációban diszkrét, éles határokkal rendelkező növényállományok, illetve társulások vannak. A tanulmányozott növényállományokat ezek a

kutatók különböző növénytársulásckba osztályozták. Bár felfigyelnek az állományok közötti átmenetekre, de a domináns fajokra épülő klasszikus klasszifikációs módszereikkel nem tudják megoldani a besorolásukat.

Ezzel szemben alakult ki a század elején a Gleason nevéhez fűződő "individualisztikus" hipotézis (Gleason 1926), majd ezt követően a század közepe táján reneszánszát élő, a Curtis és McIntosh (1951) nevéhez fűződő "kontinuum" paradigma. Mindkettő a vegetációt olyan kontinuumként fogja fel, amelyben az állományok a környezeti tényezők grádiensei mentén összefüggő sorozatot alkotva, folyamatosan mennek át egymásba, amelynek elnevezésére Whittaker (1975) után a cönoklin-ökoklin fogalompárt használjuk. A paradigma képviselői kétségbe vonják, hogy a vegetációban éles határok léteznének, és egyúttal az osztályozhatóságot is. Különböző grádiens analízis és ordinációs módszerek alkalmazásával a vegetációban nagy kiterjedésű átfedődéseket és átmeneteket mutatnak ki.

A 60-as évek közepén folyó nagy kontinuum-diszkontinuum vita (a fitocönológiai Montague-k és Capuletek vitája, McIntosh 1968) világított rá arra, hogy elfogultság nélkül nem beszélhetünk sem a vegetáció kontinuos, sem pedig diszkontinuos jellegéről (Juhász-Nagy 1964). Braun-Blanquet (1959) a két extrém eset, a kontinuitás és a diszkontinuitás merev ellentpárként való kezelését módszertani okokra vezeti vissza. Világosan körvonalazódott, hogy a klasszifikációs és az ordinációs módszerek nem teljesen antagonisták kutatási alternatívák, hanem egymást kiegészítő és eltérő célokat szolgáló megközelítési módok, amelyek később együtt fejlődtek tovább (Greig-Smith et al. 1967, Orlóci 1967, Proctor 1974,

Whittaker 1967).

Napjainkban fokozatosan a két paradigma legpozitívabb sajátosságait kombináló kutatási tendencia kezd érvényesülni. Egyre inkább előtérbe kerül az a nézet, hogy a kontinuitás és a diszkontinuitás a vegetációban dialektikus egységben van (Alexandrova 1965, 1969, Juhász-Nagy 1964, 1986, Mirkin 1981), és az aktuális növényzeti, valamint környezeti tényezők dinamikus egymásra hatásának eredményeként hol az egyik, hol a másik kerülhet viszonylagosan túlsúlyba, ami a növényállományok és a növénytársulások többé vagy kevésbé éles elhatárolódásaként nyilvánulhat meg (Matuskiewich 1972, van der Maarel 1966). Fontos felismerés, hogy a kontinuitás-diszkontinuitás kérdésében a vizsgálatok léptéke meghatározó tényező (Juhász-Nagy 1964, Mirkin 1987).

A két eltérő megközelítési mód valószínűleg jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy a növénytársulások, ill. az állományaik közötti térbeli határra vonatkozóan máig sincs egységesen elfogadott definíció. A határt többnyire a florisztikai összetétel változásaiként (Greig-Smith 1957), a "növényzeti változók" (florisztikai vagy strukturális) eltéréseiként (van der Maarel 1974), vagy még általánosabban a kvalitatív és kvantitatív eltérések felhalmozódásaiként (Westhoff 1974) értelmezik. Wiens és munkatársai (1985) és az UNESCO 1987-ben megjelent kiadványának a szerzői (UNESCO Div. 1987) ökológiai-dinamikai oldalról közelítve határoknak azokat a helyeket tekintik, ahol az "ökológiai átvitelek" (energiaáramlás, tápanyagkicserélés) sebessége és nagyságrendje a tájmozaikok foltjainak belsejéhez képest hirtelen változik meg.

A növényzet térbeli változásait vizsgálva a növénytársulások állományai között fellelhetők mind az éles határok, mind a széles átmeneti sávok (diffúz határok) (Krebs 1972, Zólyomi 1951), amelyek átfogó elnevezésére leggyakrabban a Clements által bevezetett ökoton (ecotone) fogalmat használják (Clements 1928, Weaver és Clements 1929). Az ökotont sokszor a növénytársulások állományai közötti feszültségi sávként (tension belt) írják le (Odum 1971, Széky 1977).

Van Leeuwen (1966) szükségesnek tartotta a két eltérő határtípus megkülönböztetését, és elsőként foglalkozott a jellemzésükkel. Ezt követően van Leeuwen (1970), Westhoff (1971), Proctor (1974) és van der Maarel (1974) közleményei további leírásokat tartalmaznak, amelyek alapján a különböző növénytársulások és állományaik között megjelenő éles és diffúz határok a következőképpen jellemezhetők.

Az éles határok ún. limes convergens határok, ahol a "minden vagy semmi" (all-or-none) helyzet uralkodik (Proctor 1974), és a környezeti feltételek rendkívül labilisak. Az ilyen habitat-eken a fajgazdagság alacsony, de a fajok legtöbbször sok egyed képviseli. "Durva térbeli mintázat"-tal jellemezhetők. Van Leeuwen (1966) és Westhoff (1971) azt javasolta, hogy a régi Clementsi ökoton kifejezést csak az ilyen "limes convergens" határokra korlátozzák. A két kifejezés egyenértékű használatával napjainkban is találkozunk (Hobbs 1986), ami egyértelműen a hagyományos ökoton koncepció szűkített értelmezését jelenti. Az ilyen típusú határokra Matuszkiewich (1972) az extrém diszkontinuum fogalmat használja.

A mai természeti és kultúrtájban nagy számmal ismerhetők fel ilyen éles és sokszor "egyenesvonalú" növényállomány határok, elég,

ha csak a mezőgazdasági és az erdészeti művelési módok következményeire gondolunk. Az éles állományhatárok egy része azonban olyan éles környezeti diszkontinuitással is kapcsolódhat, mint pl. a kőzet vagy a talajtípus hirtelen megváltozása (Goodall 1963, Zólyomi 1951). Ezt az éles vegetáció diszkontinuitást még a merev "individualisztikus" elképzelések hívei is elfogadják (Krebs 1972). Megfigyelhetők az éles növényállományhatárok azonban olyan helyeken is, ahol a termőhelyi feltételek fokozatosan változnak meg. Ilyen pl. a magashegységi fahatár (Ellenberg 1966, Traunquillini 1979, Stern 1983), vagy a tavak szegélye (Goodall 1963).

A növényállományok fokozatos átmenetei (diffúz határok) van Leeuwen (1966) terminológiájában ún. "limes divergens határok", ahol a "több vagy kevesebb" (more-or-less) helyzet, és a stabil környezeti feltételekkel párosuló nagymértékű térbeli változatosság figyelhető meg. Ezekben a fokozatos átmenetekben nagy a fajdiverzitás, általában a fajok egyedszáma kevés, és "finom térbeli mintázat" jellemző. Van der Maarel (1966) és Westhoff (1971) szerint a Whittaker-féle ökoklin koncepció (Whittaker 1975) megfelel a "limes divergens" határtípus kritériumainak, ezért a két kifejezés szinonim használatát javasolják. Westhoff (1947) már Whittakert megelőzve korábban is javasolta ezekre az átmeneti területekre a "cline" kifejezést, a Huxley (1938) által bevezetett taxonómiai "cline" fogalom analógiájára. A limes divergens és az ökoklin fogalmakkal egyenértékűként kezelhetjük Matuszkiewich (1972) "extrém kontinuum" fogalmát.

A vegetáció egységek között a két szélsőséges határtípus a természetben nagyon ritkán fordul elő, sokkal gyakoribbak a "limes

convergens" és a "limes divergens" közötti átmeneti típusok (Westhoff 1971), amelyekre Matuszkiewich (1972) összefoglalóan a "relatív diszkontinuum" fogalmat használja.

Van der Maarel (1976) az előzőekben bemutatott típusokat az elméletileg lehetséges határok kontinuumában a végpontoknak tekinti. A szerző összesen öt teoretikus határtípust különít el és jellemez differenciál profilokkal. A van der Maarel-féle osztályozást követi Hobbs (1986) is, amikor a Dél-Kaliforniában végzett tengerparti cserjés-egyéves gyp transzszektvizsgálataival az eredményeit értékeli.

A van Leeuwen (1966) és van der Maarel (1976) által bevezetett és javasolt terminológia használata azonban nem vált általánossá, és a kutatók egy része továbbra is hű maradt a régi Clements-i átfogó ökoton fogalomhoz (Falinska 1979, Falinski 1962, Krebs 1972, Odum 1972). A legutóbbi időben pedig egyenesen a fogalom újraéledését tapasztalhatjuk (UNESCO Div. 1987, Zólyomi et al. 1987).

Zólyomi és munkatársai (1987) egy bizonyos mértékig újraértelmezik a hagyományos ökoton fogalmat. A Whittaker (1975) által bevezetett ökoklin-cönoklin koncepció analógiájára először használják az ökoton-cönoton fogalompárt. Cönotonnak nevezik a jól felismerhető fiziognómiai jelenséget, ökotonnak pedig ennek a kauzális hátterét. Ebben az értelmezésben a cönoton sajátosságait fitocönológiai eljárásokkal, az ökotonét pedig ökológiai módszerekkel vizsgálhatjuk. A két fogalom megkülönböztetése a kutatások célkitűzései szempontjából és módszertani okok miatt mindenképpen szükségesnek látszik, bár már a hagyományos ökoton

koncepció szellemében készült dolgozatok egy része is a cönológiai, illetve az ökológiai szempontok szem előtt tartásával készült (Jakucs 1969, Ranney 1977).

Az ökoton koncepcióhoz kapcsolódva, azzal közel egy időben merült fel a szegélyhatás (edge effect) fogalom (Leopold 1933), ami a növénytársulások állományai közötti többé vagy kevésbé éles határokon bekövetkező változásokat, mint pl. a fajgazdagság, a denzitás változásait jelenti (Ghiselin 1977, Kroodsma 1984, Odum 1972, Whitford 1983). Az ilyen habitat-eken a növényzetben keveredik az érintkező területek fajainak egy része, de ugyanakkor vannak jellemző, csak itt jelenlévő fajok is (Westhoff 1974). Kiemelkedő szerepe lehet ezeknek a termőhelyeknek a reliktum fajok megőrzésében, erre számtalan példát találunk az irodalomban, többek között magyar szerzők Isépy (1978), Jakucs (1952), Máthé et al. (1967), Zólyomi (1939, 1950, 1958) és Zólyomi et al. (1974, 1987) közleményeiben.

Az előzőekben áttekintett munkák alapján látható, hogy a különböző növénytársulások és állományaik határainak eltérő megközelítésű elméleti és gyakorlati vizsgálata során több fogalom merült fel. A magam részéről az ökoton kifejezést használom, és a hagyományos Clements-i koncepció szerint értelmezem.

## 2.2. Az erdőszegélyek vizsgálati előzményei

A vegetációban legszembevetőbbek a fiziognómiailag kontrasztos növénytársulások állományai között húzódó ökotonok, amelyek jellegzetes képviselői a hosszan elnyúló, keskeny határsávra

kiterjedő erdőszegélyek (Zólyomi et al. 1987). A természeti és kultúrtájban az erdőszegélyek elsődlegesen és másodlagosan létrejövő típusai egyaránt előfordulnak. Az elsődleges erdőszegélyek a természetes erdő- és gyeptársulások állományainak interfaciálisán helyezkednek el, a másodlagosak pedig a különböző perturbációk természetes, mesterséges hatására kialakult erdőállományszéleken, gyakran mezőgazdasági vagy egyéb hasznosítású területek érintkezésében figyelhetők meg (Jakucs 1969).

A kutatók érdeklődése az erdőszegélyek iránt régi keletű. Ennek következtében több rész kérdésben rendelkezünk megbízható eredményekkel, amelyek gyakorlati szempontból (erdősítés, mezővédő erdősávok stb.) is rendkívül jelentősek. Az erdőszegély-vizsgálatokban három fő kutatási irányvonal rajzolódik ki:

- (i) A mikroklimatikus sajátosságok feltárására irányuló törekvések;
- (ii) Fitocönológiai szemléletű feldolgozások;
- (iii) Ökológiai megközelítésű vizsgálatok.

Az első két irányvonal nagy múltra tekint vissza, a harmadik terén azonban csak az utóbbi két évtizedben születtek jelentősebb eredmények. Nemzetközi vonatkozásban kiemelkedőnek tartjuk az első csoportban Geiger (1961, 1965), a másodikban Tüxen (1952, 1962, 1967) és Müller (1962, 1966), a harmadikban pedig Ranney (1977) összefoglaló munkáit, amelyek irodalmi áttekintést is nyújtanak. Hazánkban az erdőszegély-kutatások Jakucs (1961-1972) nevéhez fűződnek. Vizsgálataiban a mikroklimatológiai és a fitocönológiai célkitűzések ökológiai megközelítésekkel egészülnek ki. Eredményeit



több szakcikkben és összefoglaló tanulmányokban foglalta össze és az utóbbiakban a témakör irodalmi háttéréről is részletes kritikai értékelést adott. Megemlítjük még Máthé et al. (1967), Zólyomi és Tallós (1967), valamint Zólyomi et al. (1972, 1974) fitocönológiai szempontú erdőszegély-feldolgozásait.

Az értékes összefoglalások mellett szükségtelennek érezzük, hogy egy újabb irodalmi áttekintést készítsünk, helyette néhány fontosabb rész kérdést emelünk ki.

Az erdőszegélyekkel kapcsolatos első említésre méltó dolgozatok a század elején jelentek meg (Kozłowska 1928, Tansley 1911, Tüxen 1928), de a szisztematikus tanulmányozásuk igazában csak az 50-es évek elejétől lendült fel. Azóta számos publikáció látott napvilágot, de többségük az elsődleges erdőszegélyekre közöl eredményeket. Egyes szerzők szerint (Ranney 1977, Wales 1972) azonban ezeknek a vizsgálati eredményeknek egy része, főleg a mikroklimatikus tényezőkre vonatkozók, a másodlagos erdőszegélyek kapcsán is kitűnően felhasználható bizonyos predikciók tételéhez.

A klimatológiai vizsgálatokkal megállapították, hogy az erdőállományok szélén átmeneti mikroklimatikus zóna alakul ki, amelynek a sajátosságait az erdő és a fátlan terület klimatikus hatásai befolyásolják (Geiger 1965, Wales 1972). Flemming (1964) az összes számbavehető klímaelemet értékelve arra a következtetésre jutott, hogy az erdőszegélyek sajátos mikroklímájának alakításában különbséget kell tennünk primer és szekunder tényezők között. Wales (1967) és Jakucs (1968) vizsgálatai megerősítik, hogy az erdőszéli mikroklímát elsődlegesen a sugárzás és a szél hatásai határozzák meg. Számos mérési eredmény alátámasztja, hogy a két primer tényező

hatásában fontos szerepe van az erdőszél kitettségének. Geiger (1965) kimutatta, hogy a különböző kitettségű erdőszegélyekben a diffúz sugárzás egyforma, de a direkt sugárzás nagymértékben különbözik. A két extrém esetet vizsgálva megállapította, hogy a Föld északi féltekén a D-i kitettségű erdőszegélyekben nyár közepén a napsütéses órák havi összege 180-200, az É-i kitettségűekben viszont csak 20-60 h között változik. Lykowski (1970) mérési eredményeiből arra következtethetünk, hogy a direkt sugárzáson kívül az erdőszegélyek energiamérlegéhez jelentősen hozzájárulhat a szomszédos nyílt területről történő reflexió (albedo) is, amelynek az intenzitását viszont erősen befolyásolja a terület növényzettel való borítottsága.

Több szerző bizonyította terepvizsgálatok vagy szimulációs kísérletek során, hogy az erdő szegélyében az oldalirányú légáramlatok megtörnek, felfelé kényszerülnek és ezáltal a nyílt területhez képest a légmozgás nagymértékben csökken (Bergen 1976, Moen 1974, Jakucs 1968, van Haverbeke 1973, Wales 1967). Ezek a vizsgálatok arra is rámutatnak, hogy az erdőállomány szélén a légmozgás jelentősen nagyobb, mint a belsejében, és ez a direkt sugárzás hatásaival együtt fokozza az evaporációt, ami viszont a talaj felvehető vízkészletében nagyarányú csökkenésekhez vezethet.

Az erdőszegélyek mikroklímája mellett - de általában attól függetlenül - a legtöbb figyelmet a fitocönológiai sajátosságoknak szenteltek. Tüxen (1952) és Müller (1962) első nagy feldolgozásait követően egymás után jelentek meg elsődleges erdőszegélyek köpenycserjés ("Mantel") és lágyszárú szegély ("Saum") típusait leíró tanulmányok. Központi kérdéssé vált az erdőszegélyek

cönntaxonómiai besorolhatóságának problémája, amely az 1968-ban Rintelben megrendezett szimpózium egyik fő témája volt (Tüxen 1974). Jakucs (1961, 1970, 1972) és Förster (1967, 1968) bírálják, sőt kimondottan zűrzavart keltőnek tartják az ilyen osztályozási törekvéseket, és az erdőszegélyeket elválaszthatatlanul az erdőhöz tartozónak tekintik.

A másodlagos erdőszegélyek fitocönológiai feldolgozása nagyon hiányos, hiszen a velük szomszédos területek rendkívül változatos művelése, kezelése miatt nehezebb határozott fajösszetételbeli trendeket megállapítani (Wales 1972). Ranney (1977) számos megfigyelésre alapozva kimutatja, hogy a másodlagos eredetű erdőszegélyekben gyakoriak az általában zavaró hatásokra megjelenő *Cornus*, *Prunus*, *Crataegus*, *Populus* genusok fajai, és a *Rosaceae*, valamint a *Caprifoliaceae* családok képviselői. Whitford (1983) szerint az erdőszukcesszió klimax és szerális fajai az erdők szélein keverednek, és ezt a jelentős fény- és szélbehatolással magyarázza. Egyes szerzők (Bray 1956, Fox 1977) analógiát keresnek a másodlagos erdőszegélyek fajösszetételének időbeni változásai és az erdők nyiladék beépülési dinamikája között (gap replacement, gap phase dynamics).

Kevés tanulmány foglalkozik az erdőszegélyekben a növényzet struktúra jellemzőivel. Jelentősek ebből a szempontból Jakucs (1961, 1969, 1972) hazai karsztbokorerdő feldolgozásai, amelyek során összehasonlítva elemezte az alacsony-cserjés és magascserjés erdőszegélyeket, valamint a velük szomszédos erdőállományok horizontális és vertikális struktúráit. Bray (1956), Gysel (1951), Trimble és Tryon (1966) és

Wales (1972) másodlagos erdőszegélyekben tanulmányozták a növényzet strukturális sajátosságait. Mindegyik szerző az erdőállományok szélén nagy földfeletti hajtásdensitásról számol be, amelyet egyes fajok felerősödő vegetatív szaporodásának tulajdonítanak. Jakucs (1972) és Wales (1972) kiemelik, hogy az erdő szélén a növényzet szerkezeti sajátosságait döntően a mikroklimatikus tényezők befolyásolják, amelyek a regeneráció során az előbbiekkal dinamikus kölcsönhatásban változnak.

Az előző áttekintéshez két megjegyzés kívánkozik. Az egyik, hogy az erdőszegélyek kapcsán a nagy mennyiségben felhalmozódott háttér adatok és fitocönológiai eredmények jó lehetőséget kínálnak a Zólyomi és munkatársai (1987) által felvetett ökoton-cönoton összehasonlításokra. A másik, hogy az erdőállományok szélén a növényzet hagyományosan vizsgált szerkezeti jellemzői mellett változások várhatók a diverzitásokban, az interspecifikus kapcsolatokban, a niche-tér felosztásban (Zólyomi et al. 1987) és a növény-állat interakciókban (Kroodsmá 1984), amelyeknek a trendjeit eddig csak szórványosan tanulmányozták. Továbbá, az erdőállományok szélén végbemenő struktúra-átrendeződések háttérében a populáció-kollektívumok, illetve a populációk szintjén megnyilvánuló változásokat kell keresnünk, olyan ökofiziológiai rezponziókat és adaptációs mechanizmusokat, amelyek pl. a leglátványosabban a "polycormon stratégiá"-ra való áttérésben mutatkoznak meg (Jakucs 1969, 1972). Ezeknek a háttérfolyamatoknak a tanulmányozása azonban eddig nem került előtérbe sem az elsődleges, sem a másodlagos erdőszegélyek vizsgálataikor, ezért egyes szerzők (Ranney 1977) megállapításai is többnyire a más

témakörökben felhalmozódott ismeretanyag felhasználásával születtek.

### 3. Anyag és módszer

#### 3.1. A vizsgálatok helyei

A vizsgálatokat a KLTE Ökológiai Tanszéke "Síkfőkút Project" és "Rejtekek Project" erdőkutatói programjainak Bükk-hegységi mintaterületein végeztük. A két kutatási terület és környékének természetföldrajzi és növényzeti jellemzőit Jakucs (1973, 1985, 1987) részletesen ismerteti.

##### 3.1.1. A síkfőkúti mintaterület

A "Síkfőkút Project" kutatási program mintaterülete a Bükk-hegység déli részén található, az Eger és Síkfőkút közötti lapos, 320-340 m magas dombháton. A 64 ha-os területet kb. 80 éves sarjeredetű cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris*) erdő borítja, amiben az utóbbi 30 évben semmilyen erdőművelés nem volt. Az erdő ökológiai összetétele megfelel az észak-magyarországi cseres-tölgyesek átlagának (Papp és Jakucs 1976). 1972-től napjainkig a KLTE Ökológiai Tanszéke által koordinált munkacsoport, köztük e tanulmány szerzője, a project-kutatások keretében az erdő vertikális és horizontális struktúráinak, valamint működési folyamatainak a megismerésére számos jelentős vizsgálatot végzett (Jakucs 1985, Jakucs et al. 1975, 1981, Kárász 1984 stb.), amelyek eredményei közül itt csak a vizsgálataink szempontjából fontosabbakat emeljük ki.

Az erdőállomány faszintjét a *Quercus petraea* és *Quercus cerris* alkotja, amelyek összes lombborítása az 1972. évi mérések során 79.9 % volt, ez az érték azonban 1983-ra a kocsánytalan tölgy

pusztulása miatt 20 %-kal (Jakucs et al. 1986), napjainkra pedig még nagyobb arányban csökkent. A mintaterület központi hektárjában a cserjeszintet 16 faj alkotja, amelyek többsége fény- és melegkedvelő. A cserjék magassága szerint alacsony (1 m alatt) és magas (1 m felett) cserjeszintre tagolható. Az alacsony cserjeszintben dominánsan fordul elő a *Ligustrum vulgare*, *Euonymus verrucosus*, *Euonymus europaeus*, *Cornus sanguinea*, a magas cserjeszintben pedig az *Acer tataricum*, *Acer campestre* és a *Cornus mas* (Kárász et al. 1987). A cserjék alatt gazdag lágyszárú szint található 23 %-os területfedettséggel.

Az erdőállományt több oldalról fátlan területek veszik körül. A vizsgálatainkhoz kiválasztott ÉK-i kitettségu erdőszei mezőgazdasági területtel, a DNY-i pedig 1979-ben telepített nemes-nyárással érintkezik. Az utóbbi szomszédságában korábban szintén mezőgazdasági művelés folyt. Mindkét helyen az erdő a fátlan területtől falszerűen záródott, bozótszerű cserjeszegéllyel határolódik el, amelyet az elmúlt évtizedek során semmiféle nagyobb mechanikai zavaró hatás nem ért (1. és 2. kép). Az erdőszegély 1980. és 1981. évi vizsgálata során a cserjék alatt csak elvétve találtunk lágyszárúakat. A cserjék nyílt terület felé oldalirányban kinyúló ágaival összemosódva viszont sűrű és fajgazdag gyepszint figyelhető meg, amelyet többnyire melegkedvelő erdei fajok és irtásnövények alkotnak, köztük legnagyobb dominanciával ÉK-i kitettségben az *Agropyron repens*, *Agrostis* sp., *Achillea millefolium*, *Calamintha clinopodium*, *Coronilla varia*, *Dactylis polygama*, *Fragaria vesca*, *Galium aparine*, *Galium mollugo*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Linaria vulgaris*, *Melampyrum nemorosum*, *Plantago media*, *Pulmonaria mollissima*, *Origanum vulgare*,



1. kép



2. kép

A síkfőkúti mintaterület cseres-tölgyesének Ék-i kitettséű cserjeszegélye

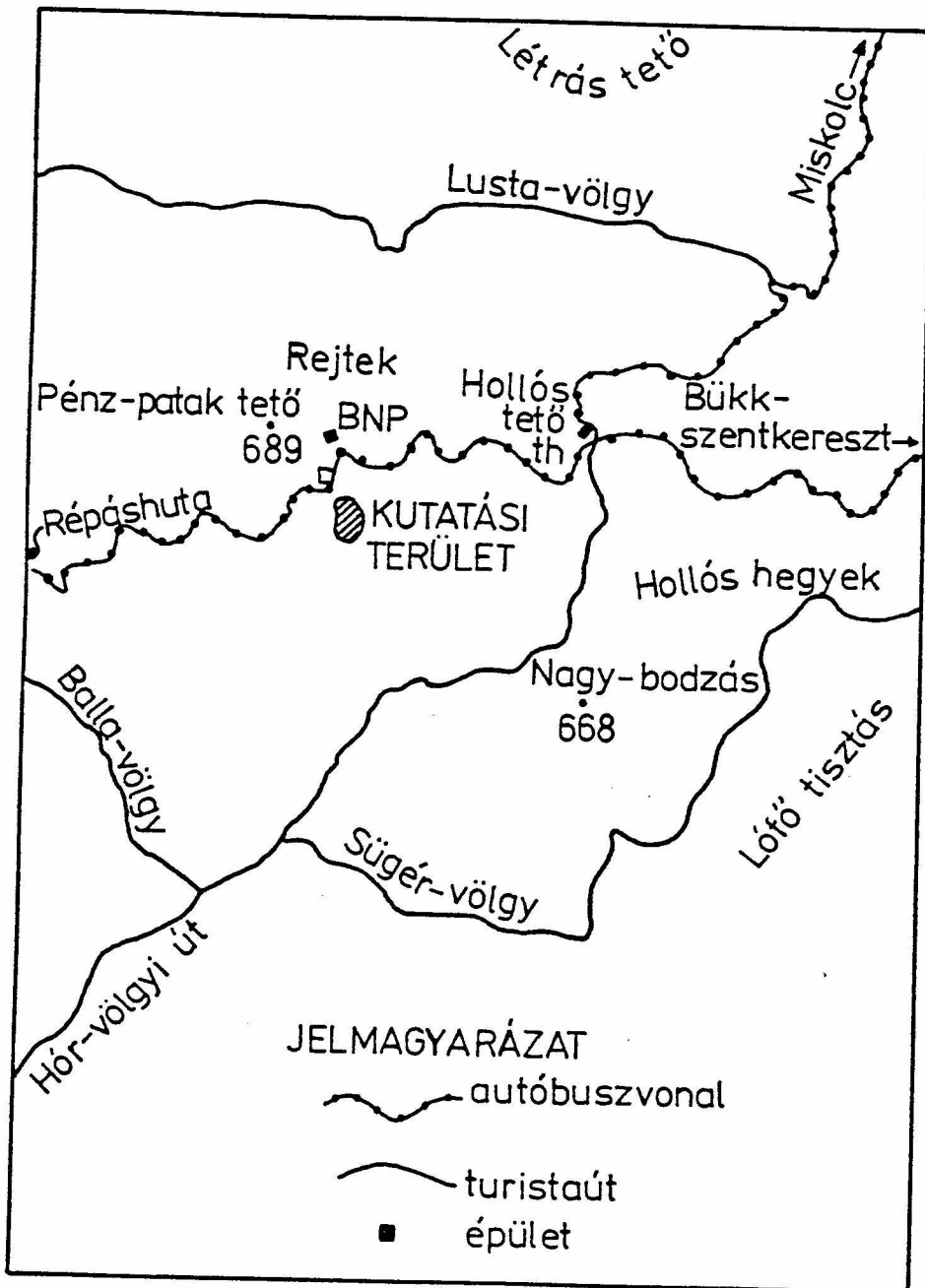


Scabiosa ochroleuca, Stellaria holostea, Veronica chamaedrys; a DNy-i kitettségekben pedig az Achillea millefolium, Arrhenatherum elatius, Calamagrostis epigeios, Calamintha clinopodium, Centaurium minus, Chrysanthemum corymbosum, Fragaria vesca, Euphorbia polychroma, Hypericum perforatum, Knautia arvensis, Linaria vulgaris, Origanum vulgare, Poa nemoralis, Poa pratensis, Potentilla recta, Salvia verticillata, Verbascum austriacum, Veronica prostrata, Vicia cassubica fordul elő.

A cseres-tölgyes erdő alatt agyagos alapkőzeten képződött agyagbemosódásos barna erdőtalaj található. A talaj kémhatása savanyú, és jelentős benne a báziskationok kilúgzódása (Kovács 1978, Stefanovits 1985, Jakucs et al. 1981). Savanyodása az utóbbi 10 év során nagymértékben felgyorsult (Jakucs et al. 1986). Az erdőszegélyben kevésbé savanyú és mérsékeltebben kilúgzott változata található meg (Mészáros és Jakucs 1981).

### 3.1.2. A rejteki mintaterület

A "Rejtek Project" kutatások mintaterülete a Déli-Bükk K-i részén, a Hór-völgy, a Balla-völgy és a Miskolc-Eger műút által határolt területen helyezkedik el, a rejteki BNP kutatóháztól DNy-i irányban kb. 500 m-re (1. ábra). A kutatásra kijelölt hegyvonulat magassága 500-550 m, a gerincvonala ÉK-DNy irányú. Alapkőzete karsztosodott triász kori mészkő, amely sok helyen a felszínre bukkan. A mészkő alapkőzet sajátos felszíni mállása miatt a rajta képződött sekély talaj rendkívül mozaikos, és a vastagsága nagymértékben változik. A terület nagy részén fekete rendzina talaj fordul elő, amely gyengén savanyú kémhatású és a szervesanyag



1. ábra A rejteki kutatási terület helye

tartalma magas (Bodnár 1987).

A területen az évi átlagos középhőmérséklet 6-8 °C, az évi csapadékösszeg 700-800 mm.

A mintaterület kb. 15 ha-os és három jól elváló részre tagolható: (i) központi hát, ami plató jellegű, (ii) ÉK-i kitettségű, 5-15 °-os lejtő, (iii) DNY-i kitettségű, 15-20 °-os lejtő, ahol a növényzet is eltérő.

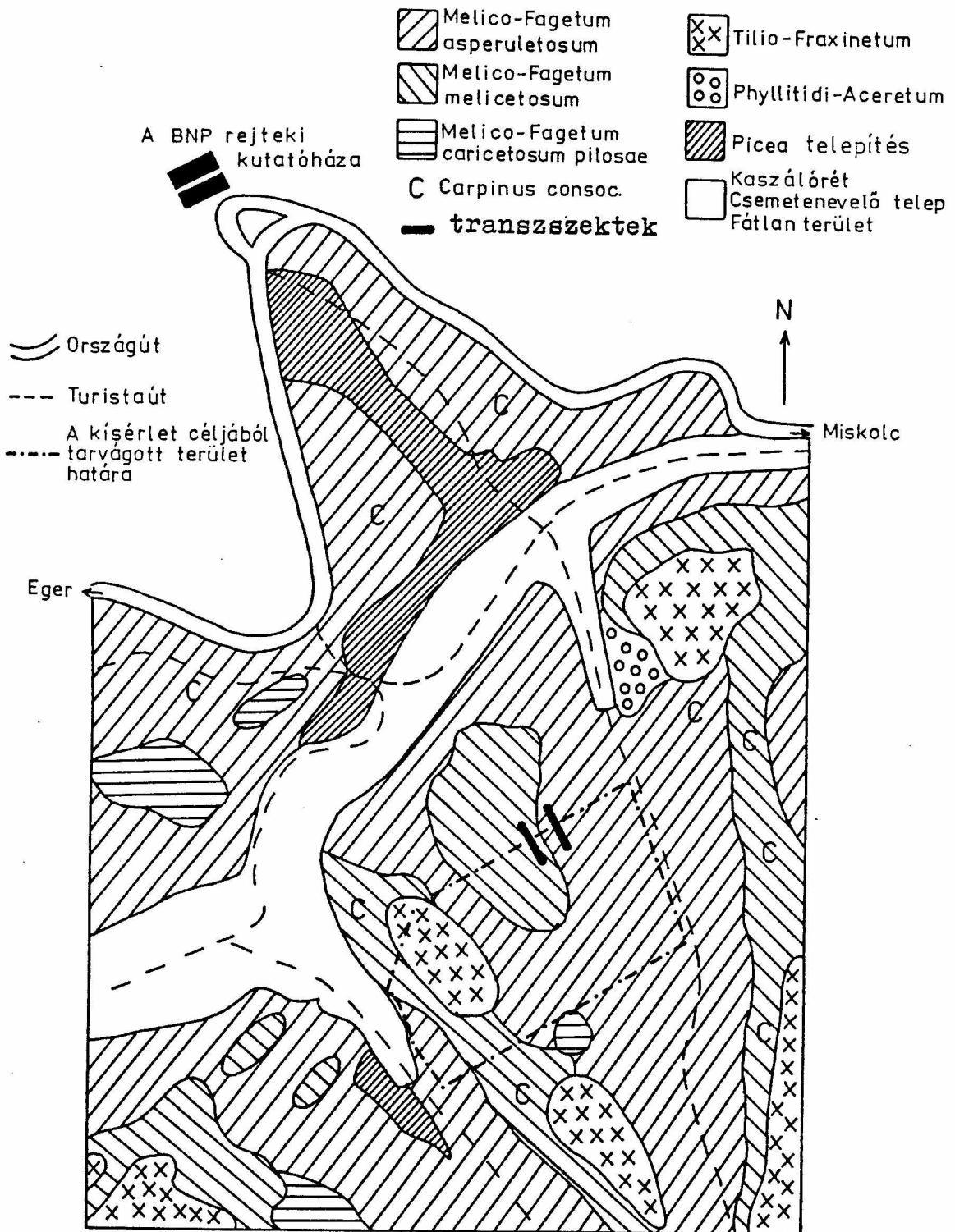
A kutatások kezdetekor (1980) a mintaterületet összefüggő erdő fedte (2. ábra).

Legnagyobb részén zonális szubmontán bükkös fordult elő, amelynek a platón az egyvirágú gyöngyperjés (*Melico-Fagetum silvaticae melicetosum uniflorae*), az ÉK-i lejtőn pedig a szagos mügés szubasszociációja (*Melico-Fagetum silvaticae asperuletosum odoratae*) volt jellemző. A gerinc nyugati széléin a bükkös *Carpinus*-os konszociációja, a meredek és sziklás DNY-i lejtőoldalon pedig hársas-kőrises (*Tilio-Fraxinetum*) fordult elő.

1981 januárjában kísérleti célból tarvágásos fakitermelést végeztek a platótól a lejtők aljáig egy sávban, 4.3 ha-on. Azóta az irtáson a növényzet szukcessziós változásait sokoldalú vizsgálatokkal követik nyomon (Katona 1984, Katona és Tóthmérész 1985, Tóthmérész 1987).

A megmaradt bükkös és az irtott terület közötti erdőszegélyben 1983-tól kezdve végzünk vizsgálatokat (3. és 4. kép).

Az idős bükkös állomány lombkoronaszintje csaknem teljesen zárt, borítása 75-85 %-os. Az erdő domináns fafajai a *Fagus silvatica*, de szórványosan megjelenik benne a *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides* és az *Acer pseudoplatanus*. A fák átlagos magassága 26 m. A cserjeszint hiányzik, legfeljebb a



2. ábra A rejteki mintaterület növényzete



3. kép. A Melico-Fagetum melicetosum erdőszegélye a rejtkei minta-terület platóján



4. kép. A Melico-Fagetum asperuletosum erdőszegélye a rejtkei mintaterület ÉK-i lejtőjén

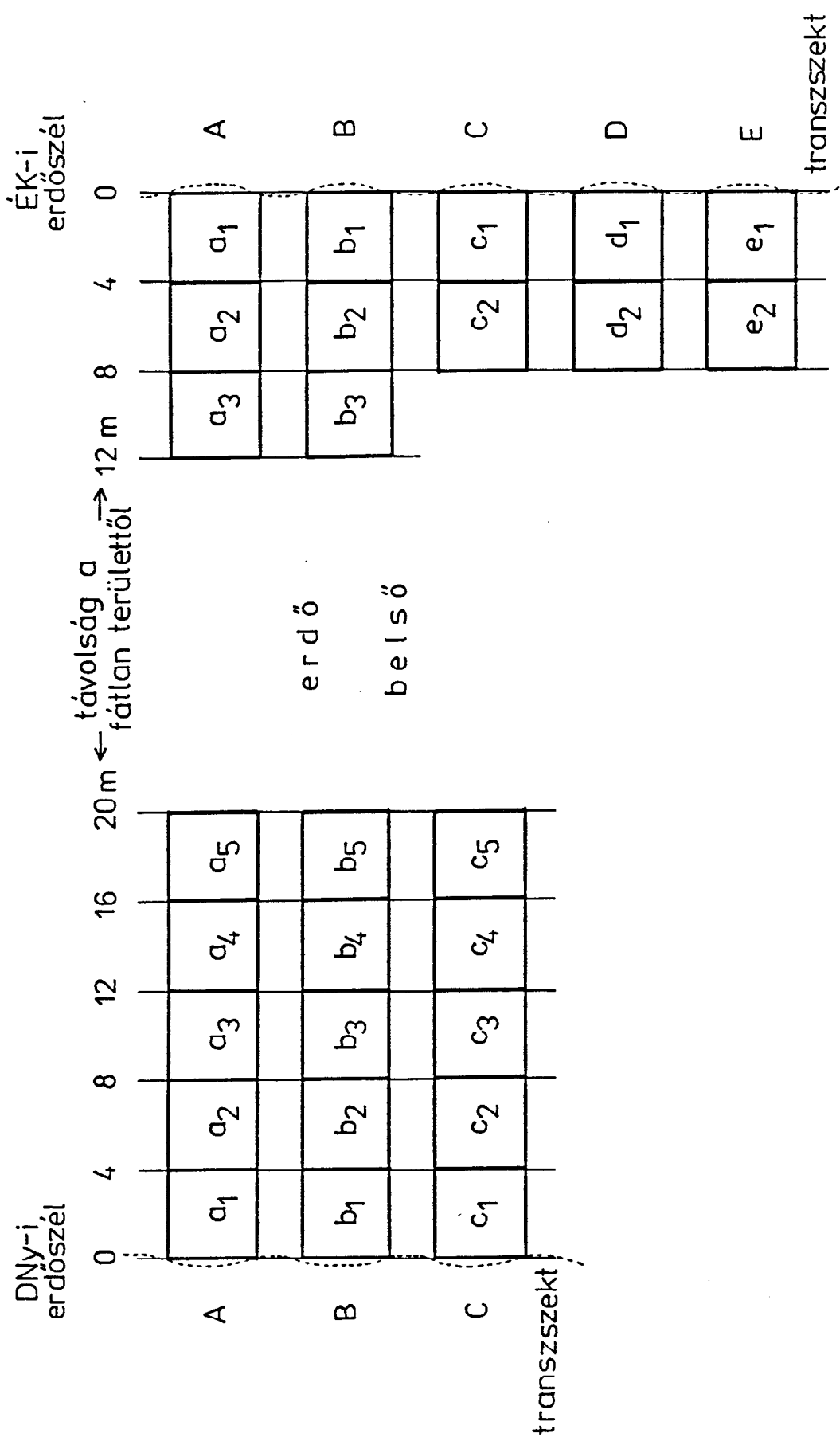
fafajok újulatát találjuk meg. Gyepszintje fajszegény, és a szubasszociációk eltéréseit jelző *Melica uniflora* és *Asperula odorata* mellett tipikus bükkös lágyszárú növények alkotják: *Dentaria bulbifera*, *Elymus europaeus*, *Mercurialis perennis*, *Stellaria holostea*, *Viola silvestris* stb.

### 3.2. A növényzet szerkezetének vizsgálati módszerei

#### 3.2.1. Mintavételi eljárások

A terepvizsgálatok során a "belt-transzszekt" módszert alkalmaztuk (Brown 1957, Greig-Smith 1983). A két mintaterületen eltérő nagyságú transzszektben dolgoztunk.

A síkfőkúti mintaterületen a cseres-tölgyes erdő ÉK-i és DNy-i kitettségű szélére merőlegesen 4 m széles transzszektet jelöltünk ki, egymástól kb. 2 m távolságban a 3. ábrán bemutatott elrendezésben. A transzszekt az erdőszegély cserjéinek a nyílt terület felé kihajló legszélső ágaival egyvonalban kezdődtek és innen nyúltak be a szegély, illetve az erdő belsejébe. Az ÉK-i erdőszélen 2 db 4x12 m-es (jelölésük a továbbiakban: ÉK A, B) és 3 db 4x8 m-es (ÉK C, D, E), a DNy-i erdőszélen pedig 3 db 4x20 m-es (DNy A, B, C) transzszektben dolgoztunk. A kijelölt transzszektet folytatólagosan 4x4 m-es felvételi négyzetekre osztottuk. A négyzetek számozása a nyílt területtől kezdődött:  $a_1 \dots a_5$ ,  $b_1 \dots b_5$  stb. A különböző transzszekt nyílt terület felőli végétől azonos távolságban elhelyezkedő négyzeteit ( $a_1 \dots c_1 \dots e_1$ ,  $a_2 \dots c_2 \dots e_2$  stb.) az eredmények értékelésénél a növényzet egy-egy 4 m széles sávjának (1: 0-4 m, 2: 4-8 m, 3: 8-12 m, 4: 12-16 m, 5: 16-20 m) a reprezentáns mintáiként kezeltük.



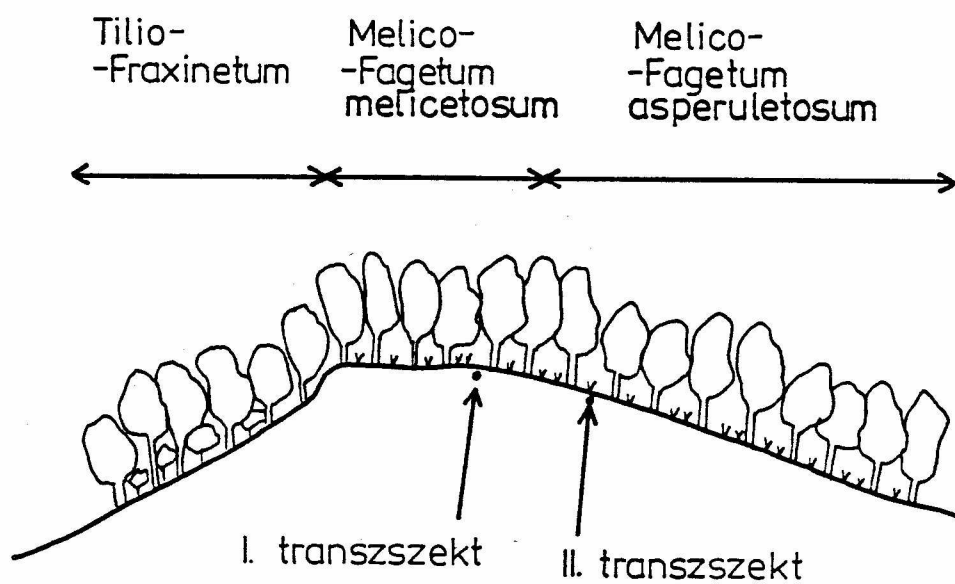
3. ábra A struktúra-vizsgálatokban alkalmazott transzszektok és jelzéseik a síkfőkúti mintaterületen

A felvételi kvadrátokban becsültük minden jelenlevő cserjefaj borítását 0.3, 1.0, 1.5, 2.0 és 3.0 m magasságban. A denzitás megállapításához a fajok földfeletti hajtásait számoltuk meg, mivel egyes polycormonképző fajoknál (*Ligustrum vulgare*, *Euonymus verrucosus*, *Cornus sanguinea*) az egyedek elkülönítése lehetetlen volt. Egy-egy faj lombborítását a különböző magasságokban becsült borítások összegeként kaptuk meg, ami a valóságosnál nagyobb területfedettséget jelezhet. A számolt borításértékeket azonban jól használhatónak tartjuk az összehasonlító elemzésekhez, mivel a mintavételeink során azonos módszerrel dolgoztunk.

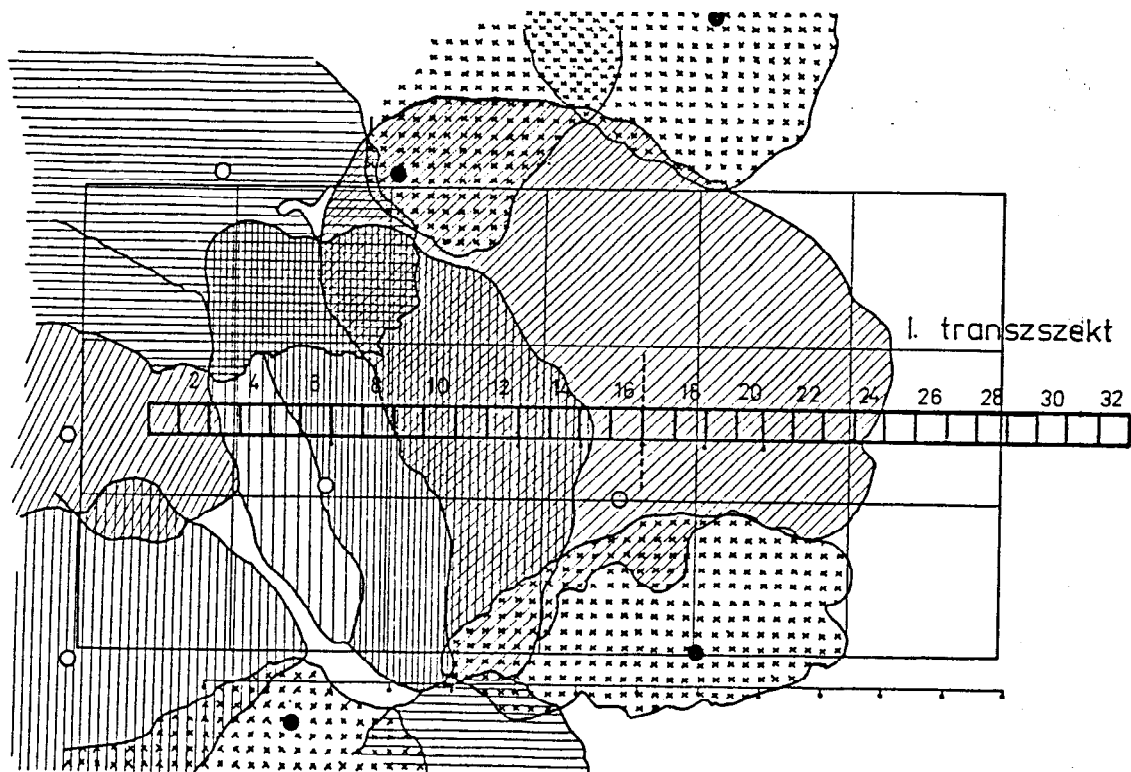
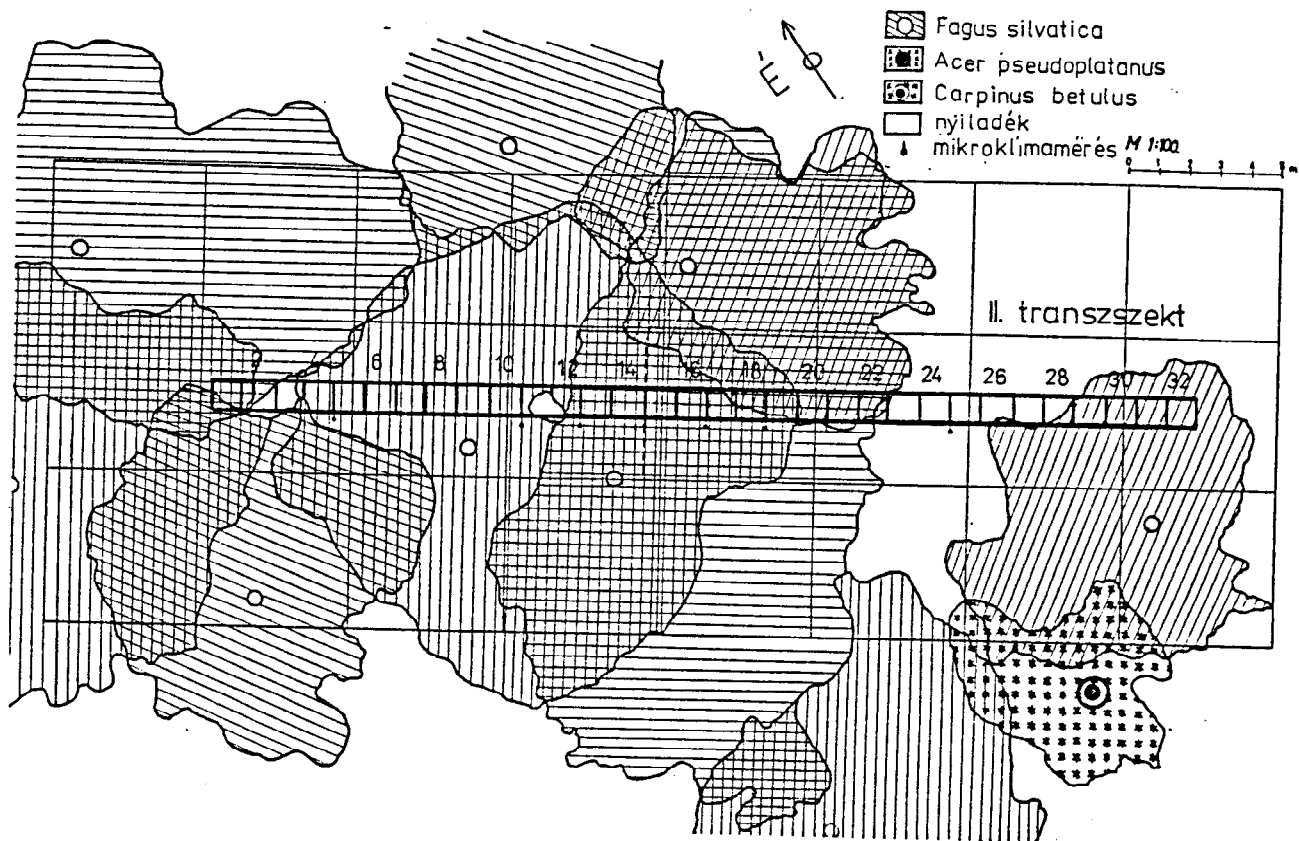
A rejteki mintaterületen (4.a. és b. ábra) a bükkös erdő irtott területtel érintkező DK-i kitettségű szélére merőlegesen 2 db 1 m széles és 32 m hosszú transzszektet építettünk ki, nylon zsinórral körbekerítve. Az egyik transzszektet a terület platóján, a *Melico-Fagetum silvaticae melicetosum uniflorae* szubasszociációban, a másikat pedig az ÉK-i lejtő középső harmadában, a *Melico-Fagetum asperuletosum odoratae* szubasszociációban helyeztük el (4.a. ábra). Jelölésük a továbbiakban: a platón I. transzszekt; az ÉK-i lejtőn II. transzszekt.

A transzszektek egyik fele az állomány belsejébe, a másik pedig az irtásra nyúlt (4.b. ábra). Az erdő-erdőszegély-irtás transzszektekét folytatólagosan  $1\text{ m}^2$  nagyságú kvadrátokra osztottuk és a számozásukat (1-32) a transzszektek erdő belsejében elhelyezkedő végén kezdtük. Minden második kvadrátot nylon zsinórral benégyzethálózott fakeret segítségével további 16 db  $25 \times 25$  cm nagyságú kis-négyzetre osztottunk a könnyebb felvételezés





4.a. ábra      A transzszektek elhelyezkedése a rejteki  
mintaterületen



4.b.ábra A transzszektek elhelyezkedése és jelzéseik a rejteki mintaterületen

érdekében. A kis-négyzetekben azonosítottuk és feljegyeztük az összes előforduló fajt és megszámláltuk a földfeletti hajtásaikat. A kis-négyzetek alapadatainak az összegzésével a fajok földfeletti hajtás denzitását  $1 \text{ m}^2$  területre adtuk meg. Az I. transzszektben a felvételezést 1983, 1984 és 1985-ben, a II. transzszektben pedig 1985-ben végeztük.

### 3.2.2. Az alkalmazott diverzitás-indexek és a niche-szélesség mérése

Az utóbbi évtizedekben a diverzitás mérésére számos indexet dolgoztak ki (Grassle et al. 1979, Izsák 1982, Nosek 1976, Patil és Taillie 1979, Peet 1974, Pielou 1975, Podani 1984). Közülük a következőket alkalmaztuk:

(a) Shannon-index:

$$H_S = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i ,$$

ahol  $s$  a fajszám,  $p_i$  pedig az  $i$ -edik faj relatív gyakorisága. Vizsgálatainkban a  $p_i$  a relatív hajtásdenzitás (faj-hajtásszám diverzitás), vagy a relatív lombborítás (faj-relatív borítás diverzitás).

(b) Brillouin-index:

$$H_B = \frac{1}{N!} \ln \frac{N!}{n_1! \dots n_s!},$$

ahol  $N$  az összes,  $n_1 \dots n_s$  pedig az egyes fajok földfeletti hajtásszáma a mintában.

(c) Hill-féle  $N_a$  indexek az  $a=1/2, 1$  és  $2$  paraméterrel (Hill 1973):

$$N_a = \sum_{i=1}^s p_i^a \frac{1}{1-a}.$$

Az ekvitabilitás vagy relatív diverzitás (Pielou 1975) számolásához a következő képletet használtuk:

$$E_S = \frac{H_S}{\ln s},$$

ahol  $H_S$  a Shannon-index alapján megállapított diverzitás, és  $s$  a fajszám.

A fajok relatív hajtásdensitás vagy relatív borítás értékeinek rangsorolásával megszerkesztettük a dominancia-diverzitás görbét (Whittaker 1965).

A síkfőkúti mintaterületen az egyes cserjefajok esetében a különböző magassági szintekben becsült borításértékeket a niche-szélességük megállapításához használtuk fel. A borításbecslési szintek a fény resource-tényezőnek megfelelő niche tengelyt reprezentálják. A niche szélességet Levins (1968) formulája alapján számoltuk:

$$B_i = 1/p_{ij}^2 ,$$

ahol  $p_{ij}$  az  $i$ -edik faj  $j$ -edik magassági szintben megállapított relatív borítása.

### 3.2.3. A fajkicserélődés meghatározása és a differenciál-profil módszer

A növényzet térbeli változásainak kvantitatív leírására gyakran alkalmazzák a fajkicserélődési indexeket (Wilson és Shmida 1984) és a differenciál-profil módszert (Hobbs 1986, van der Maarel 1974), amelyek révén lényegében a  $\beta$ -diverzitásról kapnak képet. A disszertációban a rejteki mintaterület transzszektjeire alkalmaztuk ezeket az eljárásokat.

A transzszekttek erdő belsejébe nyúló végétől kezdve a felvételi négyzetekben a fajkicserélődést a Cody (1975) által javasolt index alapján állapítottuk meg:

$$\beta_C = (g+l)/2 ,$$

ahol  $g$  az új fajok számát, az  $l$  pedig az eltűnt fajok számát jelenti a vizsgált kvadrátban, az előzőhöz viszonyítva.

A differenciál-profil módszer alkalmazása során a transzszekttek felvételi négyzeteit sorban egymás után összehasonlítottuk az utolsó kvadráttal és a prezencia-abszencia, vagy a földfeletti hajtásszám alapján a Czekanowski-index ( $S_C$ ) felhasználásával számoltuk a diszimilaritás értékét ( $D=1-S_C$ ). A kapott  $D$  értékeket a transzszektmenti távolság függvényében

ábrázolva szerkesztettük meg a differenciál-profilokat.

### 3.3. Az ökofiziológiai vizsgálatok módszerei

#### 3.3.1. A vizsgálatok tesztnövényei és mintavételi kérdések

Az ökofiziológiai vizsgálatokat a síkfőkúti mintaterületen végeztük. A vizsgálatok állandó tesztnövényei a cseres-tölgyes állomány cserjeszintjének és erdőszegélyének közös, domináns cserjefajai voltak: *Ligustrum vulgare* (L.v.), *Euonymus verrucosus* (E.v.), *Cornus sanguinea* (C.s.) és *Acer tataricum* (A.t.). Az előzőeken kívül egyes vizsgálatokba azonban bevontuk a *Cornus mas-t* (C.m.), a fafajokat is (*Quercus petraea*, *Quercus cerris*).

A munkánk során kizárólag az asszimiláció fő szervei, a levelek ökofiziológiai sajátosságainak a tanulmányozását tűztük ki célul. A levelek növekedési, vízforgalmi jellemzőinek és fotoszintetikus pigmenttartalmának a méréséhez rendszeresen két vizsgálati helyen, az erdő belsejében és az ÉK-i kitettségű erdőszegély nyílt terület felőli szélén vettünk mintákat. Esetenként azonban több helyen, az erdőben és az ÉK-i, valamint a DNy-i kitettségű erdőszegély szélére merőlegesen felvett transzszektek mentén, a fátlan területtől különböző távolságokban (0, 2, 4 és 8 m) végeztük a mintavételeket.

A mérésekhez az egyes vizsgálati helyeken fajonként 3-5 egyedről gyűjtöttünk levélmintákat. A cserje egyedek kiválasztásakor fontos szempont volt, hogy azok kb. azonos méretűek legyenek és az adott termőhely hasonló árnyékoltságú és egyedsűrűségű részein helyezkedjenek el. A mintavételek során a kiválasztott egyedek lombkoronájának a külső részeiről gyűjtöttük a

leveleket. A levélmintákat szorosan lekötözött nylon-zacskóban, hűtőtáskába téve szállítottuk a laboratóriumba.

Az ökofiziológiai jellemzők szezonális vizsgálatához a célkitűzéseknek megfelelően hetenként, kéthetenként vagy havonként történt mintavétel. Minden alkalommal a délelőtti órákban (10-11 h) vettük a levélmintákat.

Az értekezés az 1981 tavasza és 1985 nyara között végzett ökofiziológiai vizsgálatok fontosabbnak ítélt eredményeit tartalmazza.

### 3.3.2. A levelek növekedés-analízise

A levélnövekedés-vizsgálatokhoz minden alkalommal fajonként 5-5 egyedről összesen 50-50 db levelet gyűjtöttünk. Mértük a préselt levelek levéllemezének maximális szélességét ( $L_B$ ) és hosszúságát ( $L_L$ ). A levelek területét ( $L_A$ ) a "Diazol S" jelzésű fénymásoló papír felhasználásával készült kontakt másolataik súlya alapján, számítással állapítottuk meg (Nagy M. 1982). A levéltömeg meghatározásához, a mérések nagy időigényessége miatt, az ismert méretű és területű leveleket ötösével összesen 10 csoportba osztottuk. A csoportosított leveleket 48 órán át  $105^{\circ}\text{C}$ -on súlyállandóságig szárítottuk, majd analitikai mérlegen mértük száraztömegüket. Az adatok további feldolgozása során az egyes csoportokra számolt átlagos levéltömeg értékeket használtuk fel.

A hosszúság, a szélesség és a terület adatok alapján minden faj esetében megállapítottuk a levélterület koeficiens értékét a Pieters és van der Nort (1985) által megadott képlet szerint:

$$L_A C = \frac{L_A}{L_L \times L_B} .$$

Az  $L_A C$  a levélterület becsléseken szerzett Kemp-féle egyenlet konstansával azonos (Kemp 1960).

A terület és tömeg mérések eredményeinek a felhasználásával számoltuk ki a fontosabb levélnövekedési jellemzőket (Evans 1972, Hunt 1982, Kvet et al. 1971, Précsényi et al. 1976(77), Virágh 1977, 1980): a specifikus levéltömeget ( $SL_W$ ), a levéltömeg és levélterület relatív növekedési rátákat ( $RL_{WGR}$ ,  $RL_{AGR}$ ).

### 3.3.3. A levelek vízforgalmi jellemzőinek mérése

A vizsgált fajok leveleinek szárazanyagra vonatkoztatott víztartalmát (W %) a növekedés analízisekhez gyűjtött mintákból ún. közvetlen szárítósos eljárással (Catsky 1974) határoztuk meg.

A víztelítettségi hiányt (WSD %) Turner (1982) módszere szerint mértük, alkalmanként 3-5 ismétlésben. Egy-egy méréshez 10 db 1 cm átmérőjű levélkorongot használtunk. A korongokat jól zárható üvegedénybe helyeztük, és azonnal mértük a súlyukat. Ezt követően Petri-csészében desztillált vízben úsztattuk a korongokat 25 °C-on 12-13 órán át. A telített korongok felületéről a vizet szűrőpapírral leitattuk, és az előző módon ismét mértük a tömegüket analitikai mérlegen. A száraztömegüket 3 órás, 105 °C-on történő szárítás után határoztuk meg. A vizsgálatok során számoltuk a szukkulencia paraméter-hányados értékét (Almádi 1986), amelyet a víztartalomnak az egységnyi levélterületre vonatkoztatásával



kaptunk meg ( $W \text{ g.dm}^{-2}$ ).

#### 3.3.4. A fotoszintetikus pigmentek meghatározása

Az egyes vizsgálati helyeken a pigment-meghatározásokat fajonként és alkalmanként 3-5 ismétlésben végeztük. Egy méréshez 7 db levelet használtunk fel. A levéllemezek két felének középső részéből egy-egy 0.7 cm átmérőjű korongot vettünk dugófúróval (Maróti és Szujkó 1972). Az egyik korongot a pigmentvizsgálatokhoz, a másikat pedig a szárazanyag-tartalom meghatározásához használtuk fel.

A pigmentek extrakcióját és mérését Czuchajowska és Przybylski (1978) módszere szerint végeztük. Az extrakció dörzsmozsárban kvarchomokkal és  $MgO$ -dal való eldörzsölés után, 100 %-os acetonnal történt. Az extraktum fényelnyelését 662, 644 és 440.5 nm hullámhosszokon mértük SPEKOL spektrofotométeren. 750 nm-en mértük a zavarosságot is, mivel az a valóságosnál nagyobb pigmentkoncentrációkat eredményezhet (Watts és Eley 1981). Ezekkel az értékekkel korrigálva az előző hullámhosszokon mért abszorbanciákat, a klorofill a, klorofill b, valamint a karotinoidok koncentrációját a Holm-féle egyenletek alapján számoltuk (Holm 1954), és 1 g száraz levéltömegre, illetve 1  $dm^2$  levélfelületre vonatkoztatva adtuk meg.

A levelek aktuális víztartalma és klorofill tartalma alapján számoltuk a mezofillum szukkulencia index ( $S_m$ ) értékét is a Kluge és Ting (1978), valamint a Tuba (1984) által javasolt képlet szerint:

$$S_m = \frac{\text{víztartalom (g)}}{\text{összklorofill-tartalom (mg)}}$$

### 3.3.5. A rezponziós indexek

A cserjék erdőszéli környezeti feltételekre adott ökofiziológiai válaszainak kvantitatív kifejezésére egyszerű, ún. rezponziós indexeket vezetünk be. Az indexekkel az erdő szélén a levélnövekedési és levélvízforgalmi jellemzőkben, valamint a fotoszintetikus pigmenttartalomban az erdő belsejéhez képest bekövetkező változások (növekedések vagy csökkenések) arányát és mértékét adtuk meg. Az indexek jelzéseit a következőképpen használtuk:

levélterület:  $L_A RI$

levéltömeg:  $L_W RI$

szárazanyagra vonatkoztatott víztartalom: WRI

víztelítettség hiány: WSDRI.

Az  $L_A RI$  és az  $L_W RI$  értéke az erdő szélén a levélterület, illetve a levéltömeg változás-arányát mutatja meg az adott időszakban. A WRI és a WSDRI számolásánál figyelembevettük az adott időszakban a talajnedvesség tartalom értékét is:

$$WRI, WSDRI = \frac{\text{a két termőhelyen mért } W\%, \text{ illetve } WSD \text{ értékek különbsége}}{\text{a talajnedvesség tartalom különbsége}} \cdot$$

### 3.4. A mikroklíma mérése

A két mintaterületen a struktúra-vizsgálatokhoz kijelölt helyeken folyamatosan 24, illetve 48 órán keresztül mértük a mikroklíma fontosabb paramétereit.

A síkfőkúti mintaterületen a fontosabb mikroklimatikus paramétereket 1981 július 7-én 9 h-tól július 9-én 8 h-ig mértük. A mintaterület ÉK-i és DNY-i kitettséű vizsgálati helyein 4-4 mérőállomást állítottunk fel. Az állomások elhelyezkedése a következő volt: (i) a szabad területen, a szegély szélétől 20 m távolságban; (ii) az erdőszegély nyílt területtel érintkező szélén (0 m); (iii) a szegély belsejében, a külső szélétől 2 m távolságban (-2 m); (iv) az erdő belsejében, a szegély külső szélétől 10 m távolságban (-10 m). Mértük a hőmérsékletet a talaj felszínén, és 30, 100, 150 cm magasságban. Továbbá vizsgáltuk a párolgás mértékét és a fényintenzitás alakulását a talaj felszínén, 30, 50, 100 és 150 cm magasan.

A rejteki mintaterületen az első 24 órás mikroklímaméréseket 1983 július 27-én 13 h-tól július 28-án 12 h-ig végeztük az I. transzszekt mentén 2 m-enként elhelyezett állomásokon. A második mikroklímamérés idején, 1985 július 15-én 13 h-tól július 17-én 12 h-ig az I. és II. transzszekt mentén 2-8 m-enként végeztünk méréseket. A vizsgálatok a talajhőmérséklet (10 és 5 cm mélyen), a talajfelszíni léghőmérséklet és párolgás, valamint a fényintenzitás (30 cm magasan) mérésére terjedtek ki.

Mindkét mintaterületen a hőmérsékletet hagyományos talaj-, illetve léghőmérővel, a párolgást Piche-féle evaporiméterrel, a

megvilágítást pedig PU 150 típusú luxmérővel mértük.

### 3.5. A talajvizsgálati eljárások

A síkfőkúti mintaterületen az erdő belsejében és az ÉK-i kitettségű erdőszegély szélén alkalmanként 3-3 mintát vettünk a talaj 0-20 cm közötti szintjéből.

A rejteki mintaterületen az I. és II. transzszekt mindegyik kvadrátja mellől 0-10 cm mélységből gyűjtöttünk talajmintákat.

A talaj nedvességtartalmát szárítószekrényes eljárással, pH-ját 1:2.5 talaj:oldószer arányú desztillált vizes és n KCl-os szuszpenzióban elektrometriásan határoztuk meg. A K, Ca, Mg, Fe és Mn koncentrációját ammónium-acetáttal (pH=7; 1:25) végzett extrakció után Zeiss AAS atomabszorpciós spektrofotométeren mértük (Allen et al. 1974).

### 3.6. A matematikai és statisztikai módszerek

A vizsgálati adatok feldolgoása során a középértékek összehasonlításához t-próbát alkalmaztunk (Sváb 1981).

A tér- és időbeli változásokat leíró, erősen fluktuáló görbék "simításához" mozgóátlag módszert használtunk (Kovacsics 1973). A vizsgálatok során a kéttagú vagy a háromtagú átlagolást alkalmaztuk.

A függvényillesztéseket (logisztikus és telítődési függvények) a Sváb (1981) által javasolt módszerekkel végeztük.

A sokváltozós matematikai eljárások közül a disszertációban a cluster analízist használtuk. A módszer diszimilaritási mátrixon

alapult. A minták különbözőségét a Czekanowski-index (Czekanowski 1909), vagy a standardizált euklideszi távolságfüggvény alapján számoltuk. Az összevonásokat csoport átlag módszerrel végeztük (Orlóci 1978, Podani 1980).

#### 4. Eredmények és megbeszélésük

Tekintettel arra, hogy a struktúra-jellemzők és az ökofiziológiai sajátosságok értékelésekor gyakran kell hivatkoznunk a háttérfaktorként számításba vehető abiotikus miliő tényezőkre, ezért a további fejezeteket megelőzően szükségesnek tartjuk a vizsgálatuk során nyert fontosabb adatokat egy helyre csoportosítva bemutatni.

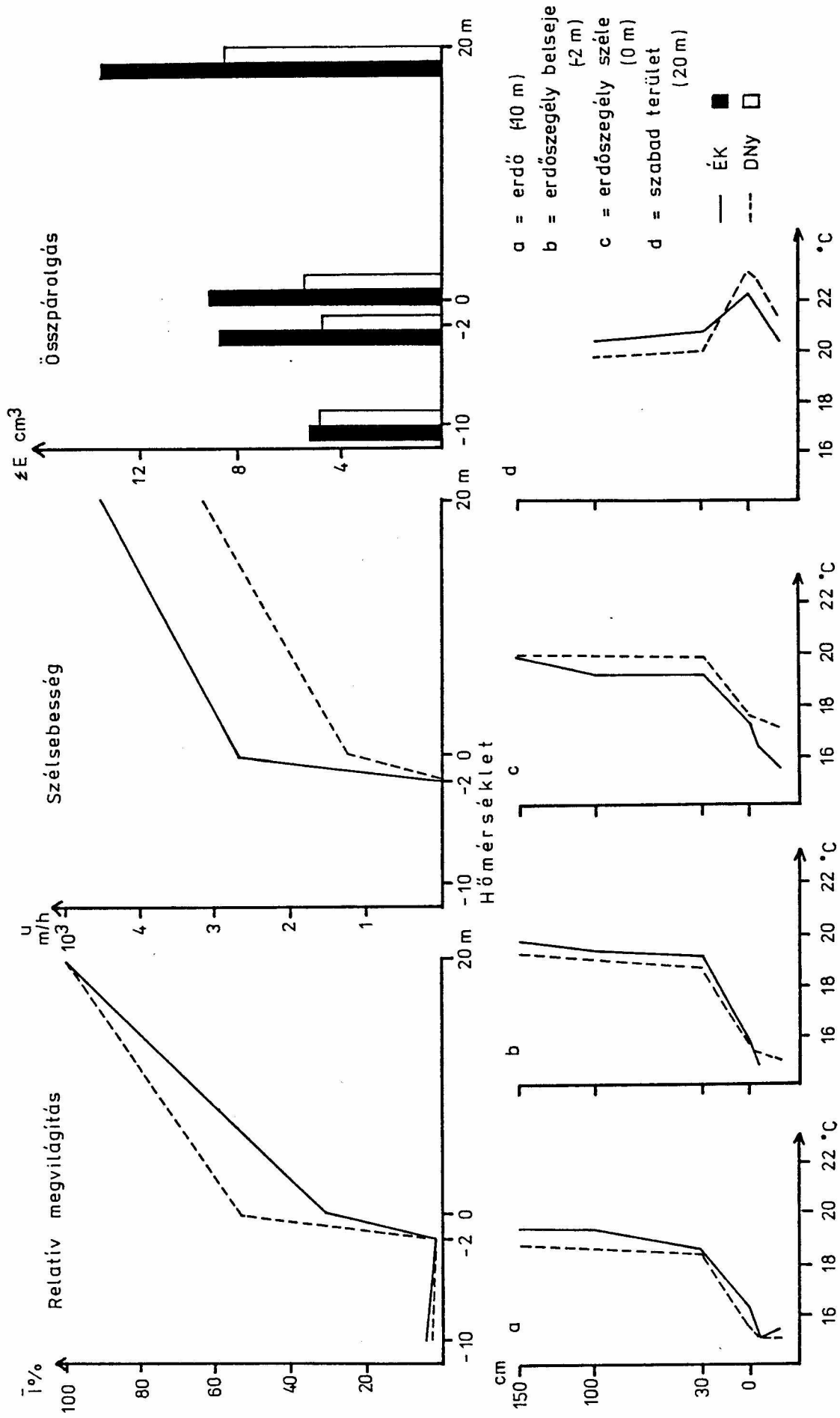
##### 4.1. A háttértényezők bemutatása

A mintaterületeken, a vizsgálati évek időjárási viszonyairól az állandó meteorológiai állomások mérései alapján, az 1. és 2. táblázatban összefoglalt havi középhőmérséklet, csapadékösszeg és napfénytartam adatok tájékoztatnak.

A mikroklíma paraméterek változásait az erdőállományok szélére merőleges transzszektek mentén a síkfőkúti mintaterületen az 5. ábrán, a rejteki mintaterületen pedig a 6. ábrán szemléltetjük. Az értékelések szempontjából fontos többi mikroklíma mérési adatot a 3. és 4. táblázat tartalmazza.

A mikroklíma vizsgálatok eredményei jó összhangban vannak Geiger (1965), Wales (1967) és Jakucs (1968) adataival. Az eredmények alapján levonható lényegesebb következtetések a következők.

A vizsgált tényezők változástendenciái az erdőállomány és a fátlan terület között a két mintaterületen megegyeznek és az erdőszegélyek mikroklímájának átmeneti jellegét tükrözik. Az

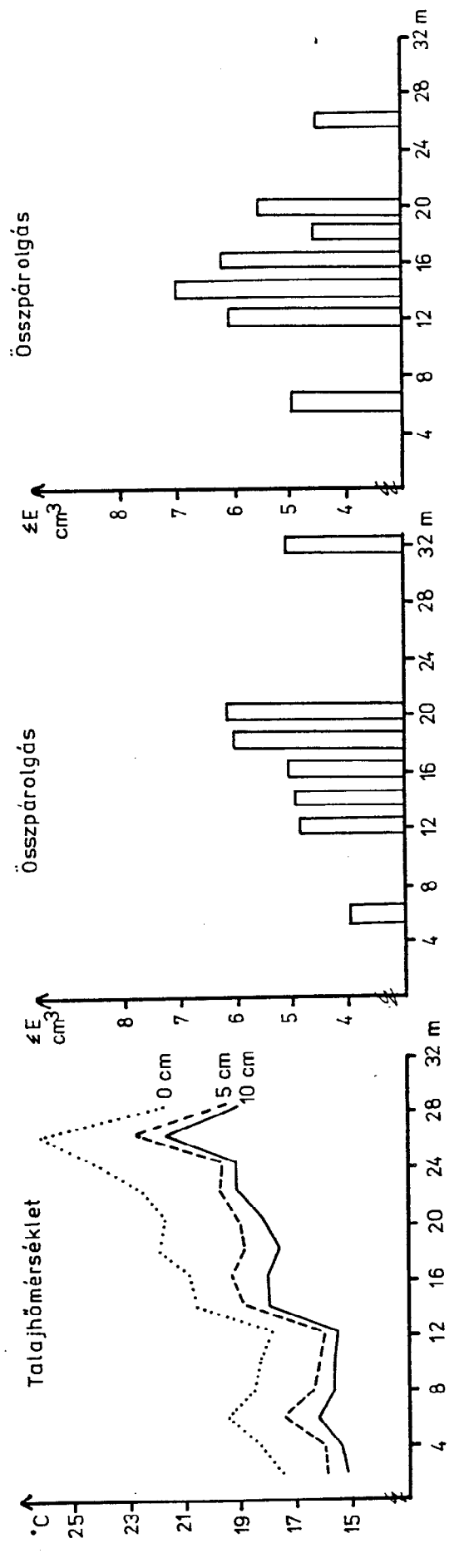
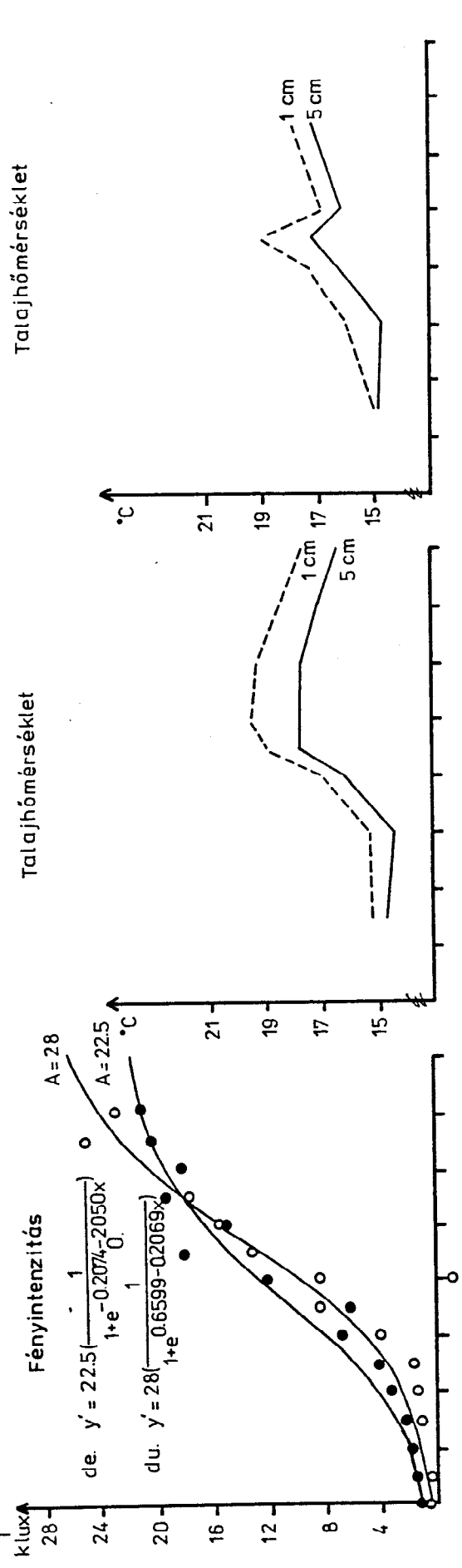


5. ábra A mikroklíma paraméterek változása a síkfőkuti mintaterületen /1981.VII.7. 9<sup>h</sup>-VII.9.8<sup>h</sup>/

I. transzszekt 1983. VII. 27-28.

II. transzszekt 1985. VII. 15-17.

I. transzszekt 1985. VII. 15-17.



6. ábra A mikroklíma paraméterek változása a rejteki mintaterület transzszektjei mentén



állományszerkezeti eltérések miatt a bükkös szélén az átmeneti mikroklimatikus zóna terjedelme nagyobb, mint a cseres-tölgyes szélén.

A transzszektekben a relatív megvilágítás az erdőszél felé haladva növekszik, és a változás logisztikus jellegű görbével írható le. A cseres-tölgyes erdőszegélyének magasra nyúló cserjéi gátolják a fény behatolását, ezért a szegély belsejében (-2 m) a relatív megvilágítás szignifikánsan alacsonyabb, mint a nyílt terület szomszédságában, és a talajfelszín közelében a fényminimum körüli értékeket (1-1.4 %) mutat (3. táblázat). Ettől bentebb (-10 m) azonban magasabb a relatív megvilágítás és jól egyezik a Tuba és munkatársai (1980) által mért értékekkel. Az előzőekkel szemben a bükkös erdő szélén oldalról a fény nagyobb távolságra hatol be és a gyepszint magasságában a relatív megvilágítás az I. transzszekt 10-22 m közötti szakaszán fokozatosan emelkedik. 0-10 m között a zárt bükkösök nyári megvilágításával egyező értékek mérhetők (Draskovits 1975). A síkfőkúti mintaterület DNY-i kitettségű erdőszegélyének a szélén a relatív megvilágítás egésznapos átlagértéke nagyobb, mint az ÉK-i kitettségűben.

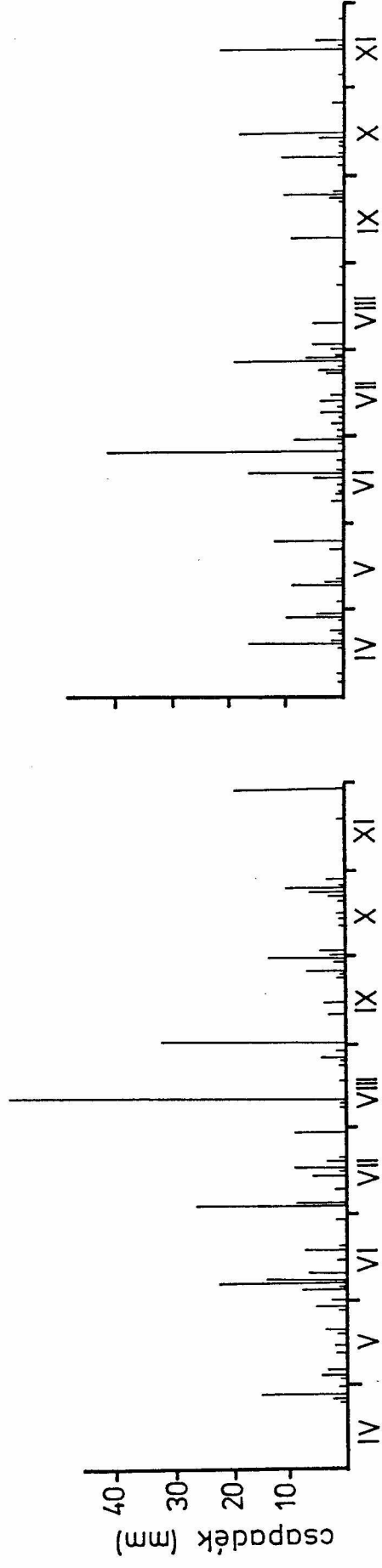
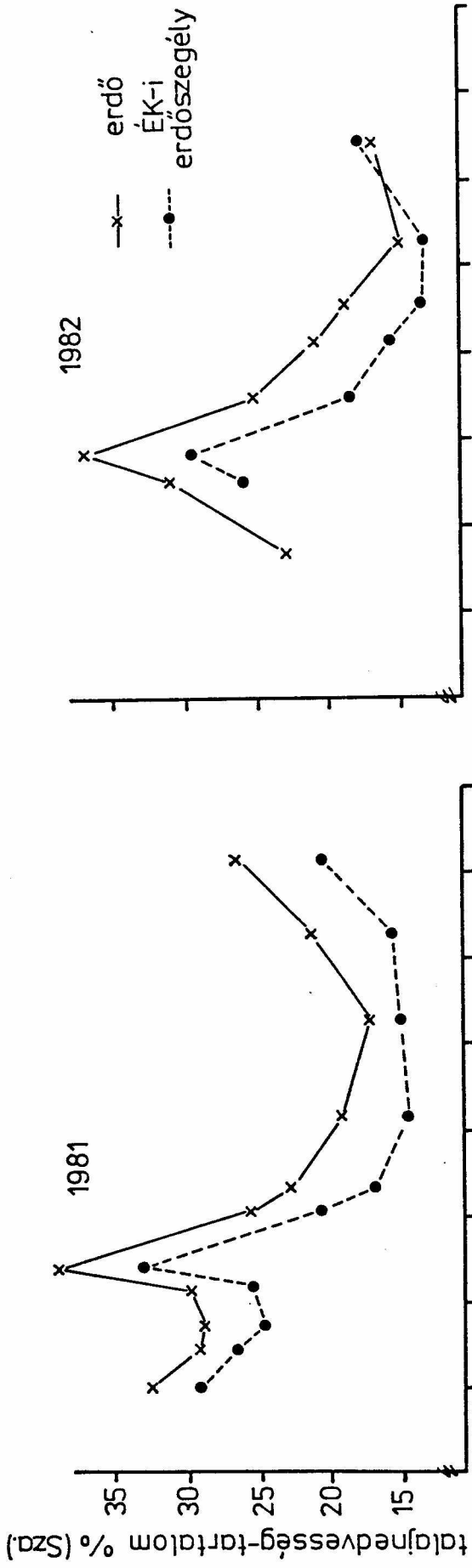
A hőmérséklet változásában a transzszektekben hasonló trendek figyelhetők meg, mint a relatív megvilágítás esetében. A legnagyobb mértékű változások a talaj és a talajfelszín közeli légréteg hőmérsékletében mutatkoznak. Az erdő belsejéhez képest az erdőszegély nyílt területtel szomszédos szélén 1-4 °C-kal magasabbak a napi középértékek, és a szórásuk nagymértékben növekszik (4. táblázat). A vizsgált erdőállományok szélén kimutatható, hogy a fátlan terület felőli klimatikus hatások miatt a közvetlen inszolációnak kitett gyepszint, illetve cserjeszint

magasságában jelentkeznek a legnagyobb hőmérsékleti szórások és szélsőségek, ami arra utal, hogy a teljes külső felületük mikroklimatikusan aktív felszínként viselkedik.

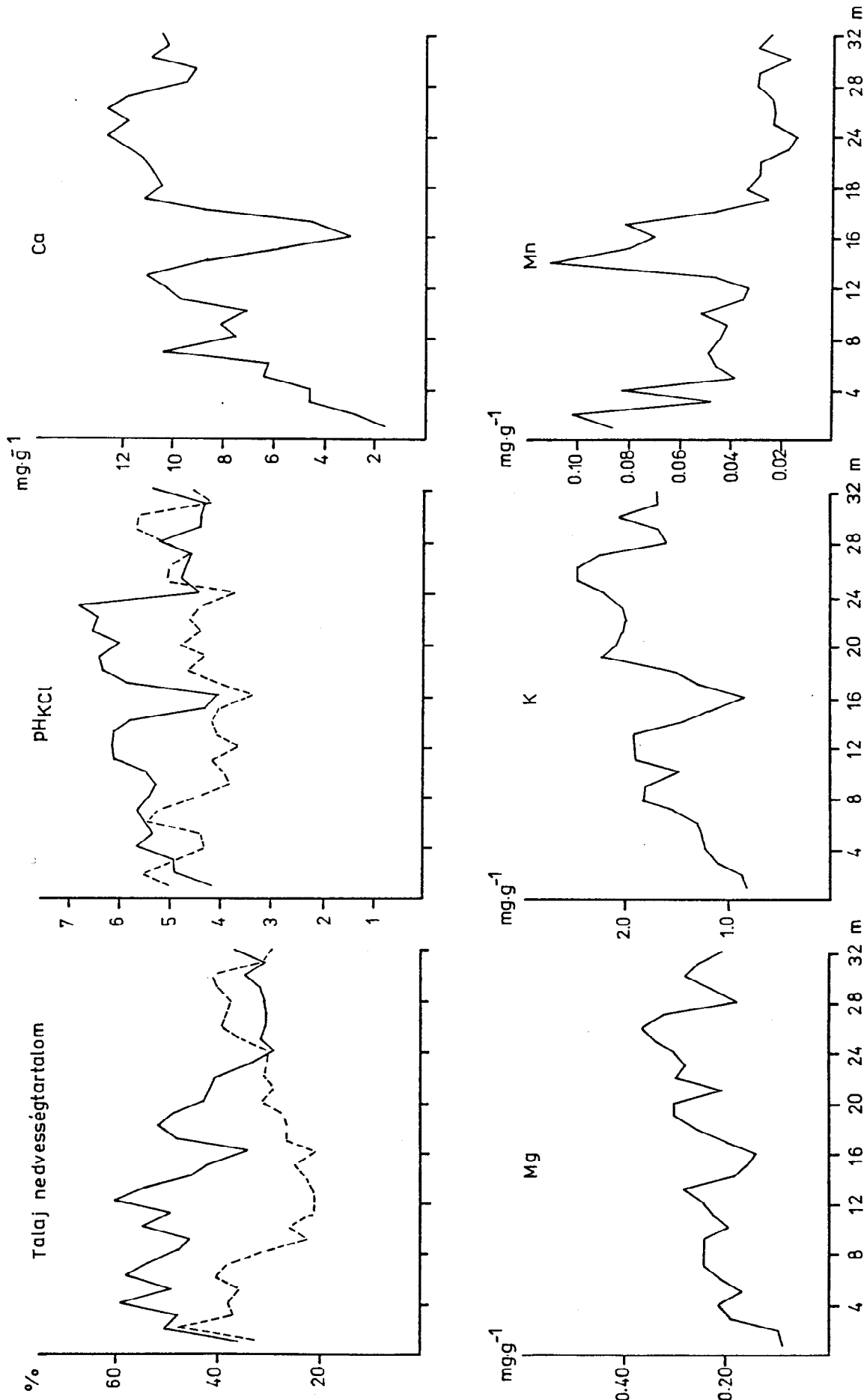
A magasabb fényintenzitás és hőmérséklet a nagyobb szélsébséggel együtt az erdőszegélyben fokozottabb evaporációt (és transzspirációt) eredményez, mint az erdőben. Ebből adódóan a vizsgált erdőállományok szélén jelentős abiotikus stressznek lehetnek kitéve az aljnövényzet fajai.

A talaj nedvességtartalmának változásairól a síkfőkúti mintaterületen az erdőben és az ÉK-i erdőszegély szélén az 1981. és 1982. évi szezonális mérések alapján a 7. ábra informál. A rejteki mintaterület I. és II. transzszektjei mentén a talajnedvesség-tartalomban bekövetkező változások trendjeit az 1985. évi vegetációs időszakra számolt középértékei alapján a 8. ábrán láthatjuk. Mindkét mintaterületen az erdő szélén a klimatikus tényezők hatására kialakuló alacsony talajnedvesség tartalom szárazságstressz fellépésére utal.

A talaj pH-jának és a kicserélhető Ca, Mg, K és Mn tartalmának változásait a síkfőkúti mintaterület erdőjében és az ÉK-i erdőszegély szélén a 9. ábrán, a rejteki mintaterület transzszektjeiben pedig a 8. ábrán szemléltetjük. Ha az erdőt és erdőszegélyt összehasonlítva elemezzük ezeket a talajparamétereket, a két mintaterületen ellentétes tendenciájú változásokat észlelünk. A cseres-tölgyes erdőszegélyének a szélén az erdő belsejéhez képest a talaj pH-jában, Ca és K tartalmában emelkedés, a Mg és Mn tartalomban pedig csökkenés mutatható ki, ami egybevág a korábbi

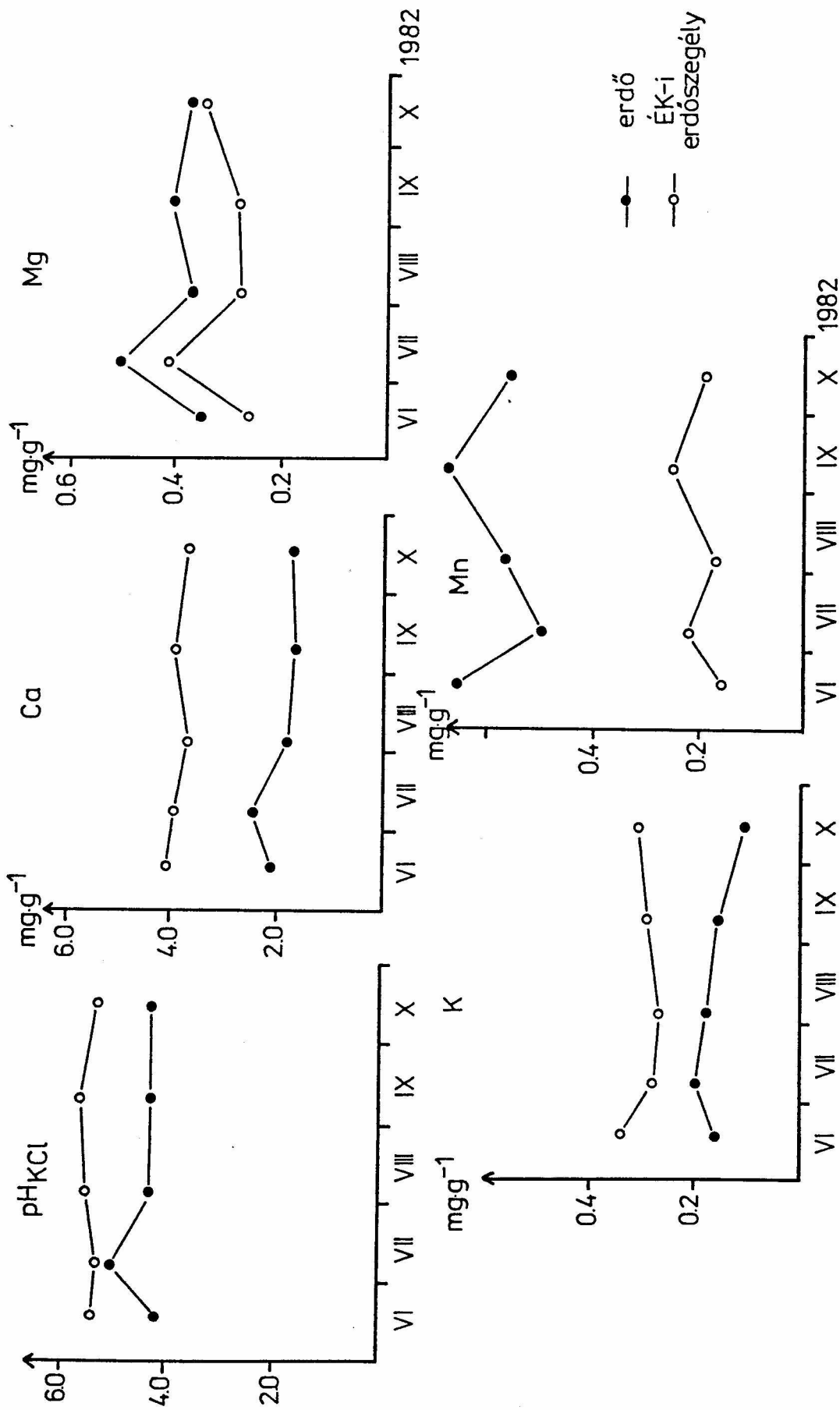


7. ábra A talaj nedvességtartalmának szezonális dinamikája a síkfőkúti mintaterületen



8. ábra A talaj paraméterek változása a rejteki mintaterület transzszektjeiben /1985/

— I. transzszekt      - - - - - II. transzszekt



9. ábra A talaj kémiai jellemzői a síkfőkúti mintaterületen

eredményeinkkel (Mészáros és Jakucs 1981). A bükkös irtással szomszédos szélén viszont erősen csökken a pH, a Ca, Mg, K koncentrációja, és nagymértékben növekszik a Mn tartalom az erdőbeni értékekhez viszonyítva. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy az erdőállományok szélén a talaj kémiai jellemzőit a talajgenetikai tulajdonságokon kívül nagymértékben befolyásolják a növényzet összetételében és denzitásában bekövetkező változások is.

#### 4.2. A cseres-tölgyes erdő cserjeszegélyének szerkezeti jellemzői

A cseres-tölgyes erdő ÉK-i és DNy-i szélére merőlegesen felvett transzszektek felvételi négyzeteiben a cserjék földfeletti hajtásszámát és borítását az 5. és 6. táblázat mutatja. A különböző transzszekteknek a fátlan területtől azonos távolságra elhelyezkedő kvadrátjait (3. ábra) összevonva, a 4.2. fejezetben a strukturális jellemzők változását 4 m széles növényzeti sávokban értékeljük.

##### 4.2.1. A földfeletti hajtásdenzitás és borítás

A transzszektvizsgálatok eredményei alapján (5. és 6. táblázat) megállapítható, hogy az ÉK-i és a DNy-i kitettségű cserjeszegély fajösszetétele az erdő cserjeszintjéhez nagyon hasonló. A fátlan terület szomszédságában jelenlevő cserjefajok 70-80 %-a megtalálható az erdőállomány belsejében is. Ezek közül mindkét helyen dominánsan fordul elő az *Acer tataricum*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus verrucosus*, *Ligustrum vulgare* és a *Cornus mas*. A közös fajok mellett az erdő szélén kisebb-nagyobb dominanciával

jelen van még a *Prunus spinosa*, a *Crataegus oxyacantha*, a *Viburnum lantana*, a *Berberis vulgaris*, a *Frangula alnus*, a *Rubus idaeus* és a *Carpinus betulus*. Az utóbbi fajok részaránya azonban az erdő belseje felé csatlakozó részeken lecsökken.

Fitocönológiai szempontok szerint értékelve a fajösszetételt az a következtetés vonható le, hogy a cseres-tölgyes zárt cserjeszegélye nem rendelkezik önálló fajkombinációval, és a kialakulása elsősorban az erdő cserjefajainak a környezeti tényezőkhez való alkalmazkodása során megváltozott lombborítására és hajtásdenzitására vezethető vissza.

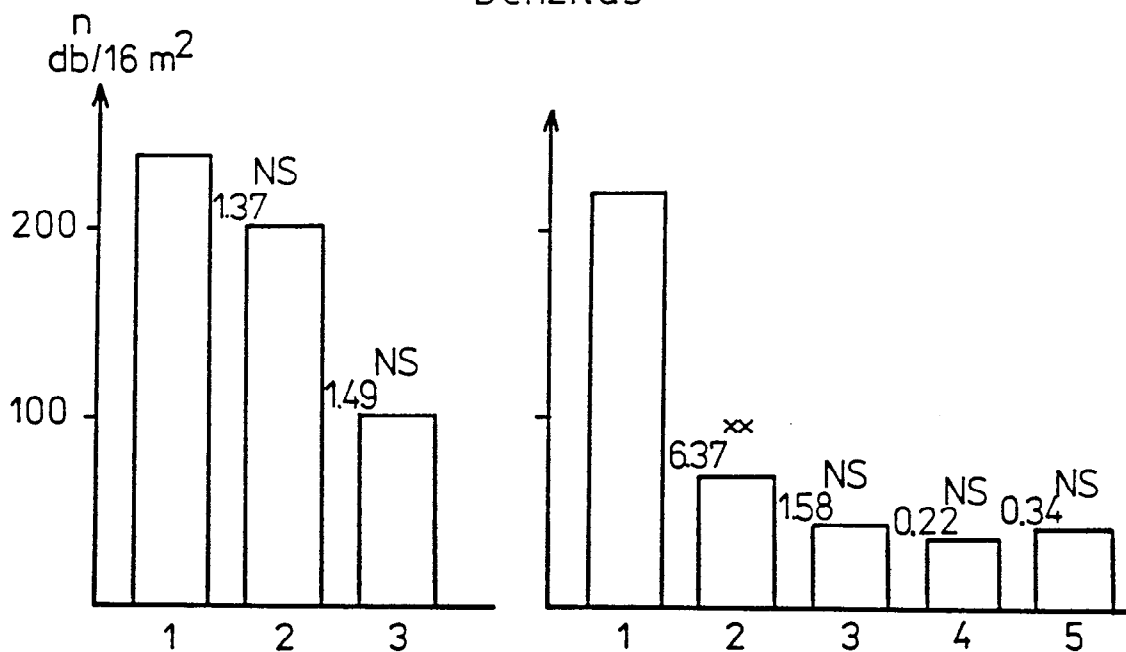
A cserjék összes földfeletti hajtásszáma és borítása a legszélső, 0-4 m közötti sávban a legnagyobb (10. ábra). A két vizsgálati helyet összehasonlítva kitűnik, hogy ebben a sávban a hajtásdenzitásra az ÉK-i erdőszélen, a borítás esetében pedig a DNy-i erdőszélen adódtak nagyobb értékek.

A DNy-i vizsgálati helyen a szélső sávhoz képest 4-8 m között mindkét struktúra jellemző szignifikáns csökkenése mutatható ki, ami arra utal, hogy a cserjeszegély az erdő cserjeszintjétől már 4 m-nél élesen elválik. Ezzel szemben az ÉK-i erdőszélen a hajtásdenzitás fokozatosan csökken az egymást követő sávokban és nem állapítható meg a sávok között szignifikáns különbség. Kimutatható azonban, hogy a külső (0-4 m) és a belső (8-12 m) sávokban a cserjék hajtásdenzitása szignifikánsan eltér ( $t=3.39$ ,  $P 5\%$ ). Ugyanakkor a borítás esetében 4-8 m között a DNy-i vizsgálati helyhez hasonlóan, a szélső sávhoz képest már szignifikáns a csökkenés. A két struktúra jellemző alakulását úgy értékelhetjük, hogy az ÉK-i erdőszegély 8 m-nél kezd az erdő

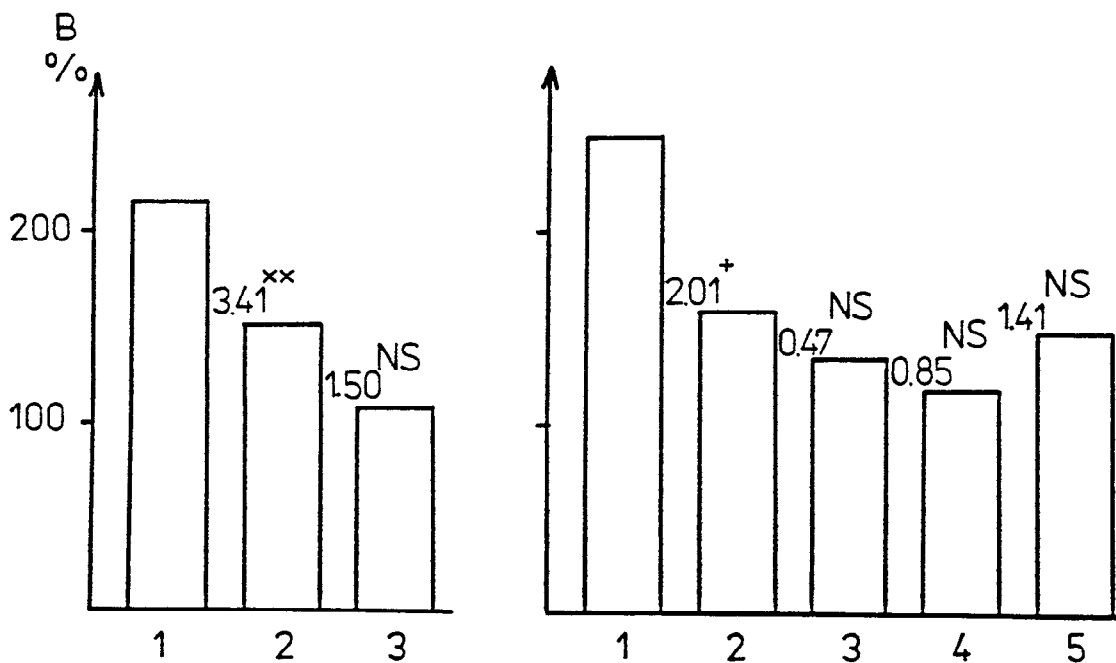
ÉK-i szegély

DNy-i szegély

Denzitás



Borítás



10. ábra A cserjék összes hajtásdensitása /n, db/16 m<sup>2</sup>/ és borítása /B, %/ a különböző sávokban /1: 0-4 m, 2: 4-8 m, 3: 8-12 m, 4: 12-16 m, 5: 16-20 m/ xx P < 1 %, + P < 10 %



cserjeszintjétől elkülönülni, de nem olyan élesen, mint a DNy-i.

Az eredmények jól mutatják, hogy a DNy-i erdőszélen 4 m-től bentebb, az ÉK-i kitettségben viszont csak 8 m után fellazul a cserjeszegély és olyan hajtásdenzitás valamint borítás értékek jelentkeznek, amelyek megközelítik az erdő cserjeszintjére közölt adatokat (Kárász et al. 1987). Ezekkel összevetve a saját eredményeinket, az erdő szélén 1.5-2.5-szer nagyobb földfeletti hajtásdenzitást és borítást állapíthatunk meg, mint az erdő cserjeszintjében. A cserjék borítása és hajtássűrűsége alapján egyértelműen arra következtethetünk, hogy a cseres-tölgyes másodlagos cserjeszegélyének szélessége DNy-i kitettségben 4 m, ÉK-i kitettségben pedig 8 m.

Az erdő szegélyében a nagy hajtásdenzitás értékek a sarjtelepképzés felerősödésére utalnak. Az irodalmi áttekintésben már rámutattunk arra, hogy az erdőszegélyekben a vegetatív reprodukció gyakori jelenségként lép fel. Jakucs (1972), Wales (1972) és Ranney (1977) vizsgálatai szerint nemcsak a tipikus szegélyfajok esetében, hanem az erdőt alkotó egyes fajoknál is előfordulhat, hogy az erdőszélen, megváltozott konkurrencia-viszonyok közepette előnyben részesítik ezt a szaporodási formát a generatív szaporodás megtartásával, vagy annak teljes visszaszorulásával. A tanulmányozott erdőszegélyben néhány cserjefajnál a szerzők megfigyeléseivel egybevágó változások mutathatók ki.

Az erdőszegélyben a földfeletti hajtásdenzitásértékek szerint (5. és 6. táblázat) az erdő polycormon-képzésre hajlamos cserjefajai közül a *Ligustrum vulgare* esetében következtethetünk a

legnagyobb mértékben felerősödött sarjeredetű hajtás-kialakulásra. A *Ligustrum vulgare* átlagos földfeletti hajtásdensitása a különböző vizsgálati sávokban a következőképpen változik:

ÉK-i vizsgálati hely

	0-4 m	4-8 m	8-12 m	12-16 m	16-20 m
n db/16 m <sup>2</sup>	107	51	40		
relatív denzitás (%)	41	27	38		

DNy-i vizsgálati hely

n db/16 m <sup>2</sup>	163	15	10	8	17
relatív denzitás (%)	73	21	23	20	36

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a DNy-i erdőszélen a szárazabb környezeti feltételekre ez a faj intenzívebb vegetatív hajtásképzéssel reagál, mint az ÉK-i erdőszélen. Az erdőszegélytől bentebb vizsgált sávokban a *Ligustrum vulgare* az erdő cserjeszintjéhez hasonló (22 db/16 m<sup>2</sup>, 15 %; Kárász et al. 1987) hajtásdensitással van jelen.

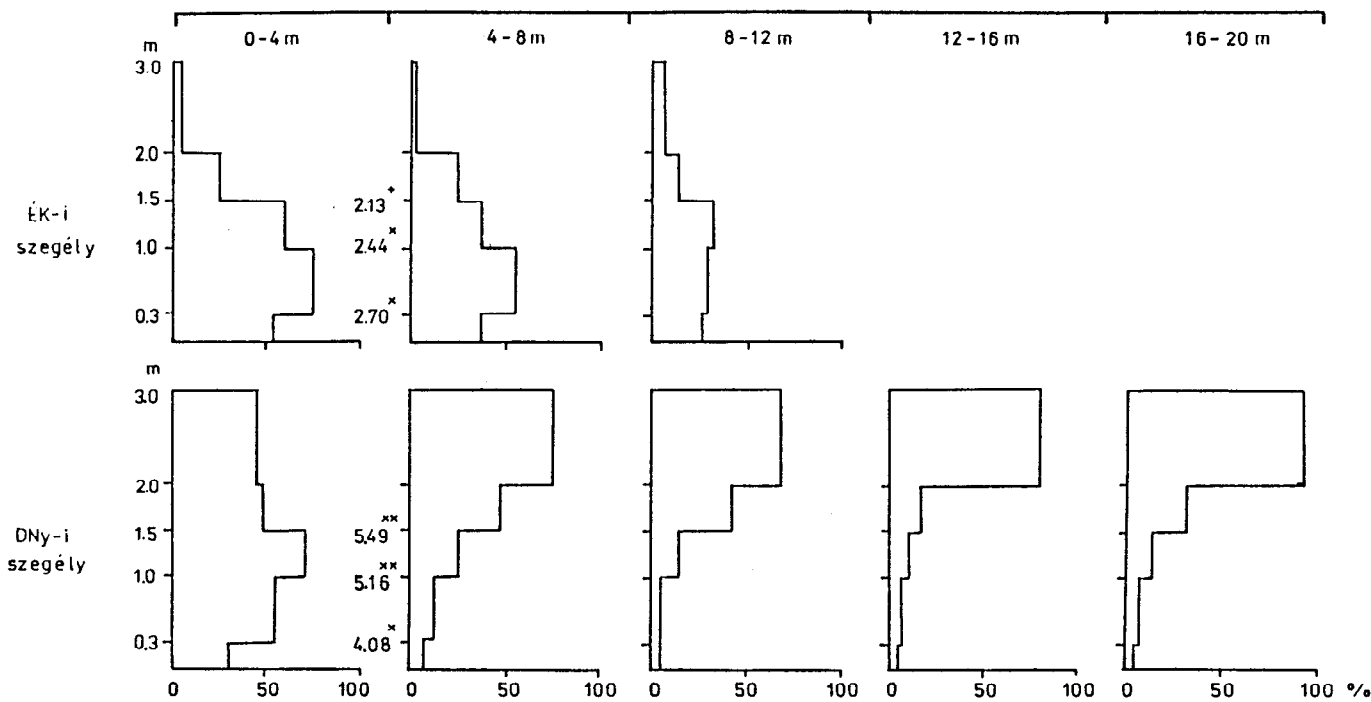
Az előző fajhoz képest az erdő szélén az *Euonymus verrucosus* és a *Cornus sanguinea* cserjefajoknál sokkal mérsékeltebb a polycormon-képzés felerősödése, és főként a 4-8 m közötti sávban figyelhető meg (20-50 db/16 m<sup>2</sup>).

Az erdő szegélyében a legnagyobb hajtásdensitással jelenlevő cserjefajok viszonylag nagy lombborítással is rendelkeznek. Megállapítható azonban, hogy az összborítás mégis nagyrészt azoknak a fajoknak tulajdonítható, amelyek az előző fajoktól jóval kisebb hajtássűrűséggel fordulnak elő. Az erdőszegélyben a nagy

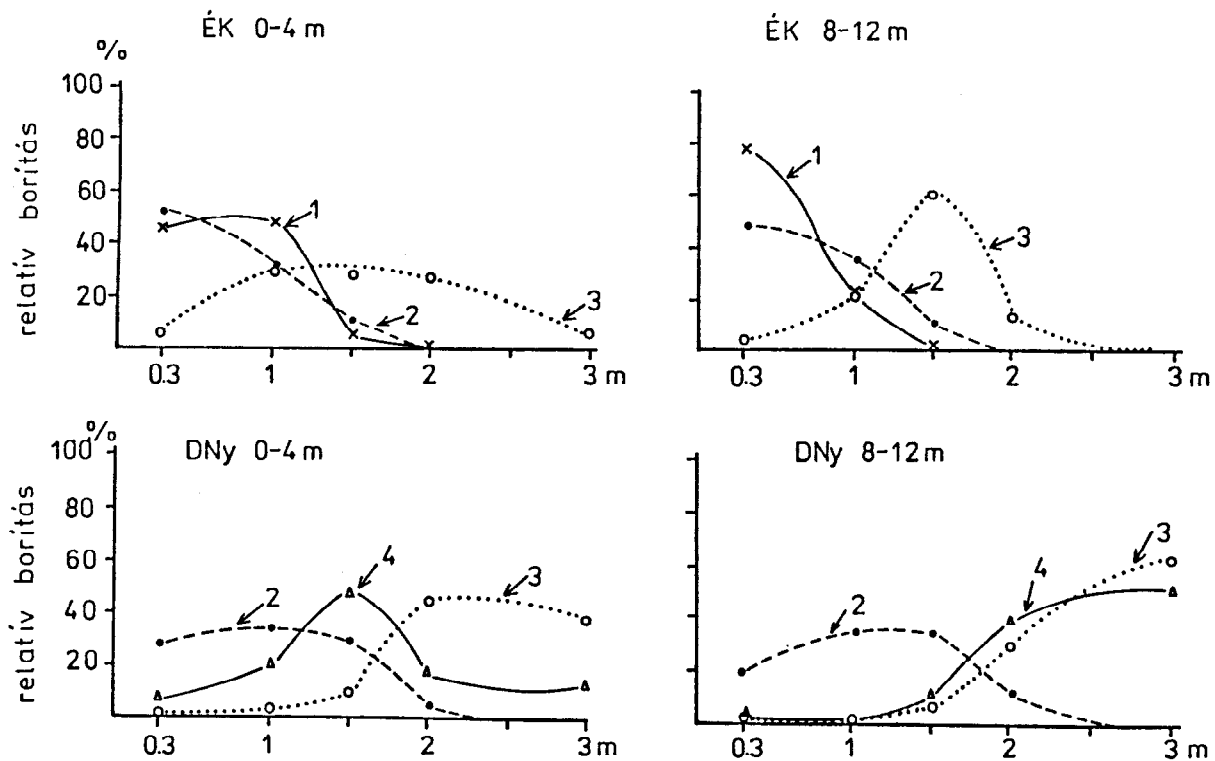
lombborítás az *Acer tataricum*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa* és *Quercus petraea* esetében figyelhető meg (5. és 6. táblázat).

#### 4.2.1.1. A borítás vertikális eloszlása

A lombborítás vizsgálatakor a becslési szinteket úgy választottuk meg, hogy felvilágosítást kaphassunk arról is, hogy az erdőszélen az erdő belsejétől eltérő fényklíma hogyan befolyásolja a cserjék földfeletti részeinek a vertikális elrendeződését. Az egyes mérési szintek adatai alapján a különböző sávokra megszerkesztettük a lombborítás vertikális profilját (11. ábra). A DNY-i vizsgálati helyen a 0-4 m közötti sávban a cserjeszint teljes vertikális kiterjedésében nagy lombborítást tapasztaltunk, míg az ÉK-i kitettségű erdőszélen elsősorban a 0.3-2 m között jelentkezték magas borításértékek. A szélső cserjesáv belsejében a nagy lombborítás miatt a talajfelszín közelében a fényminimum körüli a megvilágítás (3. táblázat) és ebből adódóan hiányzik a légyszárúsínt. Ehhez képest a második (4-8 m) sávban 0.3, 1.0 és 1.5 m magasságban mindkét vizsgálati helyen szignifikánsan alacsonyabb borítást kaptunk. Az erdő belseje felé csatlakozó többi sávban ezekben a szintekben további borításcsökkenést állapítottunk meg. A talajfelszín közelében tapasztalt borításcsökkenéssel szemben az 1.5 m-nél magasabbra nyúló cserjehajtások lombborításában viszont a belső sávokban növekedés figyelhető meg. A cserjék lombborításának maximumát az ÉK-i vizsgálati helyen a 0-4 és a 4-8 m-ig terjedő sávban 1 m-en, 8-12 m között pedig 1.5 m-en mértük. Ezzel szemben a DNY-i kitettségű erdőszélen a maximális érték a 0-4 m közötti sávban 1.5 m magasságban jelentkezett, és



11. ábra A cserjék lombborításának vertikális megoszlása a különböző sávokban  
 xx  $P < 1\%$ , x  $P < 5\%$ , +  $P < 10\%$



12. ábra A domináns cserjefajok relatív lombborítása a különböző magassági szinteken az ÉK-i és DNy-i kitettséű erdőszélen a külső /0-4 m/ és a belső /8-12 m/ sávokban /1: *Euonymus verrucosus*, 2: *Ligustrum vulgare*, 3: *Acer tataricum*, 4: *Cornus mas*/

ettől bentebb mindenhol 2 m felett volt.

A lombborítás vertikális profiljai bizonyítják, hogy az ÉK-i vizsgálati helyen 0-8 m között, a DNy-i kitettséű erdőszélen pedig 0-4 m között a különböző cserje-populációk nem alkotnak szinteket, és a tér teljes kitöltésére törekszenek. Ez úgy értékelhető, hogy az erdő szélén a fényklíma a strukturális sajátosságok szempontjából kitüntetett jelentőségű (Fekete 1972), uniformizálólag hat a cserjeszintre, hiszen mindegyik populáció számára a fény megfelelő mennyiségben és minőségben áll rendelkezésre. A domináns cserjefajok relatív lombeloszlási görbéit elemezve (12. ábra), az erdőszegélyben a fajok között nagymértékű átfedések figyelhetők meg. Ezek az eredmények megerősítik, hogy a tér vertikális kihasználása szempontjából az erdőszegélyben az interspecifikus különbségek kicsik.

Az erdőszegélytől bentebb viszont a vertikális profilok azt tükrözik, hogy a cserjepopulációk a korlátozottan rendelkezésre álló fény hasznosítását nagymértékű térfelosztással érik el, és ennek érdekében megkezdődik az erdő belsejére a Kárász (1975), valamint Kárász és munkatársai (1987) által kimutatott alacsony és magas cserjeszintbe való rendeződésük. Alátámasztja ezt az is, hogy a domináns cserjefajok relatív lombeloszlási görbéi (12. ábra) között csökkennek az átfedések, és magasság szerint jobban széthúzódnak. Az erdőszegélyhez képest a vizsgált belső sávban a relatív lombeloszlás alapján nagyobb interspecifikus eltérések mutathatók ki.

A lombborítás vertikális vizsgálatának az eredményei alapján feltehető, hogy a cserjék a fénykihasználás szempontjából az erdő

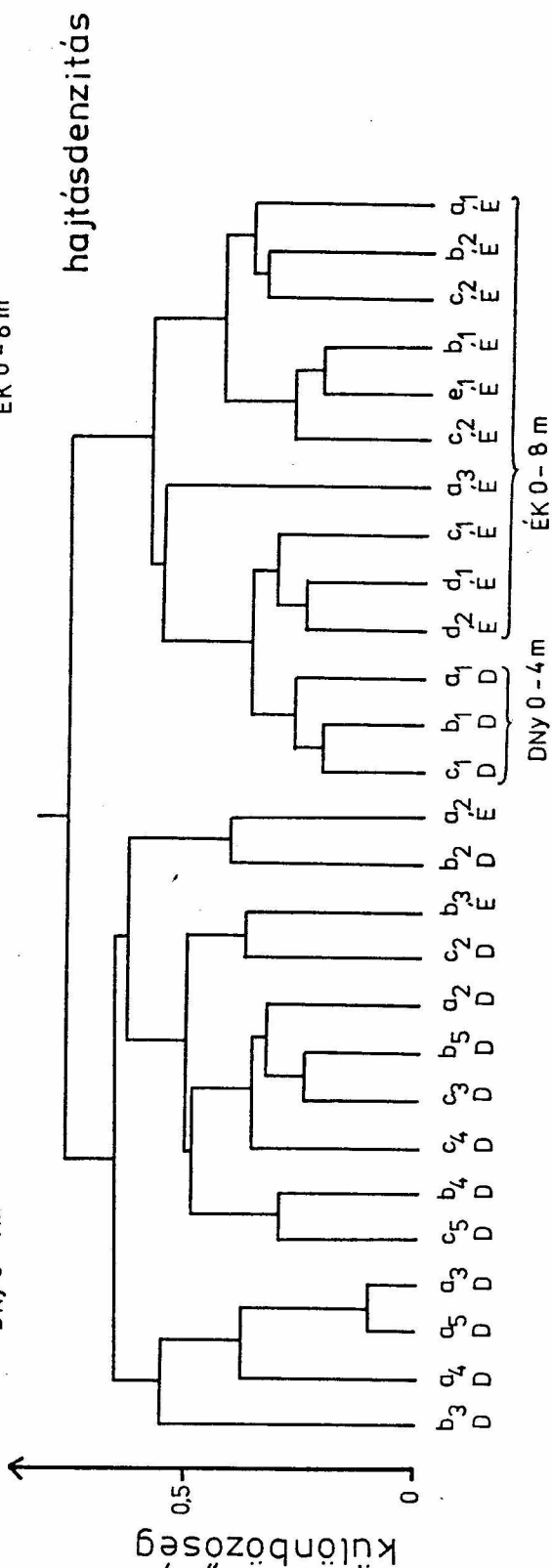
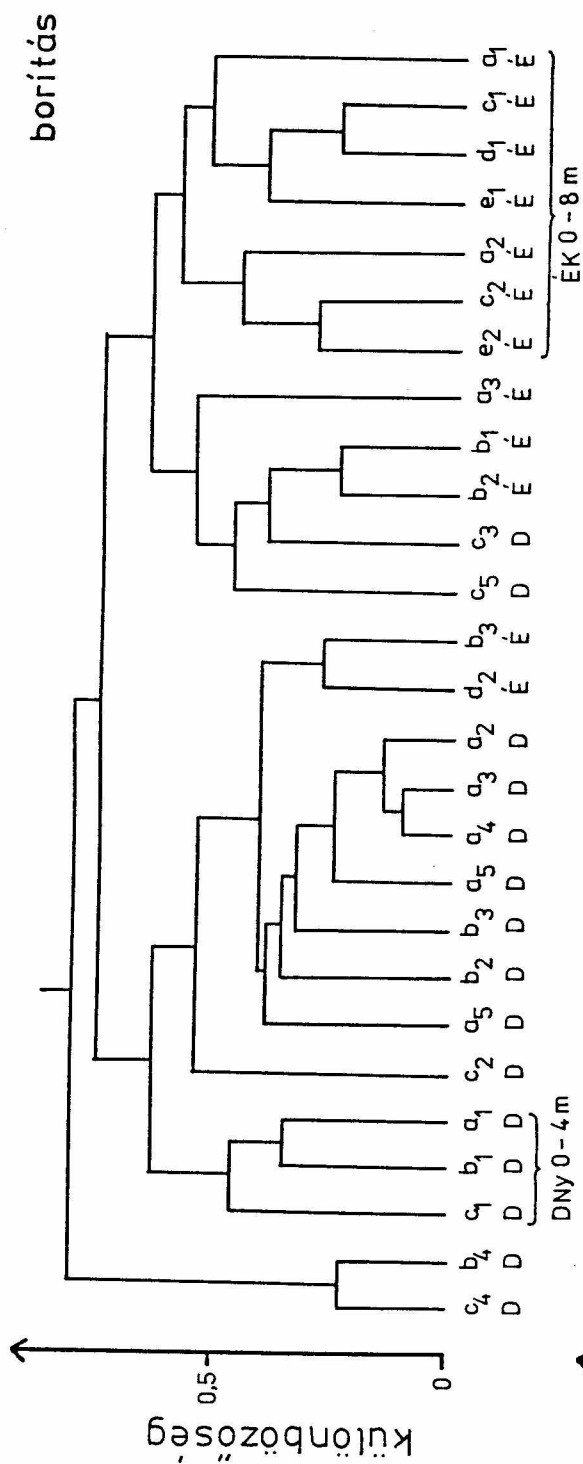
szélén generalistaként, az erdőállomány felé csatlakozó részeken pedig specialistaként viselkednek.

#### 4.2.2. A cluster analízissel nyert eredmények

A cluster analízist a mintavételi kvadrátokra két attributum, a cserjefajok földfeletti hajtásdensitása, illetve borítása alapján végeztük a Czekanowski-féle index felhasználásával és csoport átlag összevonási eljárással. A sokváltozós matematikai módszerrel először külön az ÉK-i (A,B,C,D,E), és külön a DNy-i (A,B,C) transzszektek mintakvadrátjait hasonlítottuk össze. Ezt követően a 8 transzszekt felvételi négyzeteit együtt kezeltük, és ezekre összevontan végeztük el a cluster analízist.

Az ÉK-i transzszektekre kapott dendrogramokon (13. ábra) két nagy hasonlósági blokk figyelhető meg. Az egyikben túlnyomórészt a 0-4 m közötti négyzetek csoportosulnak ( $a_1 \dots e_1$ ), a másikban pedig a 4-8 m között vizsgált négyzetek ( $a_2 \dots e_2$ ) helyezkednek el. Megfigyelhető, hogy a transzszektek 8-12 m közötti szakaszán felvett kvadrátok ( $a_3, b_3$ ) a dendrogramokon az előző két nagy csoporttól viszonylag jól elszeparálódnak, és alacsony hasonlósági értékkel kapcsolódnak hozzájuk.

A DNy-i vizsgálati hely esetében az előzőektől eltérő cluster-képzés állapítható meg (13. ábra). A dendrogramok egy csoportba tömörülve mutatják a transzszektek 0-4 m közötti négyzeteit ( $a_1 \dots c_1$ ), amelyek különösen a cserjék hajtásdensitása alapján kapcsolódnak egymáshoz nagy hasonlósági értékekkel. A dendrogramok jól szemléltetik azt is, hogy ettől a kis csoporttól magas különbözőségi értékkel külön válik egy nagy, a



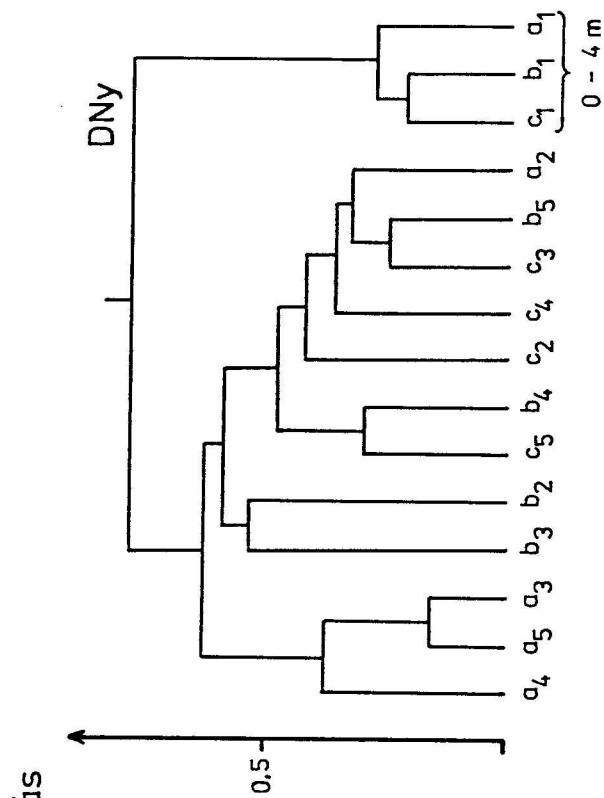
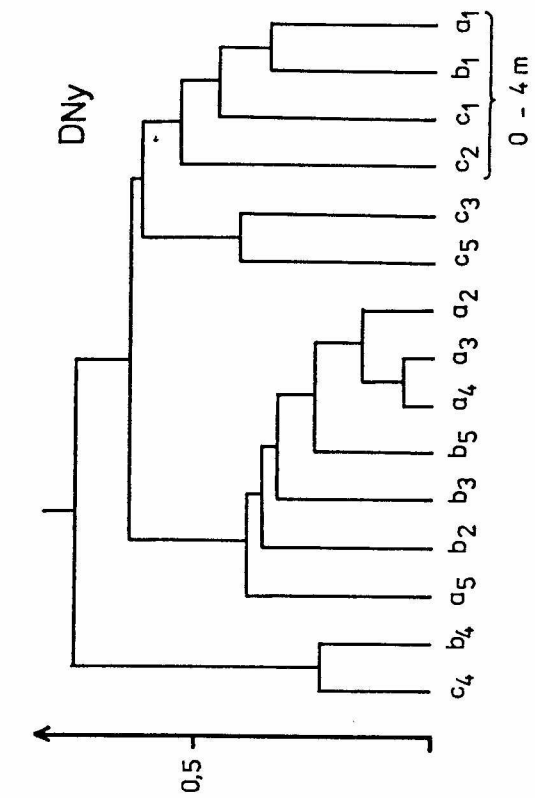
13. ábra. Az ÉK-i és a DNY-i transzszektek összevont cluster analízisének eredményei

transzszekteknek csaknem az összes többi mintavételi négyzetét magában foglaló hasonlósági blokk.

Az ÉK A,B,C,D,E és a DNy A,B,C jelzésű transzszektek összevont cluster analízise során az előzőekkel jól egyező kvadrát-csoportosulások mutathatók ki (14. ábra). A dendrogramokon a nyílt területhez közeli sávok (0-4 m és 4-8 m) kvadrátjai a többitől jól elkülönülve jelennek meg. Megfigyelhető, hogy az ÉK-i vizsgálati hely 0-8 m közötti és a DNy-i vizsgálati hely 0-4 m közötti négyzetei a cserjék hajtásdensitása alapján ugyanabban a nagy hasonlósági blokkban helyezkednek el. A borítás szerint azonban ezek a négyzetek két egymástól jól elkülönülő csoportba rendeződnek.

A cluster analízissel kimutatott kvadrátszétválások megerősítik a denzitás és borításváltozások (10. ábra) alapján tett megállapításainkat és igazolják, hogy a cseres-tölgyes erdő az ÉK-i kitettségű szélén 8 m, a DNy-i kitettségű szélén pedig 4 m széles cserjékből álló erdőszegéllyel határolódik el a szomszédos fátlan területtől. Wales (1972) és Ranney (1977) megfigyelései szerint a másodlagos erdőszegélyek szélessége az erdőállomány típusától, a kitettségtől és az erdészeti kezelésektől függően 5-20 m között változhat. A szerzők adataival összevetve az eredményeinket elmondható, hogy a vizsgált cseres-tölgyes mindkét kitettségű szélén a "szegély-hatás" viszonylag keskeny sávra korlátozódik. Az elemzések rámutatnak egyben arra is, hogy az erdő eltérő mikroklímájú ÉK-i és DNy-i kitettségű szélén elsősorban a cserjék hajtásborítása alapján különbözik az erdőszegély.





14. ábra Az ÉK-i és a DNY-i transzszektek dendrogramjai

#### 4.2.3. A diverzitás és az ekvitabilitás

A síkfőkúti mintaterületen a diverzitást a Shannon ( $H_S$ ) és a Hill ( $N_{1/2}$ ,  $N_1$ ) indexek felhasználásával számoltuk, egyrészt a cserjefajok földfeletti hajtásszáma, másrészt pedig a borítása alapján. A diverzitásindexek és az ekvitabilitás változásait a 15. ábrán szemléltetjük.

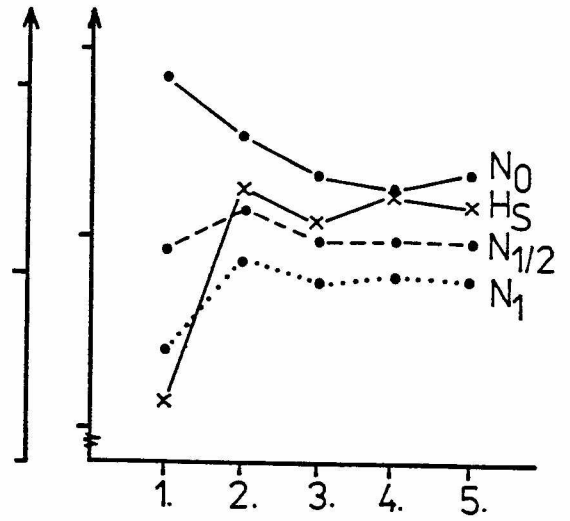
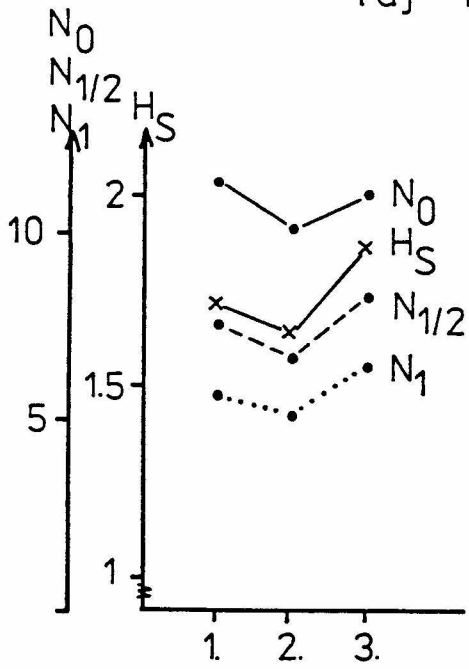
A különböző sávokban a két jellemző szerint számolt diverzitásértékek között eltérések mutathatók ki, ami Reiners et al. (1970) szerint a méretbeli eltérésekkel magyarázható. Szembetűnő, hogy az erdőszegélyben a faj-borítás diverzitásra, a bentebb elhelyezkedő sávokban viszont a faj-hajtásszám diverzitásra kaptunk magasabb értékeket. Az utóbbi eredmények egybevágóak Kárász et al. (1987) megállapításaival. Az ekvitabilitás alapján az erdőszegélyben a lombborítás, a belső sávokban pedig a hajtásdensitás esetében állapítható meg egyenletesebb fajok közötti megoszlás. Az eredmények egyben azt is jelzik, hogy az erdőszegélyben a cserjeszint struktúrájának a rendezettsége a lombborítás szempontjából kisebb, a hajtásszám alapján viszont nagyobb, mint az erdő belseje felé csatlakozó részeken.

A különböző jellemzők alapján megadott diverzitások Whittaker (1972) szerint nemcsak a struktúra rendezettségéről, hanem a niche-tér fajok közötti felosztásáról is viszonylag jól tájékoztatnak, hiszen a fajjelentőség megállapításához felhasznált sajátosságok egyben azt is tükrözik, hogy a jelenlevő populációk között milyen a rendelkezésre álló források szimultán felosztása. Szabó M. (1984) a niche-elmélettel foglalkozó összefoglaló tanulmányában kiemeli, hogy a társulások diverzitását a

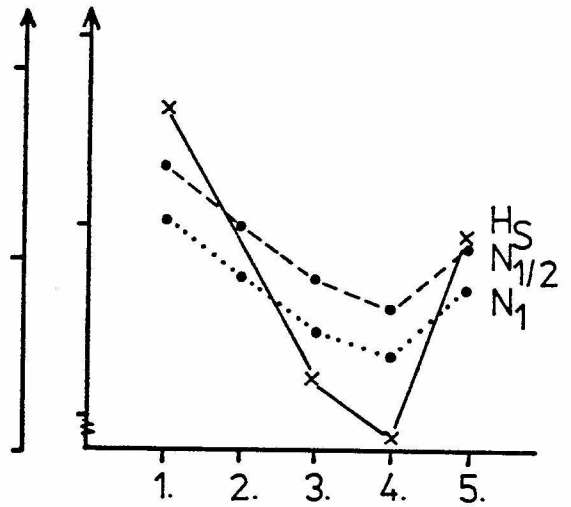
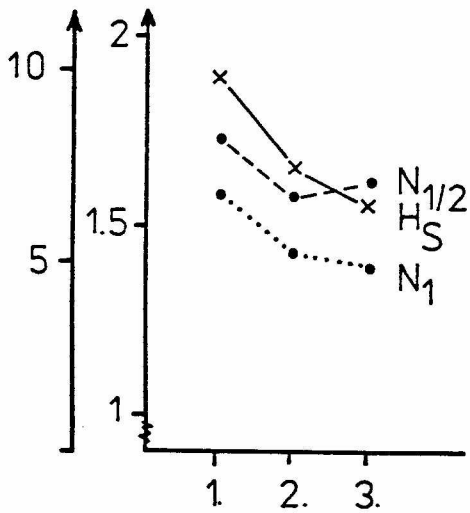
ÉK-i szegély

DNy-i szegély

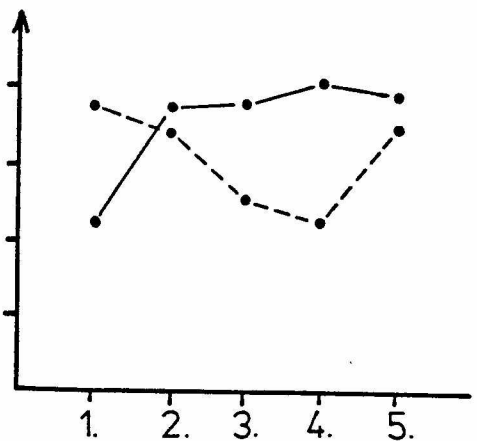
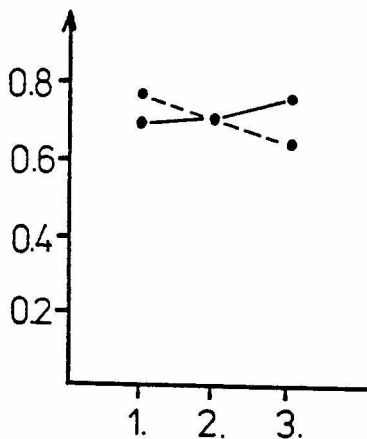
Faj - hajtásszám diverzitás



Faj - relatív borítás diverzitás



Ekvitabilitás (—•— hajtásszám; ---•--- borítás)



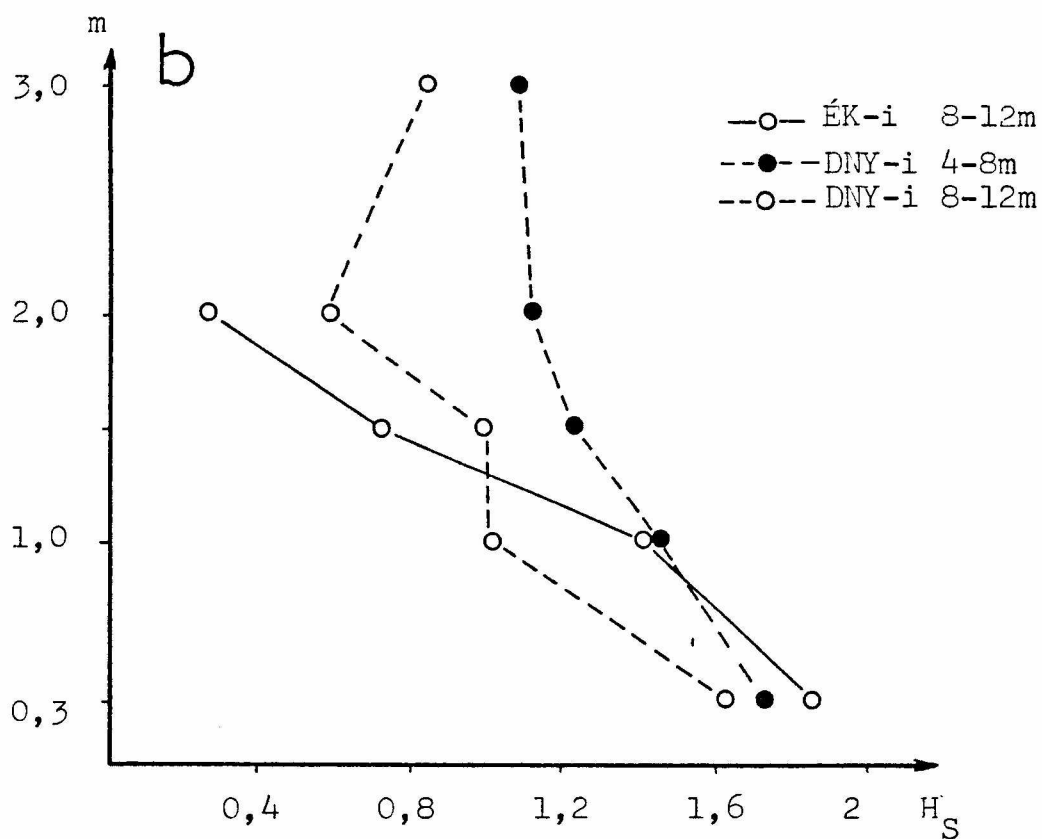
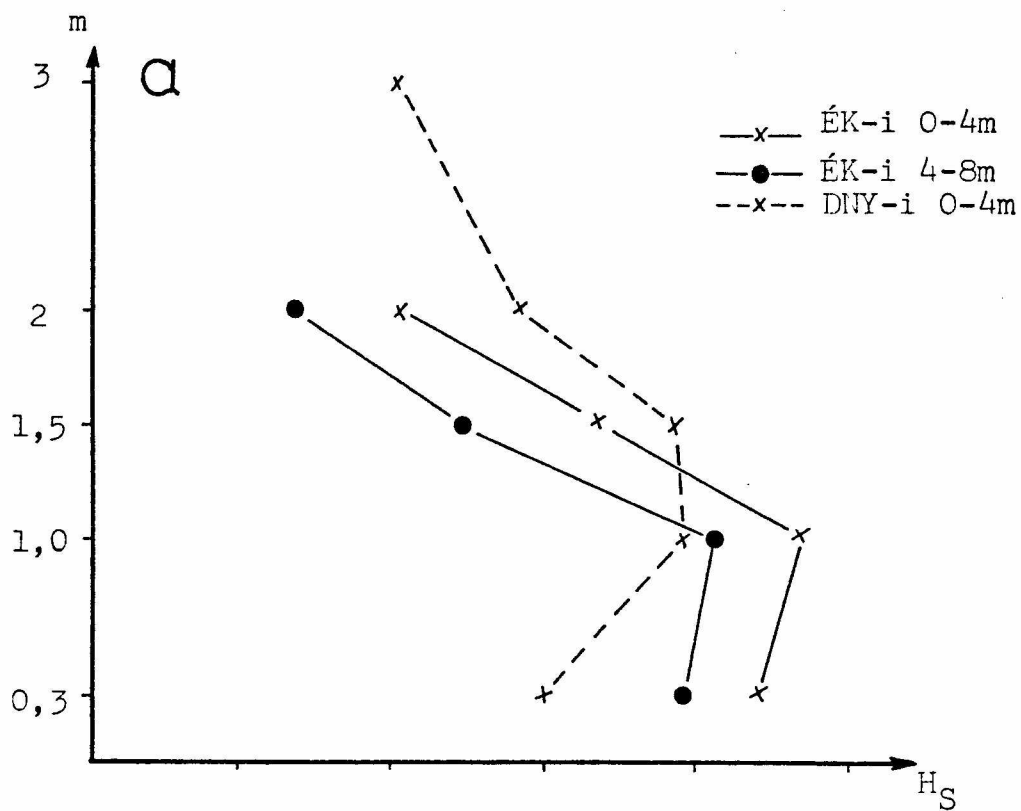
15. ábra A diverzitás és az ekvitabilitás változása a különböző sávokban /1: 0-4 m, 2: 4-8 m, 3: 8-12 m, 4: 12-16 m, 5: 16-20 m/

forrásfelosztás hozza létre, és kiemeli azt is, hogy minél korlátozottabban áll rendelkezésre egy adott resource, annál inkább ennek a fajok közti felosztása szabja meg a többi niche-tengely mentén történő felosztást. Whittaker (1965) a növényi populációknál lokális léptékben a niche-tér fő tengelyeinek a megvilágítás-intenzitást és a talajnedvességet tekinti.

Niche-elméleti megközelítésben elemezve az eredményeinket, a nagy megvilágítás-intenzitású erdőszegélyben a magas faj-borítás diverzitás és ekvitabilitás értékek alapján a cserjefajok viszonylag egyenletes fénykihasználására és a megvilágítás-intenzitás niche-dimenzió mentén kismértékű kompetícióra következtethetünk. A diverzitás-vizsgálatok megerősítik, hogy az erdőszegélyben a fényre adott lombborítás-válaszok vonatkozásában nem mutathatók ki nagy interspecifikus különbségek. Az előzőektől eltérően a faj-hajtásszám diverzitás alapján viszont valamelyik más niche-dimenzió mentén egyenlőtlen fajok közötti forrásfelosztást várhatunk.

Az erdőszegélytől bentebb a borítás cserjék közötti egyenlőtlen eloszlását a gyenge árnyékfényért folyó kompetíció határozza meg, amelyben Newman (1973) szerint már a csekély magasságbeli különbség is előnyt jelenthet egy-egy faj populációja számára, miközben más fajok visszaszorulnak. A faj-hajtásszám diverzitás alapján az erdőszegélyhez képest egyenletesebb forrásfelosztás és a vegetatív hajtásképzés mérséklődése állapítható meg.

A faj-borítás diverzitás vertikális változásait vizsgálva (16. ábra), mindegyik tanulmányozott sávban letről felfelé történő



16. ábra A Shannon-formula alapján számolt diverzitás magasság szerinti alakulása a cseres-tölgyes erdő szegélyének külső/a/ és belső /b/ sávjaiban ÉK-i és DNY-i kitettségben

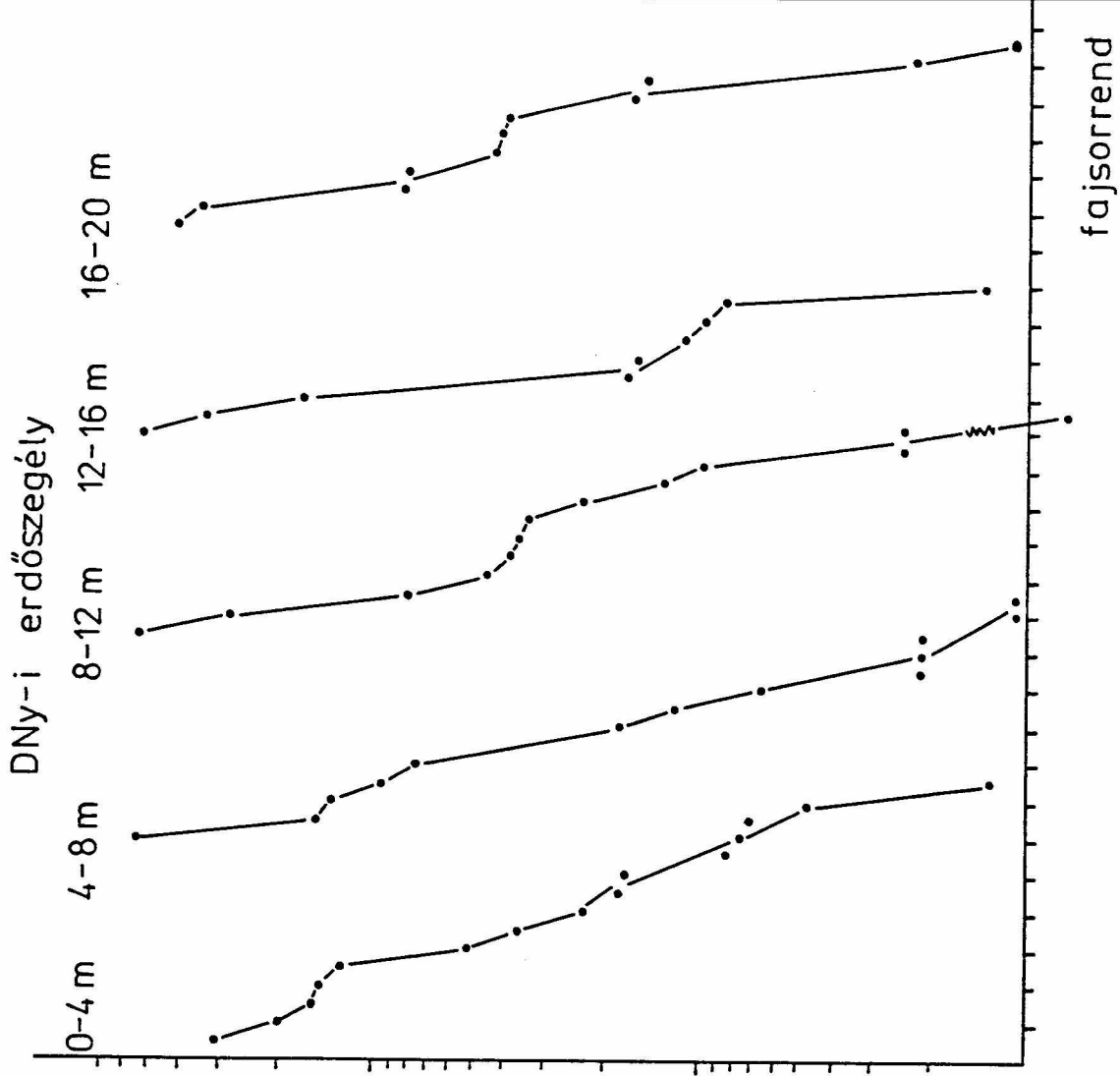
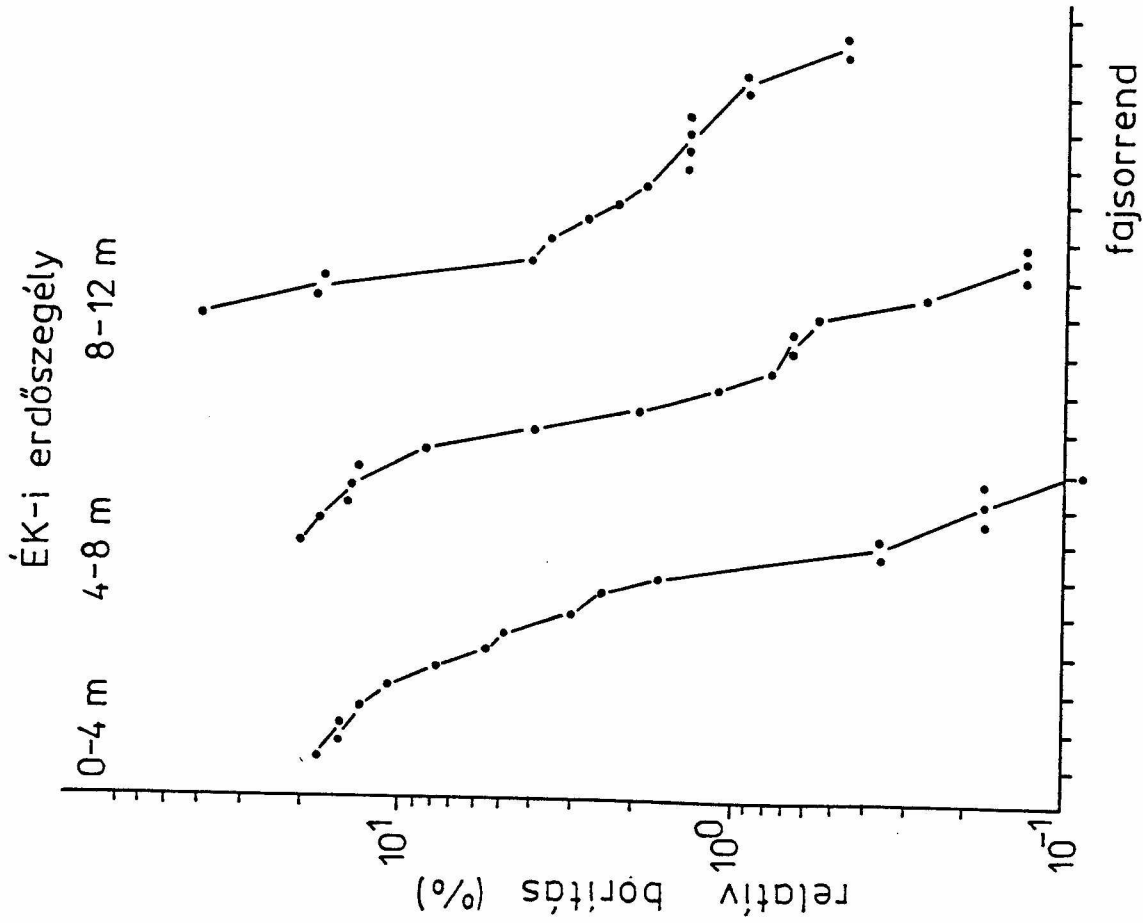
csökkenő tendencia állapítható meg. Az erdőszegélyben nagy diverzitás értékek figyelhetők meg 1.0, illetve 1.5 m-en, a belső sávokban pedig 30 cm magasságban.

#### 4.2.4. A dominancia-diverzitás görbék

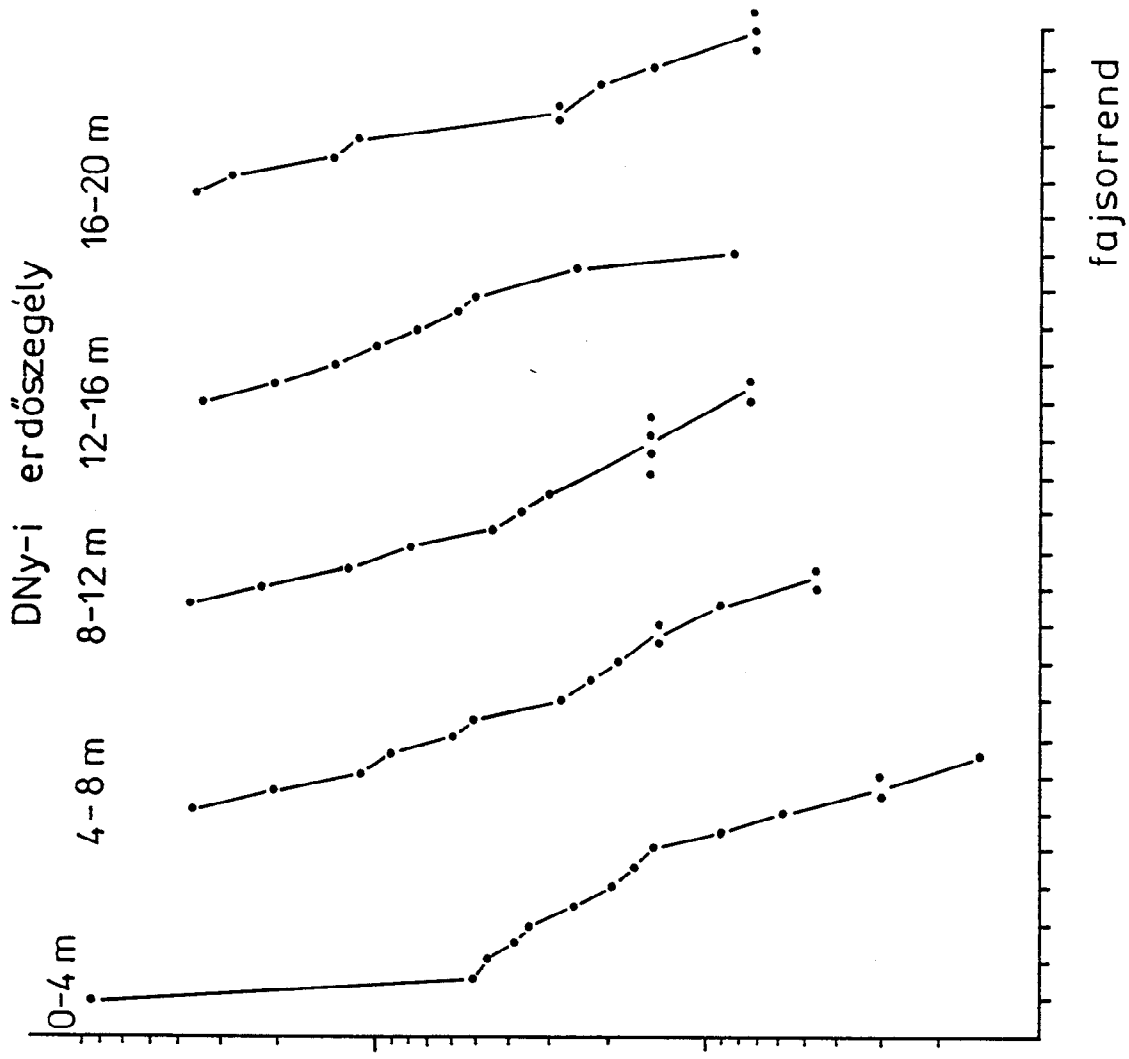
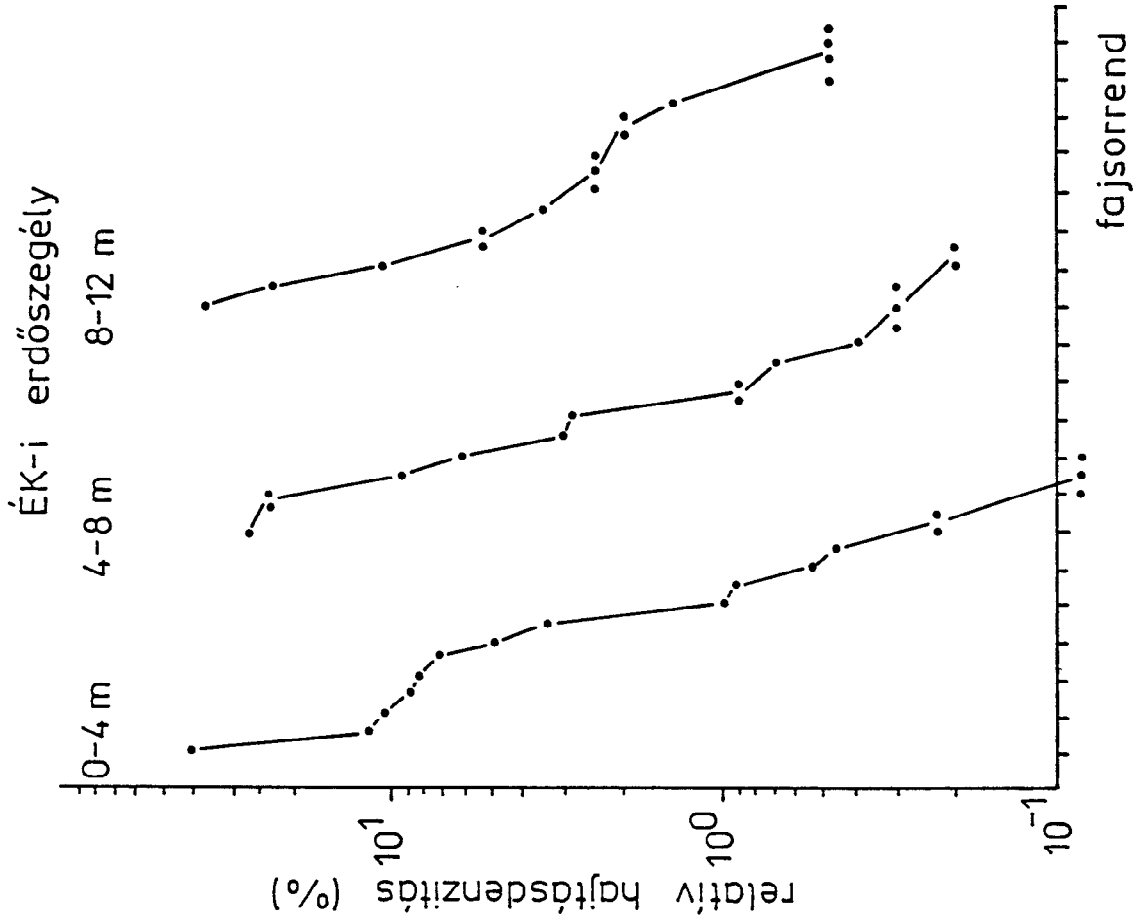
A diverzitások és a niche-tér felosztás kapcsolatának a tanulmányozásához mindegyik sávra megszerkesztettük a Whittaker (1965) által bevezetett dominancia-diverzitás görbéket (17. és 18. ábra). Az importancia-értékek megállapításához a cserjefajok sávonkénti átlagos relatív borítását, valamint relatív hajtásdensitását használtuk fel.

Az egyes sávokban a faj-borítás és a faj-hajtásszám dominancia görbék (17. és 18. ábra) között különbségek állapíthatók meg, ami összhangban van a diverzitás-vizsgálatoknál tapasztaltakkal. A két jellemző alapján készített görbék az erdőszegélyben a felső szakaszukon, az erdő belseje felé elhelyezkedő sávokban pedig az alsó szakaszukon különböznek.

Az erdőszegélyt reprezentáló sávokban a faj-borítás dominancia-diverzitás görbék felső, kis meredekségű és görbült részén egymáshoz közel helyezkedik el 4-5 domináns faj (17. ábra). Az ÉK-i kitettségű erdőszegélyben itt figyelhető meg az *Acer tataricum*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina* és a *Cornus sanguinea*. A DNy-i kitettségű erdőszegélyben pedig ezen a szakaszon találjuk a *Ligustrum vulgare*, *Quercus petraea*, *Quercus cerris*, *Cornus mas* és az *Acer tataricum* cserjefajokat. Feltehető egyrészt az, hogy az erdőszegélyben valószínűleg nincs egyetlen olyan faj sem, amelyiknek nagy kompetíciós előnye lenne, és a releváns



17. ábra A faj-relatív borítás dominancia-diverzitás görbék a különböző sávokban



18. ábra A faj-relatív fajtszám-dominancia-diverzitás görbék a különböző sávokban



megvilágítás niche-dimenzió nagy részét elfoglalná, másrészt azt jelzi, hogy a környezeti tényezők több faj számára lehetnek kedvezőek. Ennek a bizonyításához azonban nincsenek kellő ismereteink a fajok fény- és víztoleranciájáról. A faj-borítás dominancia-diverzitás görbék felső részét követő meredekebb szakaszán a relatív borítás logaritmikus tengelye mentén az alárendelt és a kis jelentőségű fajok egyenletesen széthúzódnak.

A cserjék relatív hajtásdensitásának felhasználásával készített görbe az erdőszegélyben S-alakú (18. ábra), és a felső nagy meredekségű egyenes szakaszát egyetlen faj, a *Ligustrum vulgare* határozza meg. A görbék kevésbé meredek görbült részén elsősorban azokat a fajokat találjuk, amelyek a borítás alapján a dominánsnak mutatkoztak. Az ezt követő egyenes szakaszon a kis jelentőségű fajok széthúzóva helyezkednek el.

Az erdőszegélytől bentebb a relatív borítás alapján szigmoid görbéket kaptunk (17. ábra). Szembetűnő, hogy a görbék felső szakasza fokozatosan kiegyenesedik, és meredeksége is jelentősen növekszik. A felső szakaszon nagy importancia-értékkel van jelen a *Cornus mas* és az *Acer tataricum*, amelyek a niche-tér nagy részét elfoglalják. A fajok többsége a görbék kisebb meredekségű, középső szakaszán helyezkedik el. Ez arra utal, hogy a fajok nagy része a niche-tér egy-egy speciális részéhez alkalmazkodva van jelen a belső sávokban. A niche foglalási elmélettel (Whittaker 1965) egybevágóan a dominancia-diverzitás görbék az alacsony megvilágítás-intenzitású habitat-en a faj-borítás diverzitáshoz hasonlóan a niche-tér felosztás rendezettségét tükrözik.

Az előzőektől eltérően a belső sávokra kapott faj-relatív hajtásdensitás dominancia-diverzitás görbéken (18. ábra) a

cserjefajok egyenletesen széthúzódva jelennek meg. Ezzel összhangban a faj-hajtásszám diverzitás és ekvitabilitás az erdőszegélyhez képest nagyobb.

A dominancia-diverzitás görbék alapján az erdőszegélyben a forrásoknak az erdő belsejétől eltérő fajok közötti felosztásra következtetünk. Ez főként arra vezethető vissza, hogy az erdő szélén a fák eltávolításával a resource-ok egy része szabaddá vált, amiknek a betöltése feltehetőleg a forrásokért folyó kompetícióban is változást okozott.

#### 4.2.5. A cserjék niche-szélessége

Az egyes fajok vertikális lombeloszlását a fénykihasználásukat tükröző niche-jellemzőnek tekintettük, és a niche-szélességük becsléséhez használtuk fel.

A két vizsgálati hely egymásnak megfelelő sávjaiban az egyes magassági szintekben megállapított relatív lombborítás alapján az erdő szegélyében és a belső sávokra 14 faj átlagos niche-szélességét állapítottuk meg Levins (1968) formulájának a felhasználásával (7. táblázat).

Az erdőszegélyben a vizsgált fajok nagy részének nagyobb a niche-szélessége, mint a belső sávokban. A 14 faj átlagában a niche-szélesség középértéke az erdőszegélyben 2.59-nak, az erdő belseje felé csatlakozó részeken pedig 2.34-nak adódott. Az erdőszegélyben nagy niche-szélességgel előforduló fajok között találjuk az erdőszukcesszió korai stádiumaira jellemző fajokat, így a *Rosa canina*, *Prunus avium* és *Prunus spinosa* fajokat. Parrish és Bazzaz (1976, 1982) más niche-jellemzőt vizsgálva szintén az ilyen

fajoknál állapítottak meg nagy niche-szélességeket. Ezek mellett az erdő szélén tág niche-szélesség jellemzi az erdő magas cserjeszintjében élő, fényigényes *Acer tataricum* és *Quercus cerris*, valamint a *Viburnum lantana* cserjefajokat.

Az előzőekkel szemben az erdő felé csatlakozó részeken viszonylag nagy a *Crataegus monogyna*, a *Ligustrum vulgare* és az *Euonymus europaeus* niche-szélessége. A többi faj esetében a két termőhelyen megállapított niche-szélességek között csak kismértékű eltérés figyelhető meg.

A vizsgálati eredmények arra utalnak, hogy a megvilágítás niche-dimenzió mentén az erdőszegélyben kevésbé szegregálódnak a cserjefajok niche-ei, mint az erdő belsejében.

4.3. A szubmontán bükkös gyepszintjének strukturális átrendeződései az erdő és irtás közötti erdőszegélyben

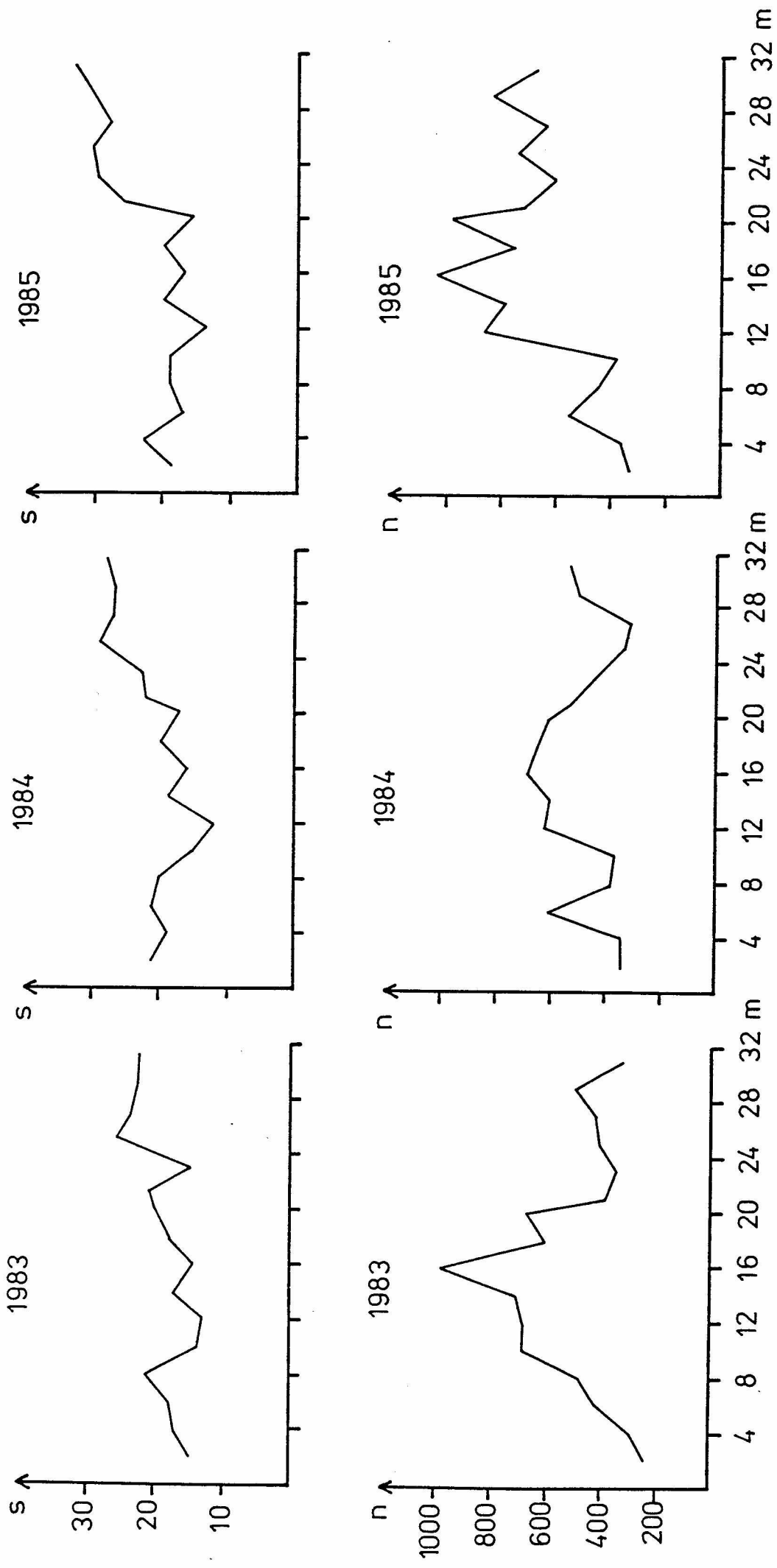
4.3.1. A fajszám és a földfeletti hajtássűrűség alakulása a transzszektekben

A lágyszárú növényzet fajösszetételére és hajtássűrűségére vonatkozó alapadatokat a 8. és 9. táblázatokban foglaltuk össze.

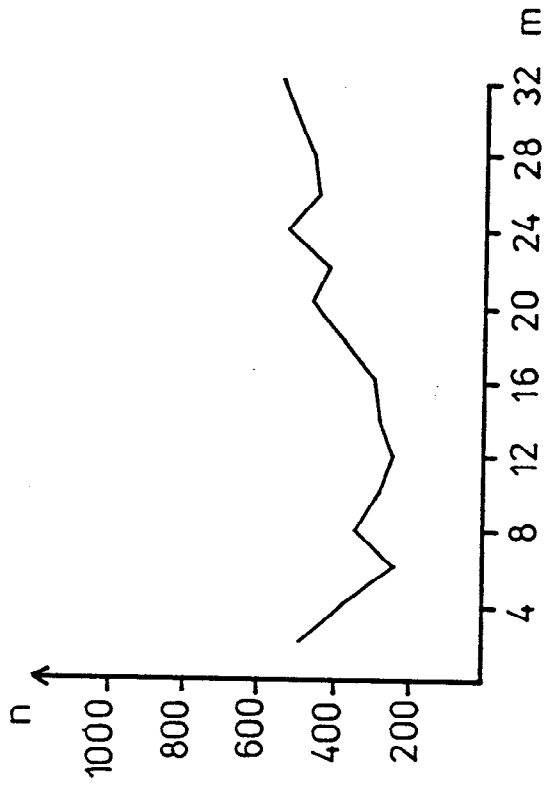
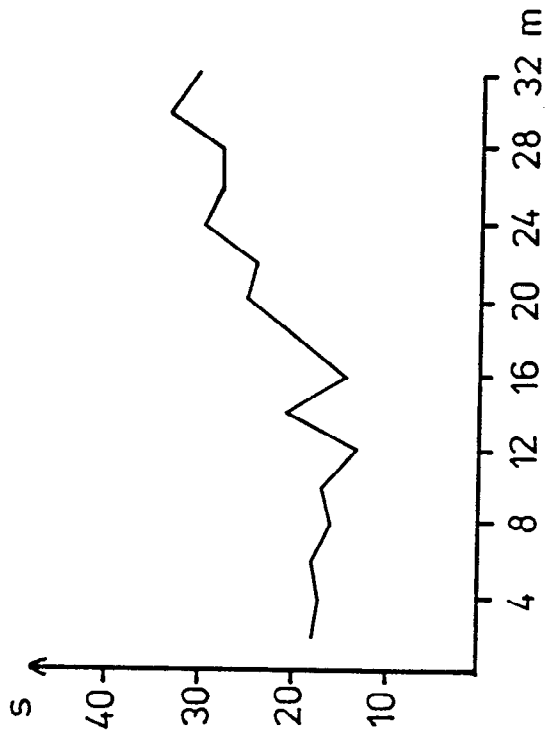
A gyepszintet alkotó fajok száma a transzszekteknek az erdő belsejében, az erdőszegélyben és az irtáson húzódó részén eltérő (19. és 20. ábra). Az erdő belsejébe nyúló transzszektszakaszon viszonylag kevés (15-23 db) faj van jelen, amelyek zömmel tipikus bükkös lágyszárú fajok (pl. *Asperula odorata*, *Dentaria bulbifera*, *Melica uniflora*, *Mercurialis perennis*, *Stellaria holostea*) és a fák újulatai. A vizsgálatok során ezekben a négyzetekben megfigyelt fajösszetétel jól megegyezik a Komlódi 1981-ben közölt tarvágást megelőző fajlistájával (Komlódi 1981).

Az erdőszegélyben több új faj megtelepedése mutatható ki. Az I. transzszektben (8. táblázat) itt jelenik meg pl. a *Galium aparine*, a *Galium schultesii*, a *Fragaria vesca*, a *Polygonum dumetorum*, a II. transzszektben (9. táblázat) pedig a *Calamagrostis epigeios*, a *Dactylis polygama*, a *Poa nemoralis*, de ezek mellett azonban nagyszámban maradtak meg a bükkösre jellemző fajok is.

Az irtáson elhelyezkedő kvadrátokban a fajszám magas értékeket ér el (19. és 20. ábra), ami egybevág a Tóthmérész (1987) által közölt adatokkal. Az irtásnövényzetben az erdőszegélyhez képest jóval több új faj jelent meg. Tömegesen fordul elő ezekben a négyzetekben pl. a *Calamagrostis epigeios*, a *Cirsium arvense*, a *Cirsium vulgare*, a *Festuca gigantea*, a *Fragaria vesca*, a *Veronica*



19. ábra A fajsám /s/ és a hajtásdensitás /n, db m<sup>-2</sup>/ változása az I. transzszektben



20. ábra A fajszám /s/ és a hajtásdenszitás /n, db m<sup>-2</sup>/ változása a II. transzszektben  
1985-ben

officinalis.

Az 1983-1985 között végzett vizsgálatok során az erdő szélén a gyepszint fajszáma az erdő belsejéhez hasonlóan csak kismértékű évenkénti változásokat mutatott (19. ábra). Ezzel szemben az irtáson elhelyezkedő négyzetekben a fajszám évről évre jelentősen nőtt.

A földfeletti hajtásdensitás (19. és 20. ábra) a transzszektek erdő belsejébe nyúló részén alacsony, és a vizsgálati évek során csak kismértékű fluktuációt mutatott.

Az erdő és az irtott terület érintkezésében a gyepszint hajtássűrűsége növekszik, ami egyrészt az új fajok megtelepedésére, másrészt pedig néhány bükkös lágyszárú növény hajtásszámának az emelkedésére vezethető vissza (8. és 9. táblázat).

Az I. transzszekt erdőszegélyben elhelyezkedő részén nagymértékű hajtásdensitás növekedés figyelhető meg (19. ábra). Ez azzal magyarázható, hogy a Melico-Fagetum melicetosum irtással szomszédos szélén a szubasszociációt alkotó *Melica uniflora* továbbra is megtartotta egyeduralkodó szerepét, és a földfeletti hajtásainak a száma megsokszorozódott. Ezt követően az I. transzszekt irtás felé kinyúló részén a gyepszint hajtássűrűségében jelentős visszaesés tapasztalható, ami a *Melica uniflora* háttérbeszorulásával, és az újonnan megtelepedett fajok viszonylag nagyméretű egyedeivel magyarázható.

Az előzőektől eltérően a II. transzszekt mentén (20. ábra) az erdő szélén a gyepszintben a hajtásdensitás lassú és fokozatos növekedése állapítható meg. Ebben a transzszektben az irtáson elhelyezkedő négyzetekben további kismértékű denzitás emelkedés

észlelhető.

A hároméves vizsgálat során az I. transzszekt mentén a gyepszint földfeletti hajtássűrűségének legdinamikusabb változásait az erdőszegélyben figyeltük meg. 1983-ban a tarvágást követő harmadik évben az itt elhelyezkedő kvadrátokban nagy hajtásdensitást kaptunk, majd 1984-ben tekintélyes visszaesést tapasztaltunk, főként a *Brachypodium silvaticum* esetében megfigyelt csökkenések miatt (8. táblázat). 1985-ben azonban az erdőszegélyben nagymértékű hajtásdensitás növekedés következett be a gyepszintben, és a *Melica uniflora* dominanciája erősödött.

Az erdőszéli kvadrátokban jelentkező nagy hajtásdensitás arra utal, hogy az erdőszegélyben az aggregáció és a vegetatív hajtásképzés felerősödik, ami összhangban van a cseres-tölgyes cserjeszegélyében tett megállapításokkal.

#### 4.3.2. A fajkicserélődési görbék és a differenciál profilok

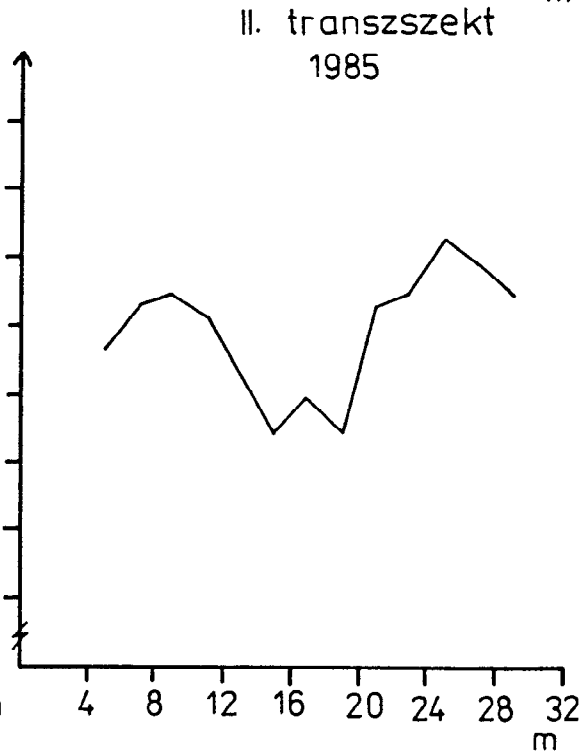
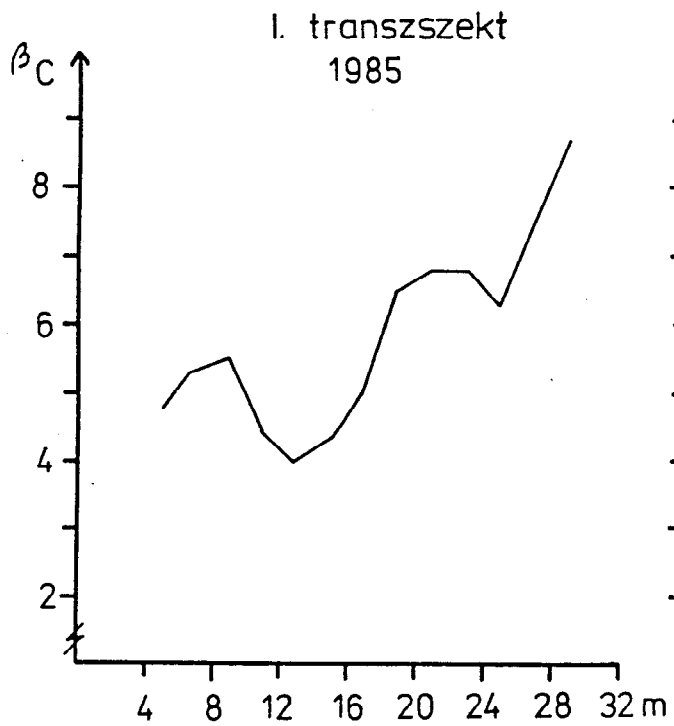
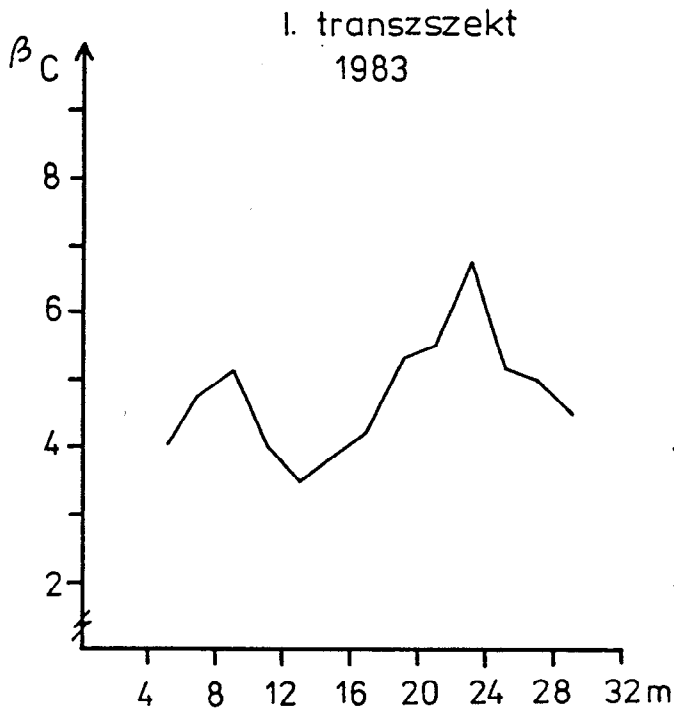
A fajkicserélődést (species turnover) és a differenciál profilokat gyakran használják fel a különböző állományok közötti határok, az ökotonok megállapítására és leírására (Beals 1969, Fresco 1972, Hobbs 1986, van der Maarel 1974, 1976, Whittaker 1960, Wilson és Shmida 1984). Különösen a grádiens-analízis hívei tanulmányozzák széleskörűen mind a kettőt. A fajkicserélődési arány és a prezencia-abszencia adatokra épülő egyszerű differenciál profil a fajösszetételbeli változásokat jelzi a valós térben és lényegében a béta-diverzitásról tájékoztat bennünket. Az érintkező állományok eltéréseiről, határaitól még pontosabb információt nyerhetünk, ha a differenciál profilokat más textúra jellemző



bevonásával is elkészítjük. Ezért a saját vizsgálati anyagunk értékelése során a prezencia-abszencia adatokon kívül figyelembe vettük az egyes fajok földfeletti hajtássűrűségét is a differenciál profilok készítéséhez. A fajkicserélődési görbéket (21. ábra) és a differenciál profilokat (22. és 23. ábra) a transzszektek mentén kapott értékek háromtagú mozgóátlagolása után készítettük el (Fritts 1976, Kovacsics 1979).

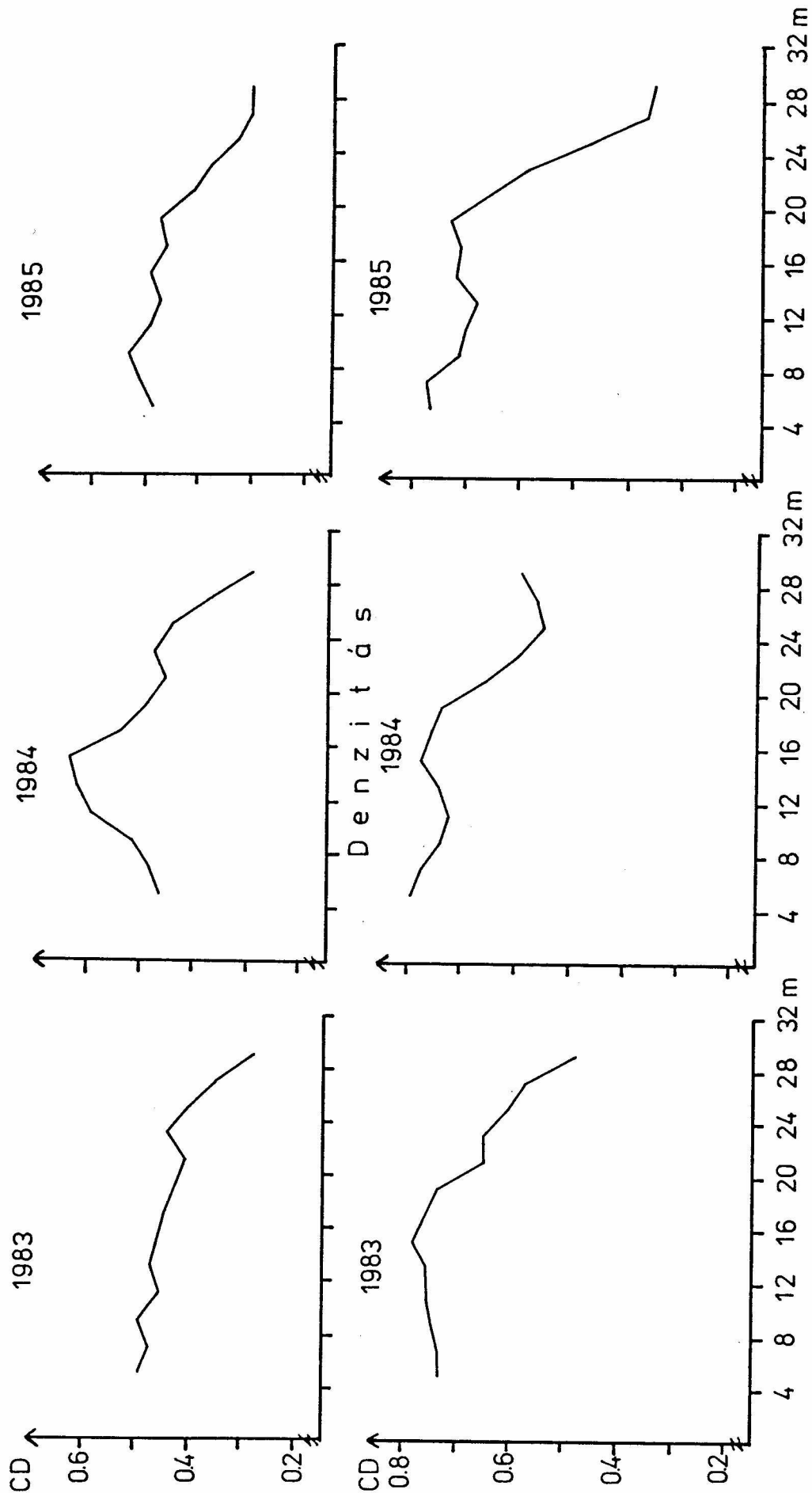
A "simított" fajkicserélődési görbéken (21. ábra) két csúcs figyelhető meg. Wilson és Shmida (1984) magasság szerinti grádiens mentén kapott fajkicserélődési görbéi hasonló lefutásúak, amelyeken a csúcsok az állományok közötti átmenetekről tájékoztatnak. A vizsgálataink során kapott fajkicserélődési görbék egyik csúcsa a transzszektek erdő belsejébe nyúló szakaszára esik, és az erdő, illetve a szegély gyepszintjének fajösszetételbeli különbségeit jelzi. A másik csúcs a transzszektek irtott területen elhelyezkedő részén jelenik meg, és az erdőszegély, valamint az irtásnövényzet fajgarnitúra eltéréseire utal. A fajkicserélődési görbéken a két csúcs magassága jelentősen eltér. Ebből arra következtethetünk, hogy az erdőszegély a gyepszint fajösszetétele szempontjából az erdőhöz sokkal közelebb áll, mint az irtásnövényzethez.

A két transzszekt mentén a gyepszint változásait nagyon hasonló differenciál profilokkal írhatjuk le (22. és 23. ábra). A differenciál profilokon nincsenek nagy törések, ami azt tükrözi, hogy az erdő és az irtott terület éles fiziognómiai határán a gyepszintben az átmeneti mikroklímater hatására a struktúrák fokozatos átrendeződése következik be.

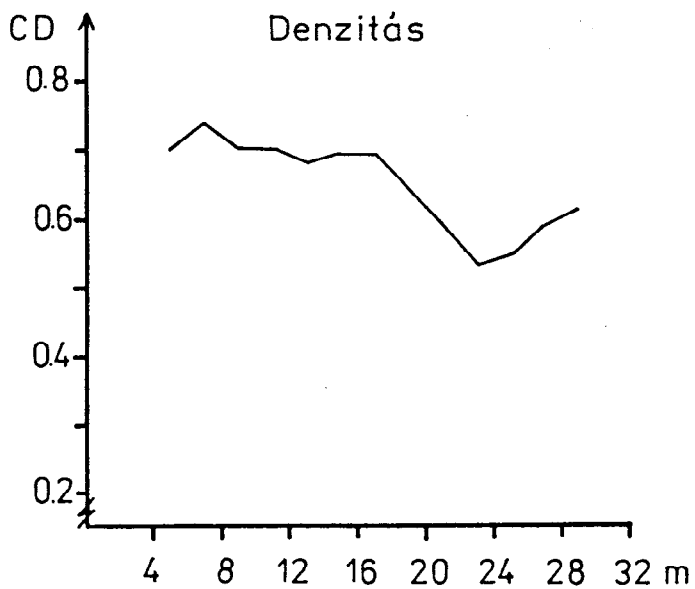
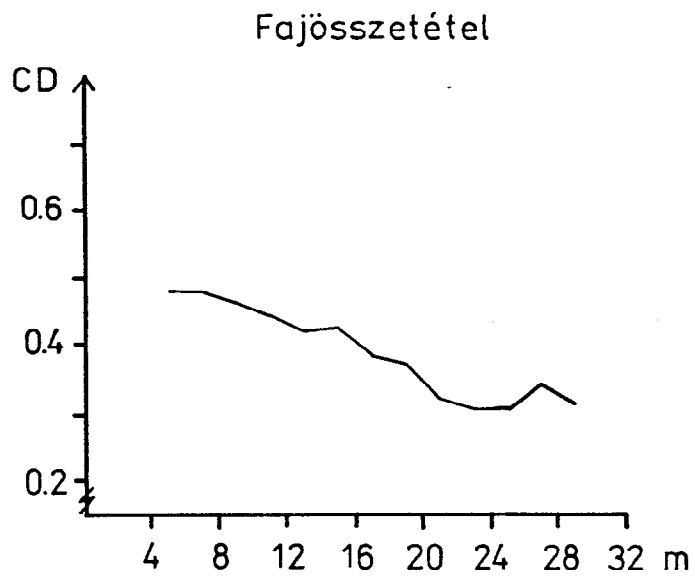


21. ábra A fajkicserélődés változása az I. és II. transzszektben

Fajösszetétel



22. ábra Az I. transzszekt differenciál profiljai /CD: különbözőség/



23. ábra A II. transzszekt differenciál profiljai;  
1985 /CD: különbözőség/

A prezencia-abszencia adatok alapján alacsonyabban futnak a differenciál profilok, mint a földfeletti hajtássűrűség szerint. Ez azt támasztja alá, hogy a tarvágást követően az erdő szélén és az irtáson a mikroklimatikus tényezők hatására a gyepszint fajösszetételében kisebb átalakulások következtek be, mint a földfeletti hajtássűrűségben.

A differenciál profilok magas különbözőségi értékkel kezdődnek, és az első szakaszuk meredeksége kicsi. Ezt követően azonban a különbözőségi értékek csökkennek és a meredekség növekszik. Hobbs (1986) az ehhez hasonló differenciál profilok magyarázatánál felveti, hogy ha viszonylag nagy fajkicserélődésű növényzetet vizsgálunk, a különbözőségi koefficiensek a transzszektek (vagy grádiensek) távolabbi végén (vizsgálatainkban az erdő belseje) nagy "információ veszteséget" eredményeznek, mivel a kvadrátok nagyon hasonlóak egymáshoz. Ugyanakkor a transzszektek közelebbi végén (jelen esetben az irtáson elhelyezkedő kvadrátok) ezek a koefficiensek a változásokat túlhangsúlyozzák.

A differenciál profilok alakja jelzi, hogy a vizsgált növényzeti jellemzők változásának a grádiense a transzszektek egyes szegmentjein különbözik. Megállapítható, hogy a gyepszint átrendeződése az erdő belseje és a szegélye között lassú, és nagyon fokozatos. Ezzel szemben az erdőszegélyből az irtás felé haladva a görbék nagyobb mértékű fajösszetétel és földfeletti hajtásdensitás változásokat tükröznek. Az előzőek alapján elmondható, hogy a differenciál profil módszerrel a fajkicserélődési vizsgálatokkal jól egyező eredményeket kaptunk.

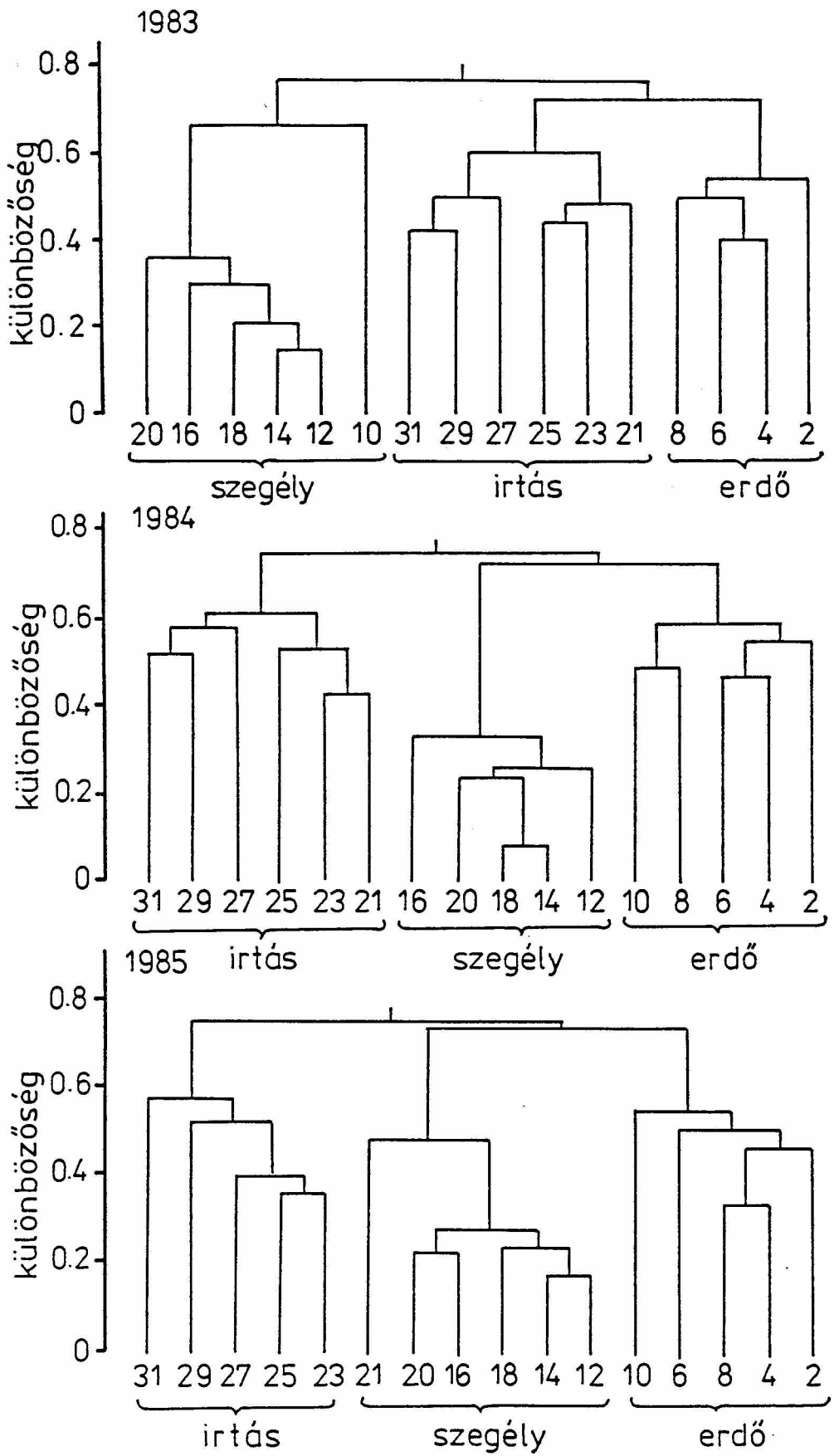
A fajkicserélődési görbék és a differenciál profilok nagyon tetszetősek, de csak azt teszik lehetővé, hogy az

erdő-erdőszegély-irtás transzszektek mentén a mikroklimatikus tényezők hatására a gyepszint fajösszetételében és hajtássűrűségében bekövetkező változások grádienseire következtessünk. Nem használhatók fel azonban arra, hogy a kvadrátokat transzszektszegmentekbe csoportosítsuk, és az erdő, valamint az irtott terület között megállapíthassuk az erdőszegély szélességét. Ehhez csak a klasszifikációs eljárások alkalmasak, bármennyire is tiltakoznak ellenük a grádiens-analízis módszerek hívei.

#### 4.3.3. A clusteranalízisek eredményeinek az értékelése

A prezencia-abszencia adatokat és a fajok földfeletti hajtásdensitását figyelembe véve a transzszektek mintakvadrátjainak a különbözőségét csoport-átlag módszerrel végzett clusteranalízissel is értékeltük.

Az I. transzszektre kapott dendrogramon (24. ábra) három csoport állapítható meg, amelyekben egymástól elkülönülve találjuk az erdő belsejében, az erdőszegélyben és az irtáson elhelyezkedő négyzeteket. Az 1983. évi dendrogramon az erdő belsejében és az irtott területen felvett kvadrátok csoportja egymáshoz kapcsolódva egy nagy tömböt alkot, és az "erdőszegély-csoport" elszeparálódik tőlük. 1984-ben és 1985-ben viszont az erdő és az erdőszegély kvadrátjainak a csoportjait már egy blokkban figyelhetjük meg. A cluster-analízis szerint a Melico-Fagetum melicetosum szélén az erdőszegély a permanens transzszektekben 1983-ban 10-20 m, 1984-ben 12-20 m és 1985-ben 12-21 m között volt kimutatható. A hároméves vizsgálati periódus során megfigyelt kismértékű eltolódás arra



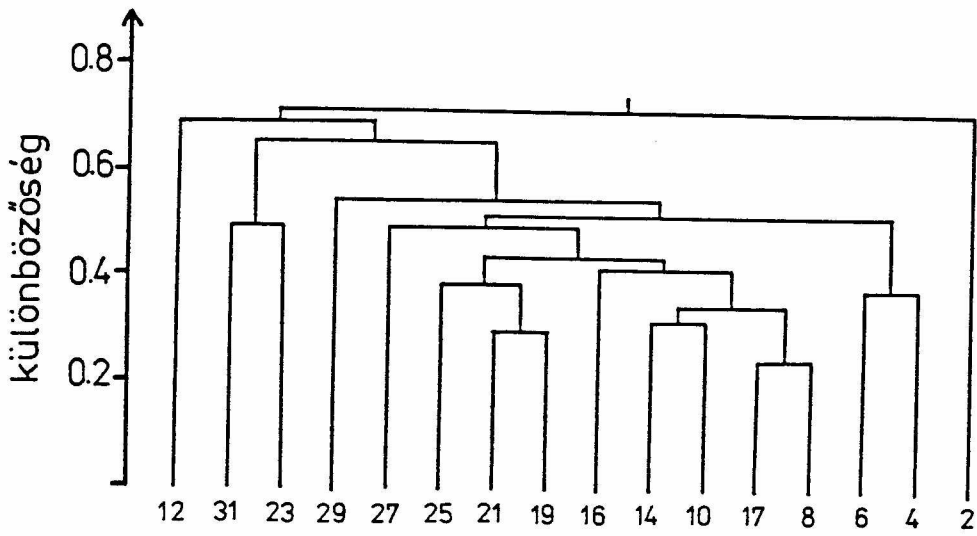
24. ábra Az I. transzszekt dendrogramjai;  
hajtásdenzitás

vezethető vissza, hogy az erdő szélső fáit az irtás felőli oldalukon "felgatyásodtak" és az évről évre terebélyesebbé váló lombkoronájuk változást okozott a fénybehatolás szélességében.

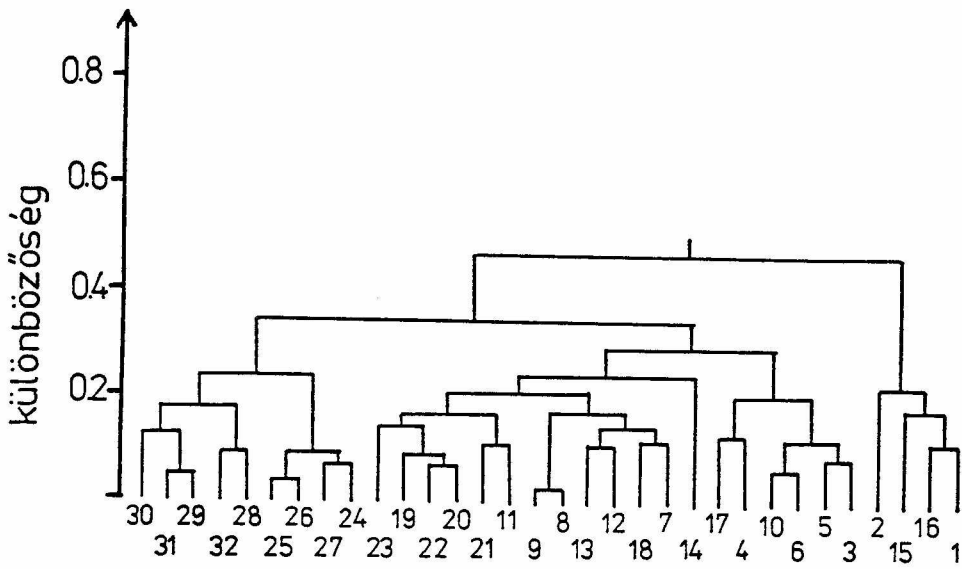
A II. transzszekt esetében az előzőektől némileg eltérő kvadrátcsoportosulások figyelhetők meg a dendrogramon (25. ábra). Egy csoportba tömörülnek a 8-17 m közötti négyzetek, ami az erdőszegélyben húzódó transzszektszakasznak felel meg. Ez az "erdőszegély" blokk egy másik kisebb csoporthoz kapcsolódik, amelyben a transzszekt irtásra nyúló feléről három négyzet (19, 21, 25) tömörül. Az erdő belsejében elhelyezkedő négyzetek ezektől nagy különbséget mutatnak. Ezek közül a 4-6 m közöttiek egy hasonlósági párba kerülnek, és az előzőektől viszonylag jól elszeparálódnak. Az irtáson elhelyezkedő többi négyzet nagy különbözőségi értékkel csatlakozik a nagy blokkhoz. A II. transzszektnél kapott kvadrátcsoportosulások úgy értékelhetők, hogy a Melico-Fagetum asperuletosum és az irtott terület között az erdőszegélyben a gyepszint fokozatosabb átmenetet mutat az irtásnövényzet felé, mint az erdő belseje felé.

A clusteranalízisekkel a bükkös erdő és az irtott terület érintkezésében a növényzeti jellemzők alapján 9-10 m széles erdőszegély mutatható ki. Ugyanez állapítható meg, ha a mikroklíma-paraméterek változásait elemezzük (6. ábra). Az I. transzszekt mentén vizsgált talajtényezők alapján (8. ábra) elvégezve a cluster-analízist, a kapott dendrogramon (26. ábra) a mintanégyzetek sokkal kisebb különbözőségi értékkel kapcsolódnak egymáshoz és alkotnak csoportokat, mint a növényzeti jellemzők





25. ábra A II. transzszekt dendrogramja ;  
hajtásdenzitás -1985



26. ábra Az I. transzszekt dendrogramja; talaj-  
paraméterek

alapján. Ez azt jelzi, hogy az I. transzszektben a talajbeli tényezőkben sokkal kisebb mértékű változások mutathatók ki, mint a gyepszint struktúráiban. A dendrogramon egy nagy blokkba kerül a transzszekt 7-23 m közötti, az erdő szegélyében húzódó szakaszának csaknem az összes négyzete. Megfigyelhető, hogy ez a blokk két kisebb csoportot tartalmaz. Az egyikben a 7-18 m közötti, a másikban pedig a 19-23 m közötti kvadrátokat találjuk. Az erdő belsejében elhelyezkedő kvadrátok csoportja ehhez a nagy blokkhoz kapcsolódik. Az irtáson felvett négyzetek szintén egy csoportot alkotnak és az előzőektől elkülönülnek. A talajban vizsgált abiotikus tényezők alapján végzett clusteranalízissel az I. transzszekt mentén az erdő és az irtott terület között az erdőszegély 7-23 m között állapítható meg, amelynek az erdő belseje és az irtás felé eső részei különböznek. Ehhez képest a növényzeti jellemzők alapján valamivel szűkebb átmeneti zónát mutattunk ki (24. ábra).

Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a gyepszint struktúráiban és az abiotikus tényezőkben a "szegélyhatás" a transzszektnek lényegében ugyanazon a szakaszán mutatható ki. Ezt úgy értékelhetjük, hogy az erdőszegélyben a gyepszint strukturális átrendeződése és az abiotikus tényezők megváltozása egymással kölcsönhatásban valósul meg.

#### 4.3.4. A faj-földfeletti hajtásszám diverzitás

A rejteki mintaterületen a légyszárú növényzet faj-földfeletti hajtásszám diverzitását a Shannon ( $H_S$ ), a Brillouin ( $H_B$ ) és a Hill ( $N_{1/2}$ ,  $N_1$ ) indexekkel becsültük. A diverzitáson kívül számoltuk az

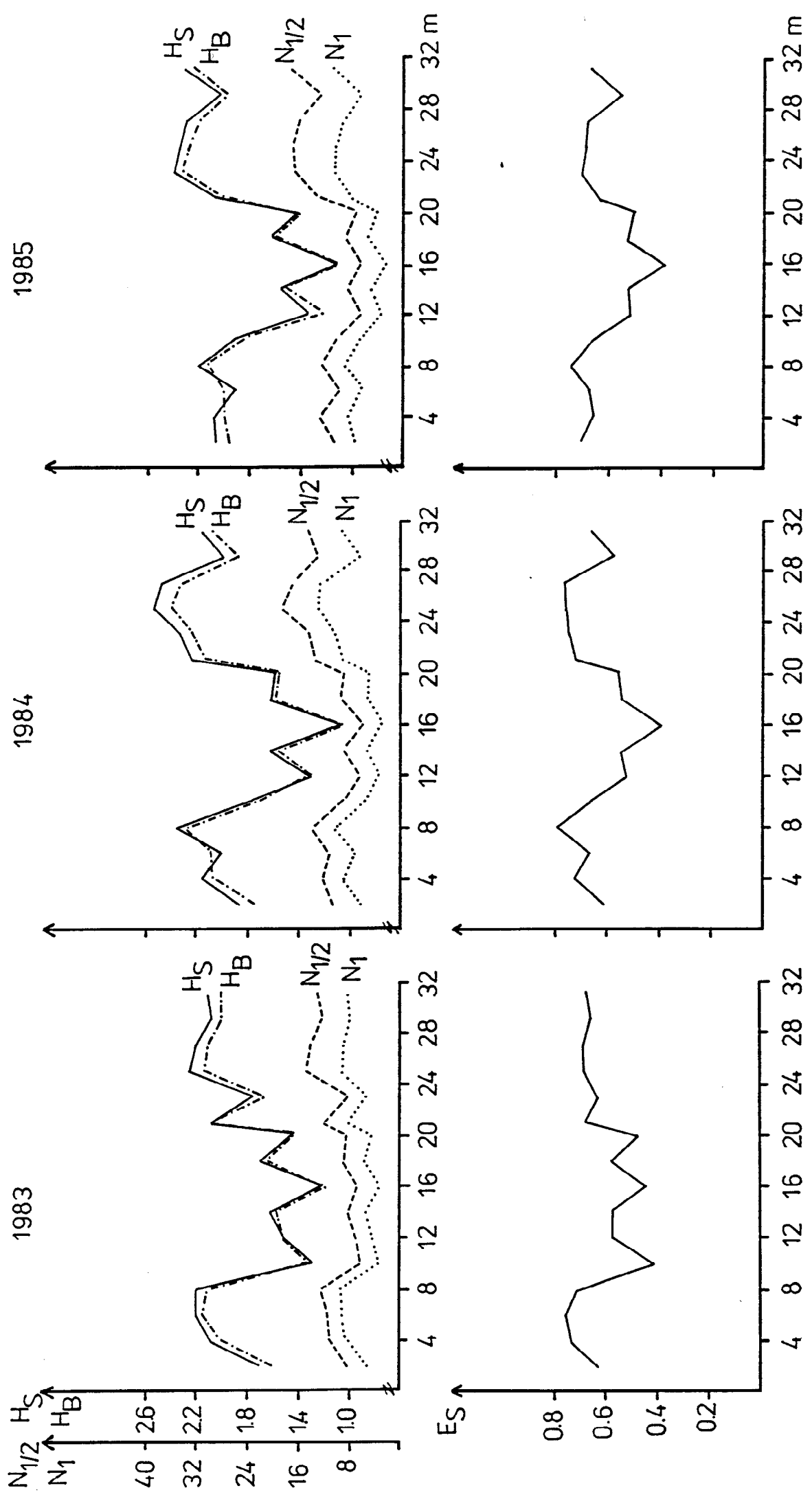
ekvitabilitást ( $E_S$ ) és a dominancia-értéket ( $p_i \max$ ) is.

Az egyes transzszektekben a különböző diverzitás indexek nagyon hasonlóan tudósítanak a diverzitás változásairól, és a grafikonjaik lefutása jól egyezik (27. és 30. ábra). Az I. és a II. transzszektre megállapított diverzitás változások kissé eltérő képet mutatnak.

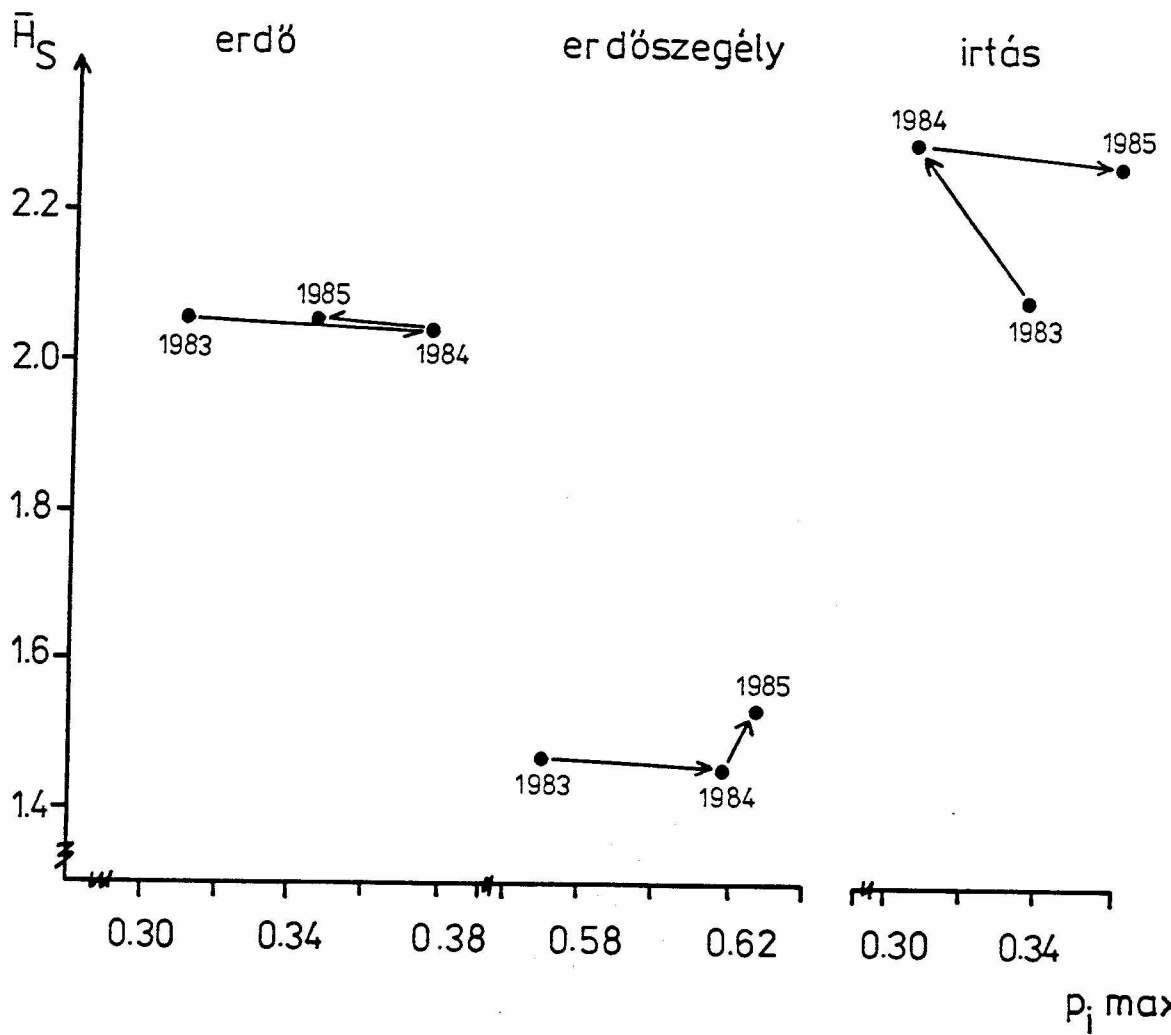
Az I. transzszekt mentén a lágyszárú növényzet faj-földfeletti hajtásszám diverzitása nagymértékben különbözik az erdő belsejében, az erdőszegélyben és az irtott területen (27. ábra).

Az erdő belsejében a kis fajszámú és denzitású gyepszint diverzitása viszonylag nagy, mivel a kismértékű dominancia (10. táblázat) miatt a földfeletti hajtások fajok közötti eloszlása egyenletes. Ha a  $H_S - p_i \max$  diverzitási fázisgörbét (Izsák 1982, Précsényi és Pozsgay 1985) vizsgáljuk (28. ábra), kitűnik, hogy a hároméves periódus alatt a Melico-Fagetum melicetosum gyepszintjének rendezettségi állapota a dominancia mintázat ingadozása ellenére sem változott. Ez az erdő belsejében a lágyszárú növényzet erős szabályozottságára utal.

Az erdőszegélyben a földfeletti hajtásszám diverzitás nagyarányú csökkenése tapasztalható. Mivel a fajszám az erdő belsejétől jelentősen nem különbözik (19. ábra), arra következtethetünk, hogy az itt tapasztalt alacsony diverzitást a gyepszint dominancia mintázatában bekövetkező átrendeződés okozza. Ezt erősítik meg a diverzitás egyenletesség komponensére kapott eredményeink, nevezetesen a dominancia értékek növekedése (10. táblázat) és az ekvitabilitás csökkenése (27. ábra). Mindkét változás az uralkodó faj, a *Melica uniflora* esetében megállapított



27. ábra A faj-hajtásszám diverzitás / $H_S$ ,  $H_B$ ,  $N_{1/2}$ ,  $N_1$ / és az ekvitabilitás / $E_S$ / változása az I. transzszektben



28. ábra A  $\bar{H}_S - p_i \max$  diverzitási fázisgörbék - I. transzszekt

nagymértékű hajtásdensitás emelkedéssel függ össze. Az eredmények azt sugallják, hogy az erdőszegélyben a *Melica uniflora* populációja a megnövekedett földfeletti hajtásdensitása révén csökkenti a lágyszárú növényzet diverzitását és valószínűleg az eredményes interspecifikus kompetíciója révén a releváns niche-dimenziók mentén az erdő gyepszintjében előforduló többi faj közül egyeseket kizár, másokat pedig a realizált niche-ek drasztikus átalakítására készletet.

A diverzitási fázisgörbe szerint (28. ábra) az erdőszegélyben végbemenő gyepszintátrendeződés két különböző stádiuma állapítható meg avizsgálati időszakban. Az első két évben az erdő belsejéhez hasonlóan a lágyszárú növényzet rendezettsége a nagyarányú dominancia növekedés ellenére sem változott meg. A harmadik évben jelentkező elmozdulás viszont a szabályozás csökkenését és egy újabb, kisebb rendezettségű állapot kezdetét jelzi.

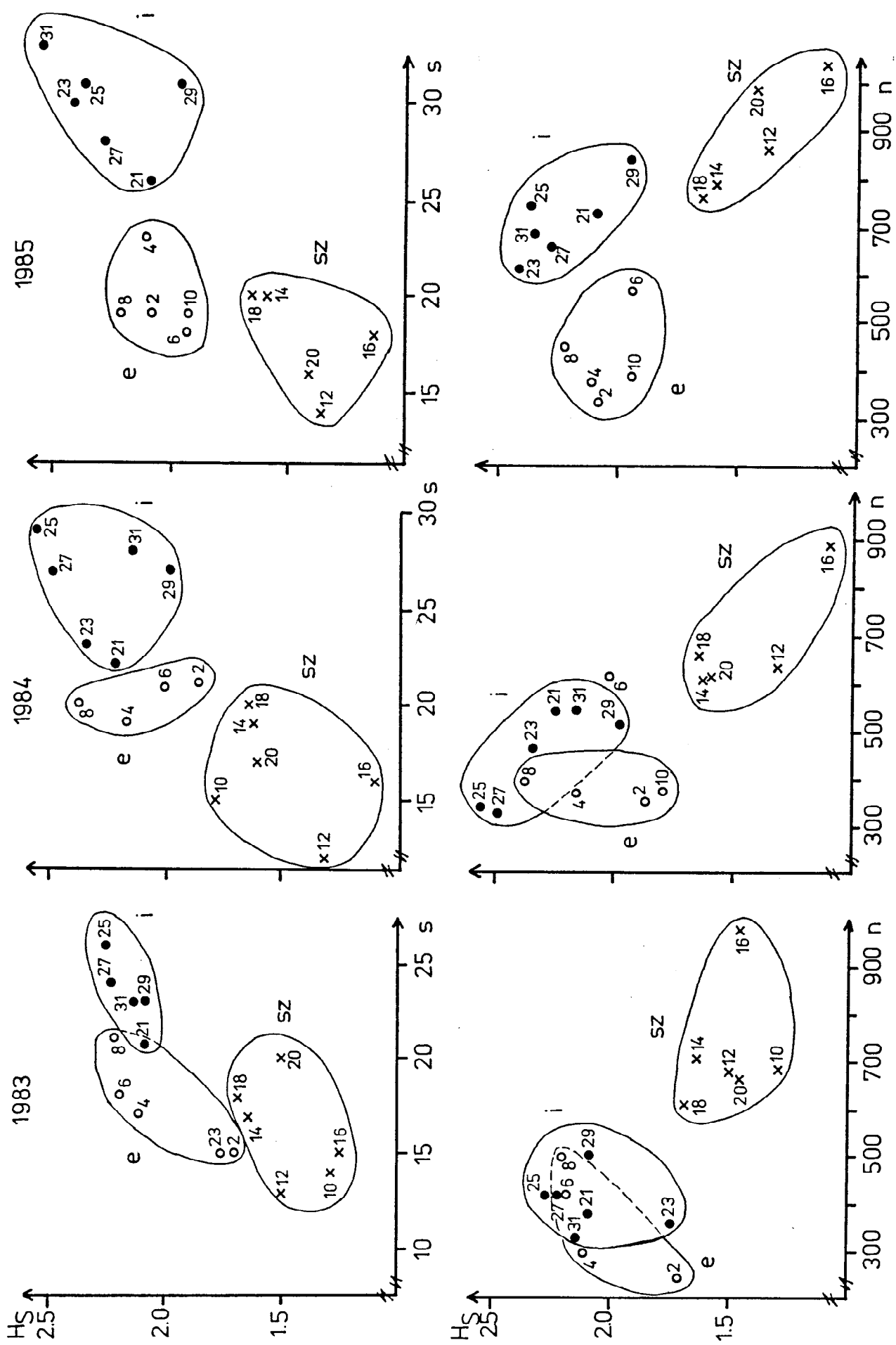
Az irtott területen a lágyszárú növényzet diverzitása sokkal nagyobb, mint az erdőszegélyben. Ha a diverzitást befolyásoló komponenseket elemezzük (19. és 27. ábra; 10. táblázat), szembetűnik, hogy a diverzitás indexek magas értékének a kialakításában mind a megnövekedett fajszám, mind pedig a vezető frekvenciák visszaszorulásával összefüggő nagy egyenletesség jelentős szerepet játszik.

Az irtásnövényzetre megállapított diverzitási fázisgörbe (28. ábra) az előzőektől eltérő, és az egymást követő években eltérő irányú elmozdulásokat mutat. Ez arra utal, hogy erős zavarás hatására az irtott területen más lett a növényzet szabályozottsága.

Az I. transzszektben az erdőszegélyben tapasztalt alacsony faj-hajtásszám diverzitás miatt, mindegyik index grafikonja

U-alakú. Megfigyelhető azonban, hogy a különböző indexek eltérő ütemű diverzitás változásokat jeleznek. Ennek oka az, hogy a dominancia mintázat a transzszekt mentén nagymértékben változik (10. táblázat), és a felhasznált indexek a nagy, közepes és a kis frekvenciák iránti érzékenységükben különböznek (del Moral és Fleming 1980, Izsák 1982, MacIntosh 1967, McNaughton és Wolf 1970, Nosek 1976, Peet 1974, Pielou 1975). A  $H_S$ ,  $H_B$  és az  $N_{1/2}$  hasonlóan reagálnak a változásokra. Kisebb eltérés csak az irtott területen fordul elő, ahol az  $N_{1/2}$  mutat a legnagyobb érzékenységet a diverzitás növekedésre, mivel kellőképpen biztosítja a kis frekvenciák szerepét. Lényegesen eltér ezektől az  $N_1$  index, főként abban, hogy az erdőszegélyben bekövetkező diverzitás csökkenést jobban érzékelteti, mint a többi index. Ez azzal magyarázható, hogy a felhasznált indexek közül ennek az értékét csökkentik a legnagyobb mértékben a vezető frekvenciák (Izsák 1982).

Regresszió analízist alkalmazva megállapítható, hogy a gyepszint faj-földfeletti hajtásszám diverzitása az I. transzszektben a hajtásdenzitással szoros negatív, a fajszámmal pedig szoros pozitív összefüggés szerint változik (29. ábra). Az összefüggések jól tükrözik, hogy az erdő belsejét, az erdőszegélyt és az irtott területet reprezentáló transzszektszakaszok kvadrátjainak a pontfelhői elkülönülnek. A vizsgálati periódusban egyre nagyobb mértékben válnak szét a foltok. Az eredmények összhangban vannak a cluster-analízis szerinti csoportosulásokkal (24. ábra). Továbbá azt is megerősítik, hogy az erdő tarvágása után visszamaradt lágyszárú növényzet szekunder szukcessziós változásai eltérően játszódnak le az erdő szegélyében és az irtott területen.



29. ábra A diverzitás  $H_s/H_s$  összefüggése a fajszámmal  $/s/$  és a hajtásdensitással  $/n, db\ m^{-2}/$  az I. transzszektben /e: erdő, sz: erdőszegély, i: irtás/

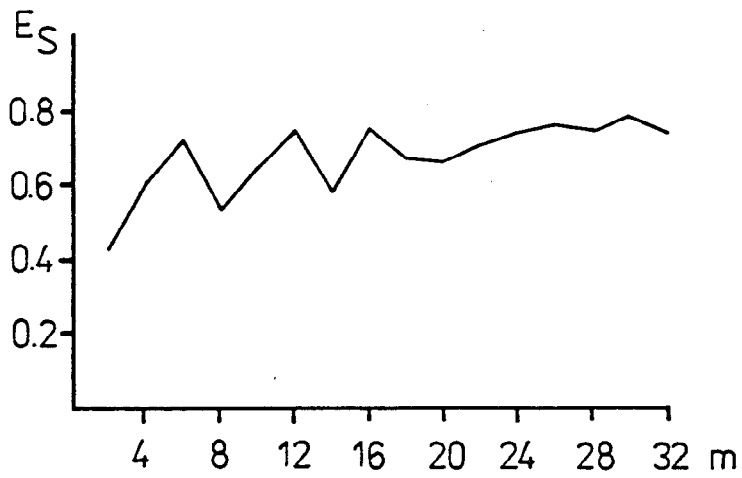
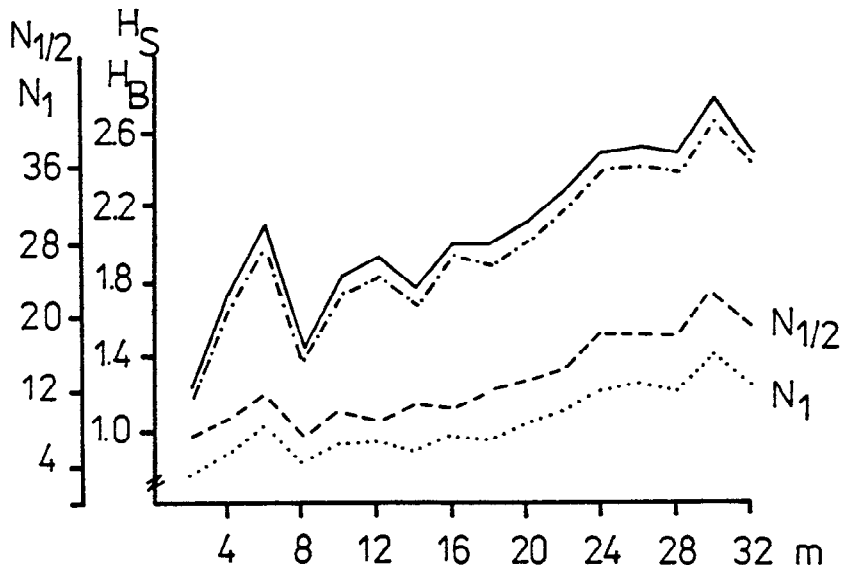


A mintaterület ÉK-i lejtőjén elhelyezkedő II. transzszekt mentén az I. transzszekthez hasonlóan az erdő belsejében, az erdőszegélyben és az irtott területen a lágyszárú növényzet diverzitása eltérően alakul (30. ábra).

Az erdő belsejében elhelyezkedő rövid transzszektszakasz három kvadrátjában a diverzitás jelentősen különbözik. A legbelső (2. számú) kvadrátban mindegyik index értéke rendkívül alacsony. Ennek valószínűleg az az oka, hogy a kvadrát feletti lombkorona nyiladékon keresztül (4.b. ábra) beszűrődő fény hatására a *Melica uniflora* hajtásdensitása megsokszorozódott, és ezzel az egyenletesség csökkent. A másik két kvadrátban viszont sokkal nagyobb diverzitás mérhető, a földfeletti hajtások egyenletes fajok közötti eloszlása következtében.

A transzszekt erdőszegélyben húzódó 8-17 m közötti szakaszán a diverzitás indexek értéke előbb csökken, majd az irtott terület közelében kismértékben emelkedik. Az utóbbi változás arra utal, hogy az ÉK-i lejtőn a tarvágott terület felé az erdőszegély átmenete fokozatos. Megfigyelhető, hogy a domináns faj (*Viola silvestris*) relatív hajtásdensitását kifejező  $p_1$  max (10. táblázat) növekszik, de nem olyan nagy arányban, mint az I. transzszektben. Ebben a transzszektben az erdőszegélyben a lágyszárú növényzet diverzitása nagyobb, mint az I. transzszekt esetén (27. ábra), mivel hiányoznak a túlságosan vezető frekvenciák és a földfeletti hajtások fajok közötti eloszlása egyenletesebb.

Az irtott területen mindegyik indexszel nagyon magas diverzitás állapítható meg. Az erdő szegélyéhez képest a domináns frekvenciák aránya kisebb és az ekvitabilitás egyenletes földfeletti hajtáeloszlást tükröz. A két transzszekt



30. ábra A faj-hajtásszám diverzitás / $H_S$ ,  $H_B$ ,  $N_{1/2}$ ,  $N_1$ / és az ekvitabilitás / $E_S$ / változása a II. transzszektben 1985-ben

összehasonlításakor (27. és 30. ábra) szembeűnik, hogy a mintaterület ÉK-i lejtűjén nagyobb az irtásnövényzet diverzitása, mint a platón.

A négy különböző index változásait elemezve, az I. transzszekthez hasonlóan, jó egyezés állapítható meg a  $H_S$ ,  $H_B$ ,  $N_{1/2}$  indexhármass esetében. A domináns frekvenciákra érzékeny  $N_1$  grafikonja azonban eltér az előzőekétől a transzszekt erdőszegélyben húzódo szakaszán.

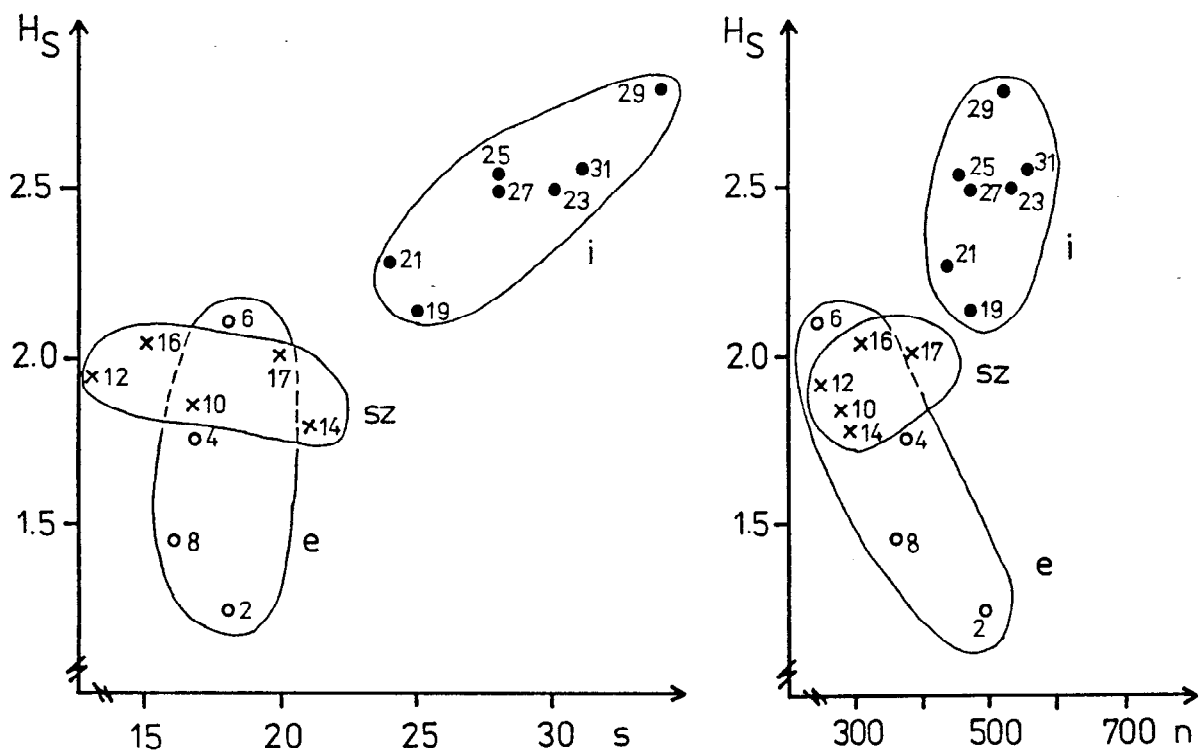
A II. transzszekt mentén a gyepszint faj-földfeletti hajtásszám diverzitása a fajszámmal szoros pozitív korrelációban változik (31. ábra). Ha a diverzitás és a hajtásszám változásának a kapcsolatát vizsgáljuk, nagyon gyenge pozitív összefűggést kapunk. Az összefűggések rámutatnak arra, hogy az egyenesek mentén az erdő belsejében és az erdőszegélyben elhelyezkedő kvadrátok foltjai nagymértékben átfedődnek. Ez ellentmond a cluster-analízisek dendrogramjainak, ahol viszont a két transzszektszakasz kvadrátjai külön csoportban helyezkednek el (25. ábra).

A két transzszekt között az erőszegélyben húzódo szegmenten mutatható ki a legnagyobb diverzitás eltérés, ami a dominancia mintázat különbségéből adódik.

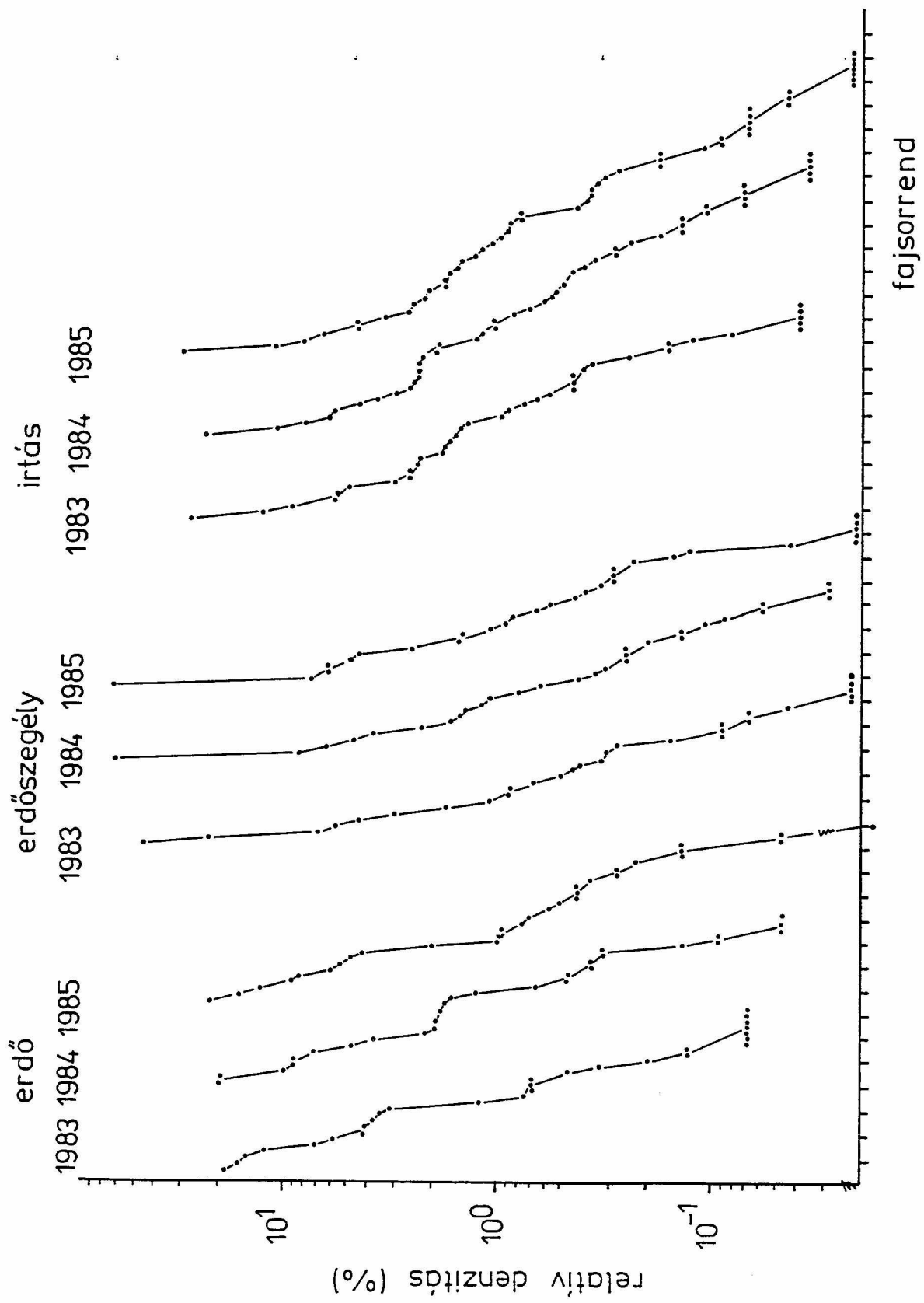
#### 4.3.5. A dominancia-diverzitás görbék

A lágyszárú növényzet dominancia-diverzitás görbéit a cluster-analízisekkel elváló transzszektszakaszokra szerkesztettük meg. Importance értéként az egyes fajok relatív hajtás denzitását használtuk fel.

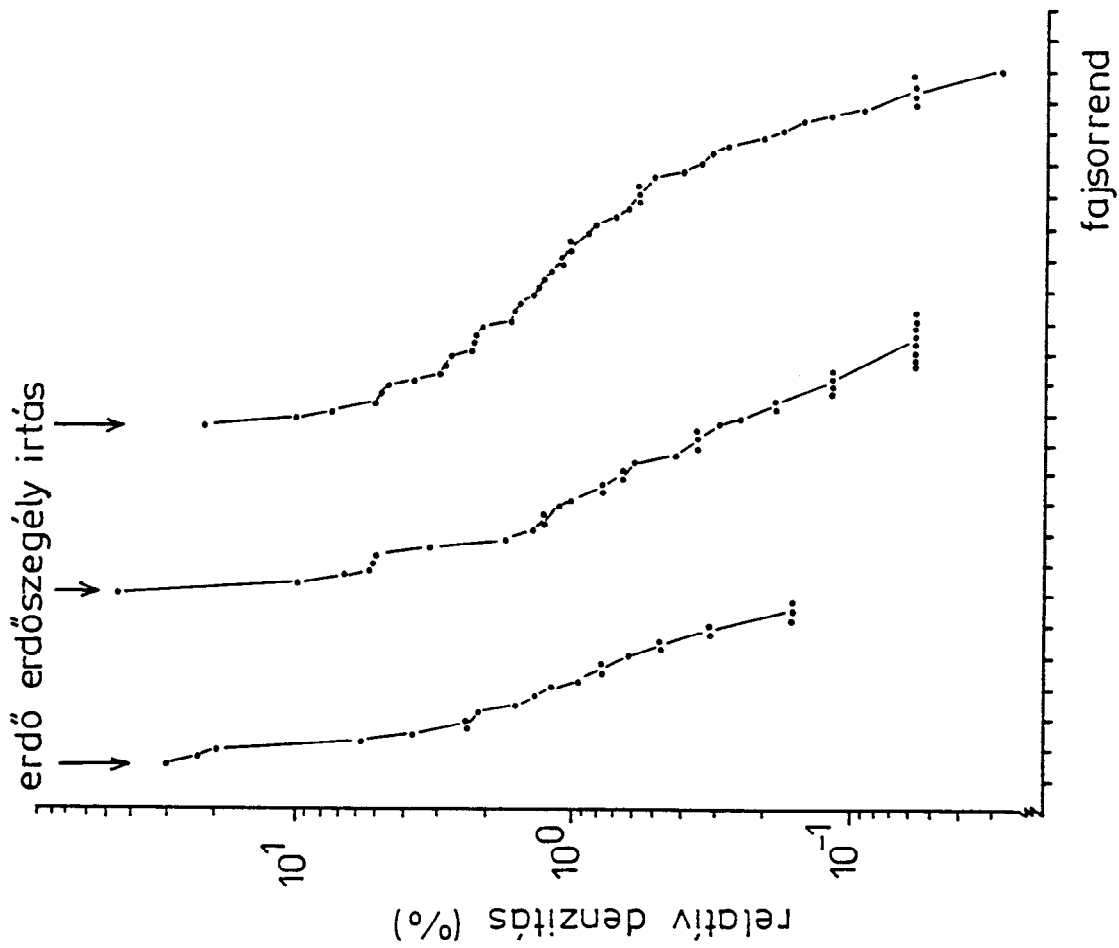
A két transzszekt esetében (32. és 33. ábra) a görbék lefutása



31. ábra A diverzitás  $H_s$  összefüggése a fajszámmal  $s$  és a hajtásdensitással  $n$ , db  $m^{-2}$  a II. transzszektben /e: erdő, sz: szegély, i: irtás/ - 1985



32. ábra Dominancia-diverzitás görbék - I. transzszekt



33. ábra Dominancia-diverzitás görbék - II. transzszekt, 1985

nagyon hasonló. A faj-földfeletti hajtásszám dominancia-diverzitás görbéken két szakasz különböztethető meg, amelyek meredeksége felülről lefelé haladva csökken.

Az erdő belsejét jellemző görbék felső és alsó szakaszainak a meredeksége nem különbözik lényegesen, és az alakjuk közel áll az egyeneshez. A tarvágást megelőző 1980. évi felvételezések adatai alapján (Kömlódi 1981) az erdő gyepszintjére Tóthmérész (1987) ezekhez hasonló dominancia-diverzitás görbéket közölt. Whittaker és Woodwell (1968) szerint gyakran adódnak ilyen dominancia-diverzitás görbék, ha az erdőállomány egyes szintjeit külön vizsgáljuk. Az ilyen jellegű dominancia-diverzitás görbék niche-elméleti interpretációja szerint a közösséget alkotó fajok között gyenge a kompetíció és niche-eik közvetlenül érintkeznek (Whittaker 1965).

Az erdőszegélyben megváltozik a görbék jellege. A felső szakaszuk megnyúlik és egészen meredekké válik. Ezen a szakaszon egy-két domináns faj található, amelyek dominanciájának a mértéke az erdő belsejéhez képest nagymértékben növekszik. Ennek megfelelően alacsony faj-földfeletti hajtásszám diverzitás és ekvitabilitás mérhető. A görbék alsó szakasza kissé görbült, és az előzőtől kevésbé meredek. Számos irodalmi adat (Naveh és Whittaker 1979, Précsényi 1981, Whittaker 1965, Yodzis 1978) szól amellett, hogy a dominancia-diverzitás görbék alakja a kompetícióról is tudósít, bár ezeket kicsit óvatosan kell kezelnünk. Ezek szerint az erdőszegély lágyszárú növényzetében a hajlott dominancia-diverzitás görbék lefutásából viszonylag nagy kompetícióra következtethetünk. Ugyanakkor megállapíthatjuk azt is, hogy egyes niche-dimenziók mentén a források túlnyomó részét néhány domináns faj uralja.

Az irtott területen a dominancia-diverzitás görbék hajlott

jellege kifejezetté válik. A görbék felső szakasza kevésbé meredek, és alacsonyabb értékekkel kezdődik, mint az erdőszegély esetében. Ez arra vezethető vissza, hogy a domináns fajok száma növekszik, és az importancia értékeik csökkennek. A görbe lapos és erősen hajlott alsó szakaszán nagyszámú alárendelt faj helyezkedik el. Az előzőekkel együttjár, hogy az irtásnövényzetben magas diverzitás és ekvitabilitás értékek jelentkeznek. A görbék alakja erős kompetícióra utal. Az irtásnövényzet vizsgálata során Tóthmérész (1987) ugyanilyen alakú dominancia-diverzitás görbét állapított meg.

Az I. transzszekt egyes szegmentjein az egymást követő években a dominancia-diverzitás görbék lefutása hasonló volt (32. ábra). Az erdőszegélyben és az irtásnövényzetben azonban megfigyelhető egy olyan tendencia, hogy a görbék egyre hajlottabbá válnak, és az alsó szakaszuk meredeksége fokozatosan csökken. Ezt alátámasztják a diverzitás és ekvitabilitás eredményeink is (27. ábra).



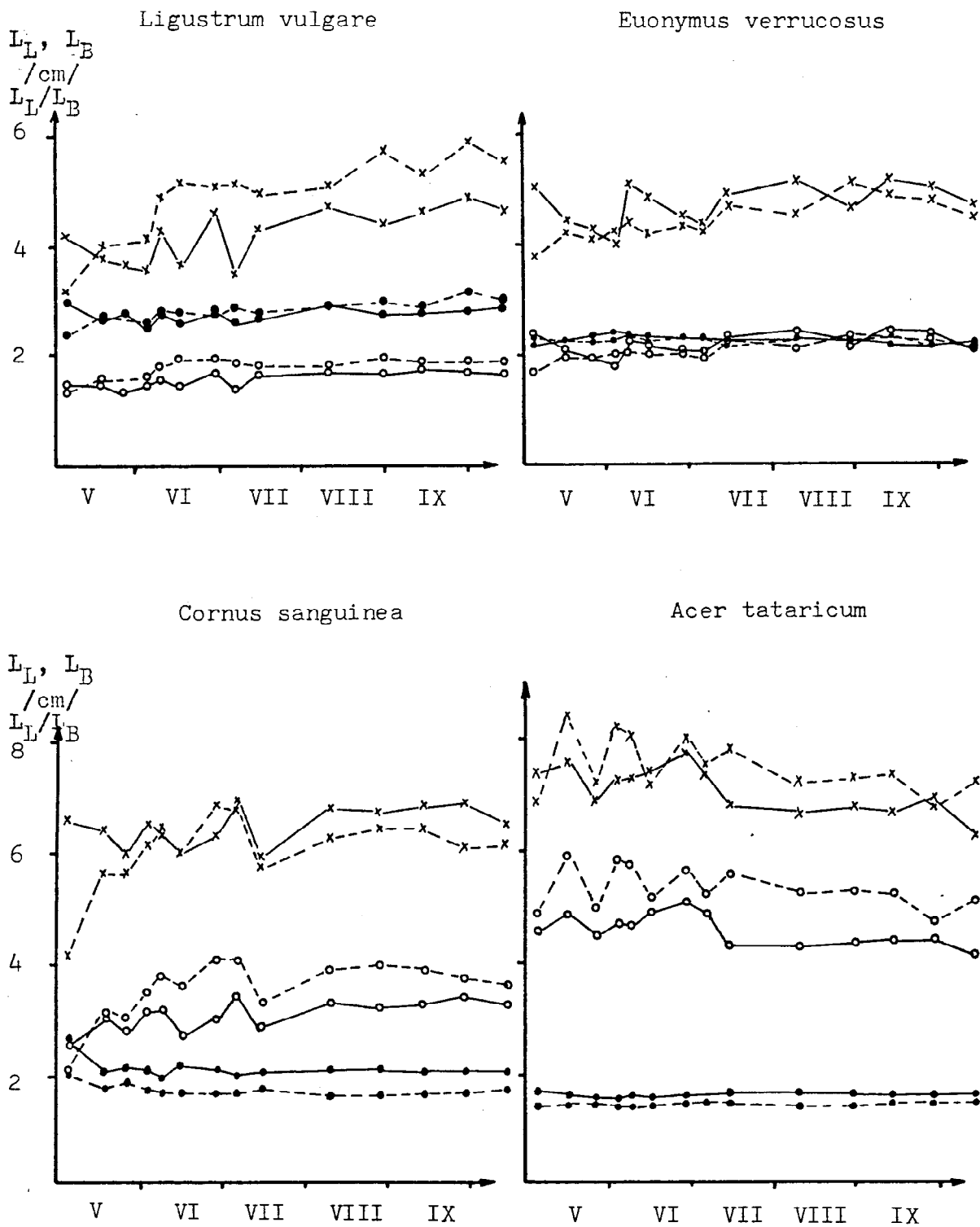
#### 4.4. Levélnövekedési válaszok

##### 4.4.1. A levelek mérete és területe

Az 1981, 1982 és 1983-ban a síkfőkúti mintaterületen végzett levélszélesség ( $L_B$ ), levélhosszúság ( $L_L$ ) és levélterület ( $L_A$ ) méréseink alapadatait a 34. ábrán, valamint a 11. és 12. táblázatban mutatjuk be. A négy cserjefaj levélméret jellemzőinek szezonális dinamikáját legjobban az 1981. évi április 30. - november 5. közötti időszak részletes, hetenkénti-kéthetenkénti mintavételeinek a vizsgálati anyaga alapján követhetjük nyomon, ezért a változás-tendenciák elemzésénél elsősorban ezeket az eredményeket vesszük figyelembe.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a cserjék levélhosszúságának, levélszélességének és levélterületének szezonális változásmenete az erdőszegélyben és az erdőben különbözik.

Kora tavasszal a vizsgált cserjefajok levélhosszúsága és levélszélessége az erdőszegélyben alacsonyabb, mint az erdőben (34. ábra). Ezt követően a két levélparaméter változása az erdőszegélyben és az erdő belsejében június közepéig nagyon eltérő képet mutat. Az erdőszegélyben mindegyik faj esetében a levélparaméterek nagymértékű növekedése figyelhető meg. Az erdőben viszont az  $L_L$  és az  $L_B$  értékek változása azt jelzi, hogy a levelek növekedése ebben az időszakban már lelassul, sőt átmeneti visszaesések jelentkeznek. Adataink azt mutatják, hogy a cserjék leveleinek a mérete június közepére mindkét termőhelyen megközelíti a végleges nagyságot. Megfigyelhető azonban, hogy július elejére az



34. ábra A levelek hosszúságának  $L_L$ , szélességének  $L_B$  és hosszúság/szélesség arányának  $L_L/L_B$  szezonális változása 1981-ben - erdő:  $\times$   $L_L$ ,  $\circ$   $L_B$ ; szegély:  $\times$   $L_L$ ,  $\circ$   $L_B$ ,  $\bullet$   $L_L/L_B$   $\bullet$   $L_L/L_B$

átlagos levélszélesség és levélhosszúság hirtelen átmenetileg lecsökken. Ennek oka a júniusban fellépő hernyógradációban keresendő. A mintaterületen végzett mérések szerint (Szabó L. 1981, Szabó L. et al. 1983) a hernyók elsősorban a fák lombkoronájában okoznak nagy károkat, de egyes fajok kisebb-nagyobb pusztító hatása a cserjeleveleken is észlelhető. Eredményeink azt jelzik, hogy a vizsgált cserjék gyorsan regenerálják az ezzel kapcsolódó veszteséget és az *Acer tataricum* kivételével az átlagos levélszélességük és levélhosszúságuk augusztusra ismét növekszik. Ettől kezdve a vegetációs időszak további részében már egyik helyen sem tapasztalunk jelentős változásokat.

A levelek hosszúsága és szélessége a növekedési szezon során mindkét termőhelyen egymással szoros korrelációban változik:

	r (n=15)	
	erdő	erdőszegély
<i>Ligustrum vulgare</i>	0.935 <sup>xxx</sup>	0.965 <sup>xxx</sup>
<i>Cornus sanguinea</i>	0.718 <sup>xxx</sup>	0.974 <sup>xxx</sup>
<i>Acer tataricum</i>	0.966 <sup>xxx</sup>	0.982 <sup>xxx</sup>
<i>Euonymus verrucosus</i>	0.970 <sup>xxx</sup>	0.965 <sup>xxx</sup>

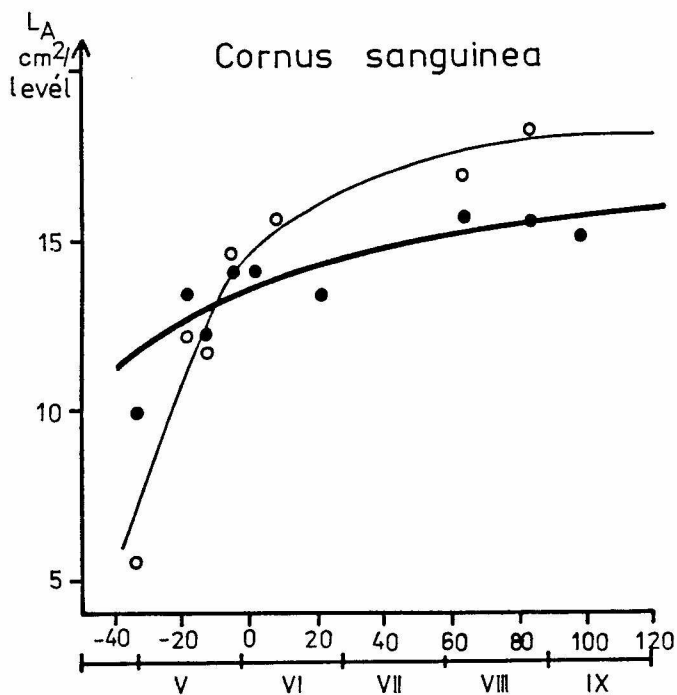
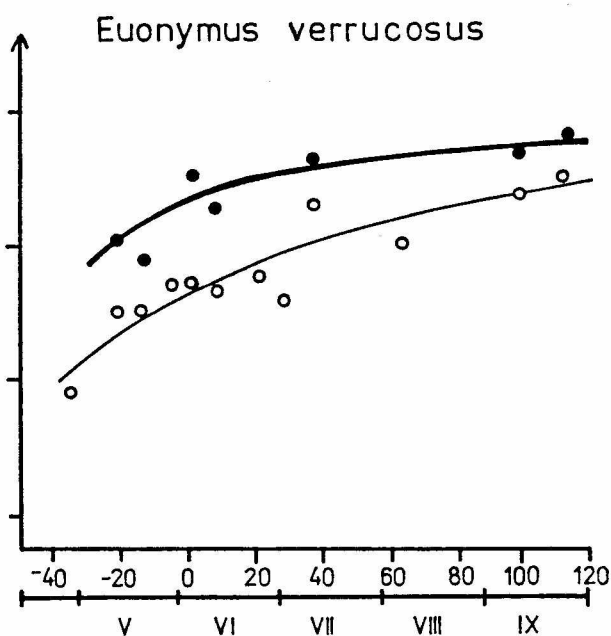
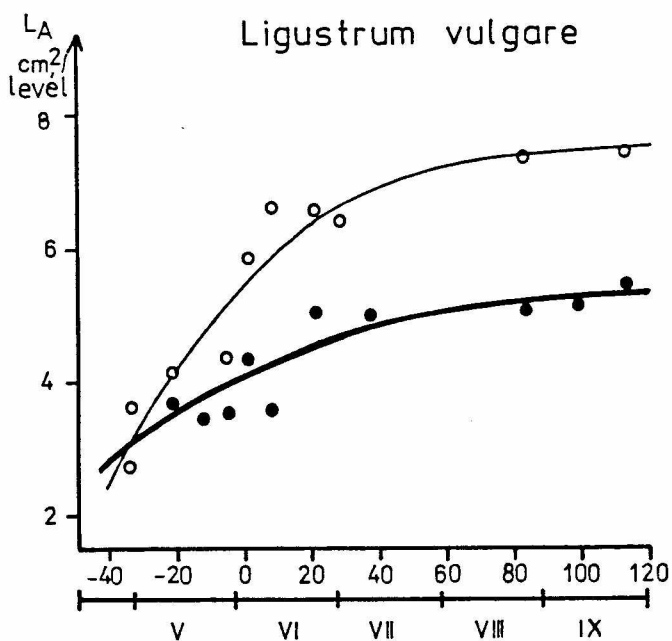
A korrelációs koefficiensek z-transzformációját elvégezve (Sváb 1981) megállapítható, hogy az erdőben és az erdőszegélyben a két levélparaméter összefüggésének a szorossága csak a *Cornus sanguinea* esetében különbözik szignifikánsan ( $t=3.06$ ,  $P 1\%$ ).

Szembetűnik, hogy a levélhosszúság és a levélszélesség nagyarányú szezonális változása ellenére az arányuk ( $L_L/L_B$ ) viszonylag kismértékű fluktuációt mutat (34. ábra).

A levelek hosszúságához és szélességéhez hasonló trendű szezonális változások jellemzik a négy faj átlag levélterületének az alakulását is (12. táblázat). A vizsgálati eredmények közül a kiugró értékeket kihagyva a *Ligustrum vulgare*, a *Cornus sanguinea* és az *Euonymus verrucosus* levélterületének a szezonális dinamikáját logisztikus vagy telítődési függvényekkel írhatjuk le (35. ábra). Ezzel egybevágó levélterület változást állapítottak meg számos növény levélnövekedése során (Čatský et al. 1976, Tichá 1985). A vizsgálataink során az *Acer tataricum* esetében lehetetlen volt a függvényillesztés, mert a hernyórágás következtében túlzottan nagymértékű levélterület ingadozások léptek fel (12. táblázat). Az egyes fajoknál az erdőszegélyben és az erdő belsejében kapott levélterület gyarapodási görbék lefutása (35. ábra) és a függvényparaméterek értéke eltérő. A legjobb egyezés a két termőhelyen az *Euonymus verrucosus* levélterületének változásmenetében figyelhető meg.

A két termőhelyen megállapított logisztikus vagy telítődési görbék jellege elsősorban a május elejétől június közepéig tartó időszakban különbözik. Ebben az időszakban az erdőszegélyben a levélhosszúság és a levélszélesség gyors növekedésével összefüggésben a levélterület gyarapodási görbék első szakasza meredekebb, mint az erdőben kapott görbéké. Később a két termőhelyen megállapított görbék mindegyik faj esetében párhuzamosan futnak.

A vizsgált fajok levélhosszúságának, levélszélességének és levélterületének az erdőben és az erdőszegély szélén megfigyelt eltérő ütemű növekedése alapján arra következtethetünk, hogy tavasszal a levelek kialakulásának a nagy periódusa idején a két



mért értékek  
 ● erdő  
 ○ szegély

35. ábra A cserjék levélterületének  $L_A$  szezonális változása 1981-ben. Az illesztett függvények paraméterei:

	erdő	szegély
L.v.	$y' = 5.6 / (1 - e^{-1.344 - 0.019x})$ $r = 0.928$	$y' = 7.5 / \frac{1}{1 + e^{-0.984 - 0.039x}}$ $r = 0.982$
E.v.	$y' = 7.7 / (1 - e^{-1.975 - 0.020x})$ $r = 0.947$	$y' = 7.4 / (1 - e^{-1.248 - 0.013x})$ $r = 0.917$
C.s.	$y' = 16.2 / (1 - e^{-1.809 - 0.016x})$ $r = 0.907$	$y' = 18.2 / (1 - e^{-1.580 - 0.033x})$ $r = 0.944$

termőhelyen valamely ténylegesen ható abiotikus miliő tényező lényegesen különbözik. Számos közlemény foglalkozik a levelek méretét befolyásoló környezeti tényezőkkel és a közölt eredmények alapján négy fő faktor jelölhető meg: a megvilágítás erőssége, a hőmérséklet, a talaj nedvességtartalma és a N-ellátottság (Dale 1965, Fekete 1981, Goulet és Bellefleur 1986, Mader et al. 1981, McClendon és McMillen 1982, Tichá 1985, Whatley és Whatley 1980). Ezek közül a megvilágítás erősségnek tulajdonítanak a legnagyobb szerepet, és gyakran az "árnyék"- és "fény"-növények, illetve levelek vonatkozásában vizsgálják (Corré 1983, Fitter és Ashmore 1974, Grime 1965, Holmes és Smith 1975, Larcher 1975, Virágh 1977, Virágh és Précsényi 1985, Weier et al. 1974).

A síkfőkúti mintaterületen a relatív-megvilágítás szezonális alakulását illetően nem rendelkezünk információkkal, de a globál sugárzás mérések azt mutatják (Nagy L. 1975, 1985), hogy az erdőállomány belsejében a fény vertikális eloszlása a cserjék levélnövekedésének nagy periódusa idején drasztikusan megváltozik. A cserjeszint magasságában a globál sugárzás április végéig 50 % felett van, május elejére azonban a fák lombzatának a kifejlődésével 10 %-ra csökken le. Hasonló arányú fényintenzitás változást ír le más tölgyesekből Fekete (1974) is. A fényintenzitás csökkenésével párhuzamosan megváltozik az erdő belsejébe bejutó fény spektrális összetétele, bár a mintaterületen erre nincsenek mérési adatok. Az erősen szűrt fényben az alacsonyabb hullámhosszú (zöld, kék) sugarak részarányának az emelkedése várható (Loomis 1965, Smith 1980). Az előzőek miatt május elejétől az erdő belsejében a fény hirtelen a cserjék levélnövekedésének a fő limitáló tényezőjévé válhat. A cserjelevelek fotoszintetikus appa-

rátusának egy új fényintenzitáshoz és spektrális összetételhez kell alkalmazkodnia, még hozzá a legrövidebb idő alatt, hogy a fotoszintézis feltételeit biztosítani tudja. Ez azonban a levélnövekedés rovására megy végbe, és a levelek hosszúságának, szélességének, valamint területének a növekedési sebessége csökken, amiben szerepet játszik az is, hogy a szűrt "árnyék fény" gyorsítja a levelek öregedési folyamatait (Tichá 1985).

Az erdő szélén a fényintenzitás szezonális változására nem rendelkezünk adatokkal, de a mikroklímamérések (5. ábra) és a strukturális vizsgálatok (10. és 11. ábra) eredményei alapján feltételezzük, hogy a fény vertikális eloszlásának és spektrális összetételének az évi fluktuációja sokkal kisebb, mint az erdőben, mert az oldalirányból kapott fény a lombos periódusban is biztosítja a jó megvilágítást. Ezzel összefüggésben az erdőszegély szélén a cserjék leveleinek a növekedése április és június között nem fénylimitált és rendkívül gyors.

Az 1981. évi vizsgálatok során a levélhosszúság, a levélszélesség (34. ábra) és a levélterület adatok (12. táblázat) alapján számoltuk a levélterület koefficiensét (Pieters és Nort 1985), információt nyújt a levélalak változásairól és jól használható a gyors levélterület-becslésekhez. A négy faj esetében az  $L_A C$  középértékek a két termőhelyen a következőképpen alakulnak:

$L_A C$  (n=15)

	erdő	erdőszegély	t-érték
<i>Ligustrum vulgare</i>	0.672	0.678	0.75 <sup>NS</sup>
<i>Cornus sanguinea</i>	0.667	0.666	0.13 <sup>NS</sup>
<i>Acer tataricum</i>	0.669	0.663	0.74 <sup>NS</sup>
<i>Euonymus verrucosus</i>	0.636	0.621	2.47 <sup>X</sup>

Megállapítható, hogy az egyes fajok levélterület koefficiense az erdőszegélyben és az erdőben nagyon hasonló és az eltérő környezeti tényezők csak kismértékben befolyásolják az értékét. Ez a jó egyezés a levélalakjuk genetikailag rögzített voltát sugallja.

Az 1982. és az 1983. évi növekedési szezonban az egyes fajok levélterületét a mért  $L_L$  és  $L_B$  (11. táblázat), valamint az  $L_{AC}$  értékek alapján a Kemp-féle egyenlettel (Kemp 1960) határoztuk meg. A három vizsgálati évben a gyors levélnövekedési periódust követő június-szeptember közötti időszakra számoltuk az átlagos levélszélességet, levélhosszúságot és levélterületet, amelyek értékeit a 13. és 14. táblázatban mutatjuk be. Az eredmények azt tükrözik, hogy a vizsgált fajok levélnagyságára elég jelentős hatással lehetnek az évek eltérő klimatológiai viszonyai. Megfigyelhető, hogy a három év közül a legszárazabb és legmelegebb 1982. évi vegetációs periódusban (1. táblázat) a *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea* és az *Euonymus verrucosus* levélparamétereinek a középértéke kisebb volt, mint 1981 és 1983-ban. Feltehetőleg ez arra utal, hogy ezeknél a viszonylag sekélyen gyökerező fajoknál (Kárász 1984) a száraz periódusokban a talaj limitált felvehető vízkészlete a levélméret csökkenését váltja ki. Az *Acer tataricum* esetében az átlagos levélméret paraméterek fokozatos csökkenése állapítható meg az egymást követő években. Ennél a fajnál az éghajlati tényezők mellett a levelek nagyságát nagymértékben befolyásolja a hernyók károsító hatása (Nagy M. 1982).

A fény- és az árnyéklevelek, valamint a fény- és árnyéknövények összehasonlító elemzéseiből rendelkezésünkre álló eredmények (Fekete 1981, Larcher 1984, Virágh 1985) alapján a



vizsgálataink során a nagy relatív megvilágítású és szárazabb erdőszegély termőhelyen a cserjék levélnagyságának a csökkenését vártuk. Az eredményeink azonban a várttól eltérően alakultak.

Az egyes években kapott átlagértékek alapján (13. és 14. táblázat) három faj, a *Cornus sanguinea*, a *Ligustrum vulgare* és az *Acer tataricum* esetében az erdőszegélyben az erdő belsejéhez viszonyítva a levelek nagyságának kismértékű növekedése állapítható meg. Kimutattuk azonban, hogy a három vizsgálati év közül az átlagos levélhosszúság, levélszélesség és levélterület a két termőhelyen csak 1981-ben különbözött szignifikánsan (13. és 14. táblázat). Az előző fajokkal szemben az *Euonymus verrucosus* leveleinek  $L_L$ ,  $L_B$  és  $L_A$  paraméterei az erdőben és a szegélyben jól egyeztek, és szignifikánsan egyik évben sem tértek el egymástól.

Az erdő belsejéhez viszonyítva az erdőszegélyben bekövetkező levélnagyság változások mértékét jól tükrözi a levélterület alapján számolt rezponziós index, amelynek az értéke a három vizsgálati évben a következő volt a négy fajnál:

		$L_A RI$			
	1981	1982	1983	x	
<i>Ligustrum vulgare</i>	1.39	1.07	1.07	1.18	
<i>Acer tataricum</i>	1.20	1.09	1.29	1.19	
<i>Cornus sanguinea</i>	1.17	1.19	1.17	1.18	
<i>Euonymus verrucosus</i>	0.89	1.05	1.04	0.99	

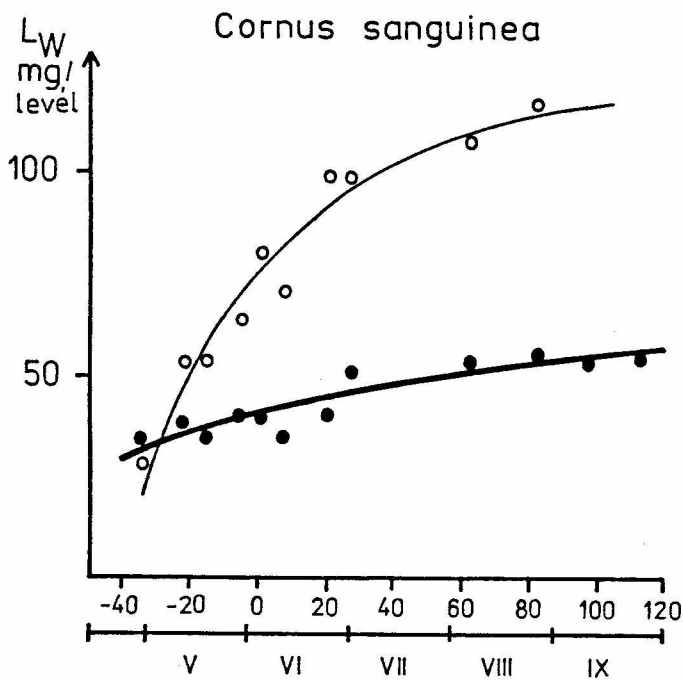
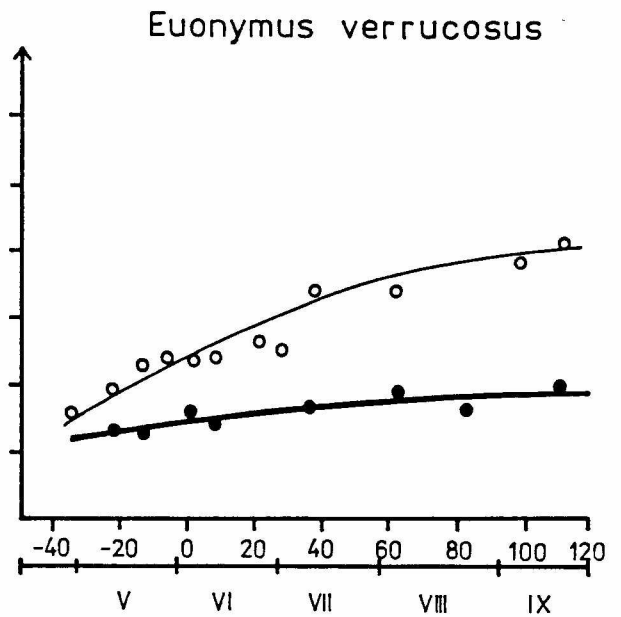
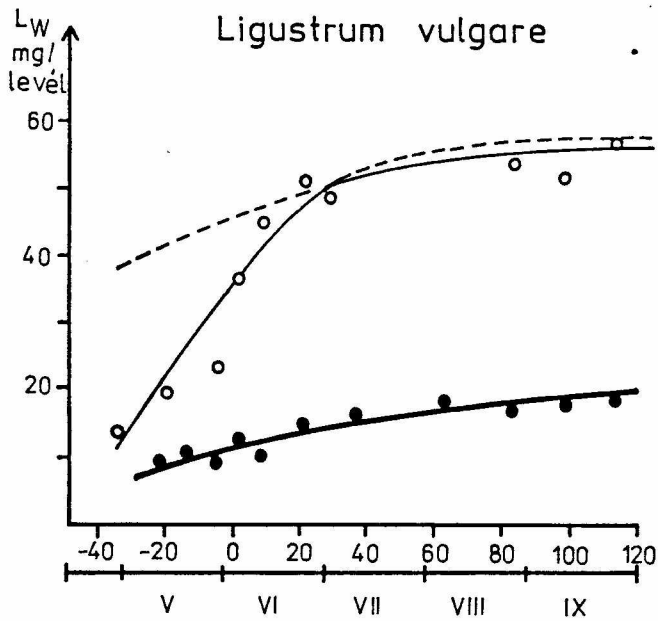
A rezponziós index értéke minden fajnál viszonylag alacsony, és csak kevéssé tér el 1-től, ami megerősíti, hogy a cseres-tölgyes négy cserjefajának a levélterülete az erdőszéli környezeti feltételekhez való alkalmazkodásuk során alig változik meg. Ennek

oka abban keresendő, hogy a környezeti tényezők nem annyira "szigorúak" a számukra, hogy a transzspiráció és fotoszintézis megfelelő arányának a fenntartásához a levélterületük csökkentésére is szükség lenne.

#### 4.4.2. A levéltömeg

Az 1981. évi vegetációs periódusban mért átlag levéltömeg ( $L_W$ ) értékeket a 12. táblázat mutatja. Az eredményeket elemezve kitűnik, hogy az erdőszéli környezeti feltételekre mind a négy cserjefaj nagymértékű levéltömeg növekedéssel reagál. A vizsgálati időszak során, az első mintavételi időpontot kivéve (IV. 30.), a cserjék levéltömege az erdőszegélyben mindig szignifikánsan nagyobb volt, mint az erdő cserjeszintjében (12. táblázat). Az irodalmi adatokkal összehangban (Szabó I. 1983<sup>a, b</sup>, Virágh<sup>(és Prékányi)</sup> 1985) a *Ligustrum vulgare*, a *Cornus sanguinea* és az *Euonymus verrucosus* esetében a levéltömeg szezonális változásait logisztikus vagy telítődési függvényekkel írhatjuk le, amelyek paraméterei az erdőszegélyben és az erdő belsejében igen különböznek (36. ábra).

Az erdő belsejében a vizsgálati időszak során a cserjék leveleinek tömeggyarapodása a terület növekedéssel (35. ábra) nagyon hasonló ütemben megy végbe. Az erdőben a legelső, kora tavaszi mintavétel idején mért levéltömeg a végleges levéltömegnek már 40-50 %-a volt. Ezzel szemben az erdőszegélyben a levéltömeg növekedés üteme csak május közepéig, június elejéig egyezett a levélterületével. Ezt követően azonban a levéltömeggyarapodás nagyon intenzívvé vált, és az  $L_A$  növekedése pedig lelassult. Az egyes fajok  $L_A$  és  $L_W$  növekedési görbéit összehasonlítva



mért értékek

- erdő
- szegély

36. ábra A cserjék levéltömegének  $L_w$  szezonális változása 1981-ben. Az illesztett függvények paraméterei

erdő

szegély

$$\text{L.v. } y' = 21 / \frac{1}{1 + e^{-0.156 - 0.021x}} \\ r = 0.967$$

$$y'_k = 58 / \frac{1}{1 + e^{-0.496 - 0.053x}} \\ r = 0.933$$

$$y'_b = 58 / \frac{1}{1 + e^{-1.307 - 0.019x}} \\ r = 0.814$$

$$\text{E.v. } y' = 22 / 1 - e^{-0.110 - 0.008x} \\ r = 0.915$$

$$y' = 42 / \frac{1}{1 + e^{-0.305 - 0.027x}} \\ r = 0.963$$

$$\text{C.s. } y' = 60 / \frac{1}{1 + e^{-0.712 - 0.017x}} \\ r = 0.948$$

$$y' = 120 / 1 - e^{-0.995 - 0.023x} \\ r = 0.983$$

megállapítható az is, hogy a levelek tömeggyarapodása akkor válik a legintenzívebbé mind a két termőhelyen, amikor a levélterület már elérte a végleges méret 80 %-át. Ugyanezt tapasztalta Tichá et al. (1985) más fajok esetében.

Az  $L_W$  görbék lefutása azt is szemlélteti, hogy az erdőszegélyben a levelek tömeggyarapodásában a vizsgált fajok között sokkal nagyobb különbségek mutathatók ki, mint az erdő cserjeszintjében.

1981. június-szeptember között az erdő belsejéhez viszonyítva az erdőszegélyben az egyes fajoknál a levéltömeg növekedési arányát kifejező átlagos  $L_WRI$  rezponziós index a következőképpen alakult:

	$L_WRI$
Ligustrum vulgare	3.20
Acer tataricum	2.11
Cornus sanguinea	2.02
Euonymus verrucosus	1.99

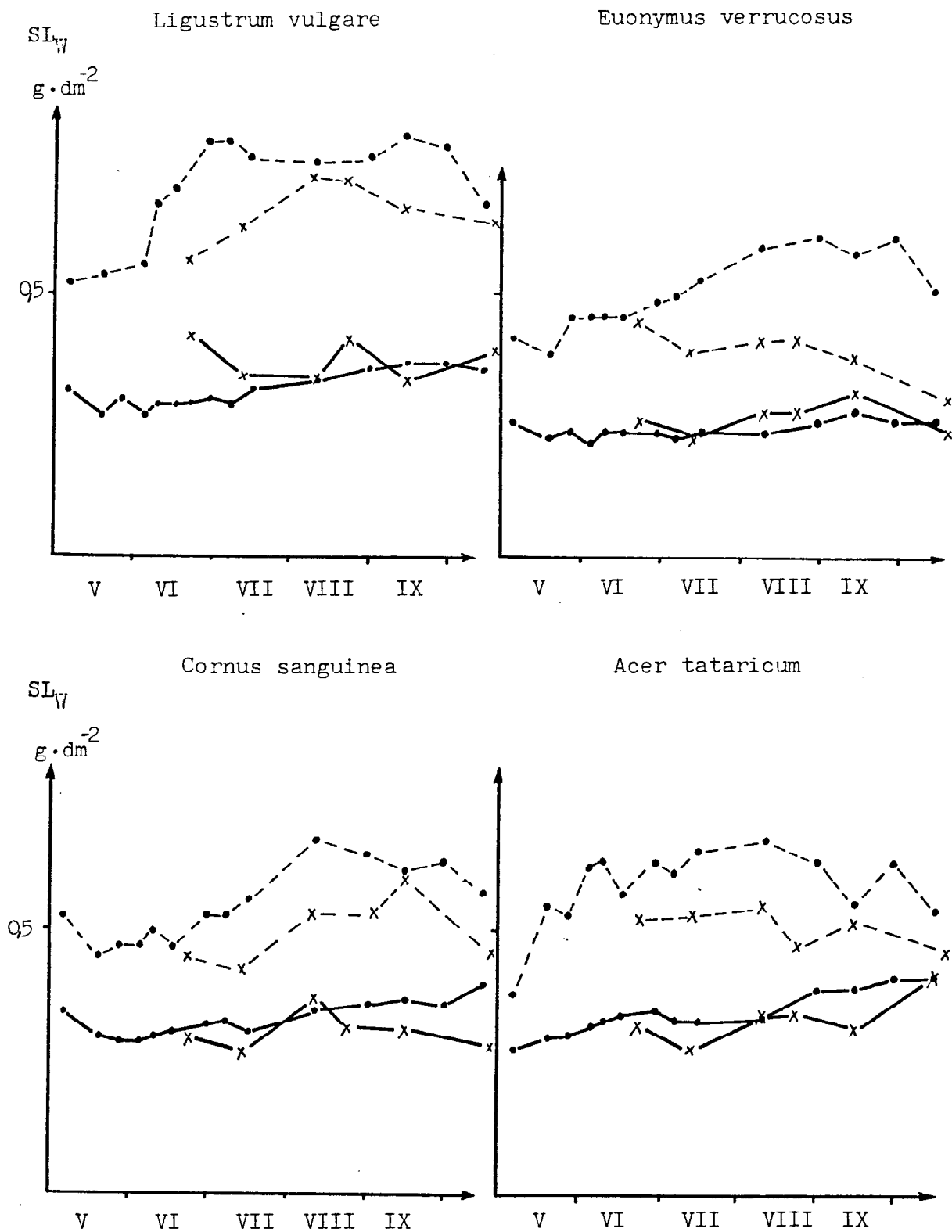
A vizsgált fajok  $L_WRI$  index értéke ugyanolyan sorrendben csökken, mint az  $L_ARI$  értéke. Az  $L_WRI$  azonban mindegyik faj esetében sokkal magasabb, mint az  $L_ARI$ , ami arra utal, hogy a felhalmozódó szervesanyag az erdőszegélyben a levélvastagság nagyarányú növelésére, az erdő belsejében viszont a megfelelő méretű fotoszintetizáló levélfelület kialakítására fordítódik. A kétféle rezponziós index eltérései azt is tükrözik, hogy a nagy relatív megvilágítású és alacsony talajnedvesség-tartalmú erdőszegély termőhelyen a cserjefajok levélterület/levéltömeg aránya csökken, amit egyes szerzők kifejezetten xeromorf jellegként jelölnek meg

(Larcher 1975, Fekete 1981). Többek között Jackson (1967), Tucker és Emmingham (1977), Virágh (1977) megfigyelték, hogy a levelek vastagsága a fényintenzitással szoros korrelációban változik. A fény által kiváltott levélvastagodás a levél mezofillum anatómiai változásaira vezethető vissza (Hansen 1959, Loach 1967, Fekete és Szujkó-Lacza 1973, Goryshina 1980, Wild és Wolf 1980, Nygren és Kellomäki 1983, 1984, Masarovičová és Minarčić 1985). A fotoszintetikusan aktív klorenchima-sejtek számának növekedése viszont növeli a fotoszintézis rátáját (Fetcher et al. 1983).

A levélvastagság közvetett becsléséhez McMillen és McClendon (1983) vizsgálataihoz hasonlóan a specifikus levéltömeget ( $SL_W$ ) számoltuk (37. ábra). Az  $SL_W$  amellet, hogy tudósít a levélvastagságban bekövetkező változásokról, Marini és Barden (1981) szerint bizonyos korlátokkal felhasználható a nettó fotoszintézis becslésére is.

A fajok 37. ábrán bemutatott specifikus levéltömeg értékeit 1981-ben a levéltömeg és a levélterület adatok alapján (12. táblázat), 1982-ben pedig a pigment-meghatározásoknál alkalmazott levélkorong módszerrel kapott eredmények felhasználásával állapítottuk meg. A két vegetációs időszakban a specifikus levéltömeg középértéke az egyes fajoknál a következőképpen alakult:

	$SL_W$ (g dm <sup>-2</sup> )			
	erdő		erdőszegély	
	1981	1982	1981	1982
<i>Ligustrum vulgare</i>	0.31	0.36	0.75	0.65
<i>Acer tataricum</i>	0.34	0.34	0.59	0.50
<i>Cornus sanguinea</i>	0.32	0.30	0.54	0.49
<i>Euonymus verrucosus</i>	0.23	0.25	0.51	0.38



37. ábra A cserjefajok specifikus levéltömegének  $SL_w$  szezonális dinamikája a cseres-tölgyes erdőben és szegélyében.  
 /erdő:—●—1981, -x-1982; szegély:--●--1981, -x-1982./

Az eredményekből kitűnik, hogy az erdő szélén a kb. hatszoros relatív megvilágítás emelkedésre az erdő vizsgált cserjefajjai átlagban 1.5-2.5-szeres  $SL_W$  növekedéssel reagálnak. Wild és Wolf (1980) más fajok esetében a fényintenzitás hasonló arányú változásának a hatására a fentiekkel egyező  $SL_W$  növekedést mutattak ki. Az  $SL_W$  értékek egyértelműen bizonyítják, hogy az erdőszegélyben a cserjék nagy levéltömege a levéllemezeik megvastagodásával függ össze.

A cserjék specifikus levéltömege az erdőben 1981-ben és 1982-ben jól egyezett. Ezzel szemben az erdőszegélyben 1982-ben mindegyik faj  $SL_W$  értéke alacsonyabb volt, mint 1981-ben. Ez azt jelzi, hogy az olyan száraz vegetációs időszakokban, mint amilyen az 1982. évi volt, az erdő szélén fellépő erős vízstressz csökkenti a nettó fotoszintézist és a szervesanyagok felhalmozódását.

#### 4.4.3. A levélterület és a levéltömeg összefüggései

Az 1981. évi vizsgálati időszak minden mintavételi időpontjában a cserjefajok leveleinek a területe és tömege között szoros lineáris regressziós kapcsolatot állapítottunk meg mind a két termőhelyen (15. táblázat). Az erdőszegélyben és az erdő cserjeszintjében kapott regressziós egyenletek paraméterei azonban eltérnek. A regressziós koefficiens értéke az  $SL_W$ -hez hasonlóan (37. ábra) az erdőszegélyben mindig magasabb, mint az erdő belsejében.

Megfigyelhető, hogy az  $L_W$  és az  $L_A$  összefüggését leíró egyenletek paraméterei változnak a vegetációs időszak során. Mindkét termőhelyen a regressziós állandó értéke tavasszal és

ősszel alacsonyabb, mint nyáron. Ezzel egybevágó változás-tendenciák jellemzik a specifikus levéltömeget is. Mindkét megfigyelés azt erősíti meg, hogy a cserjék levélnövekedésének a különböző stádiumában eltérő a levélterület és a levéltömeg viszonya.

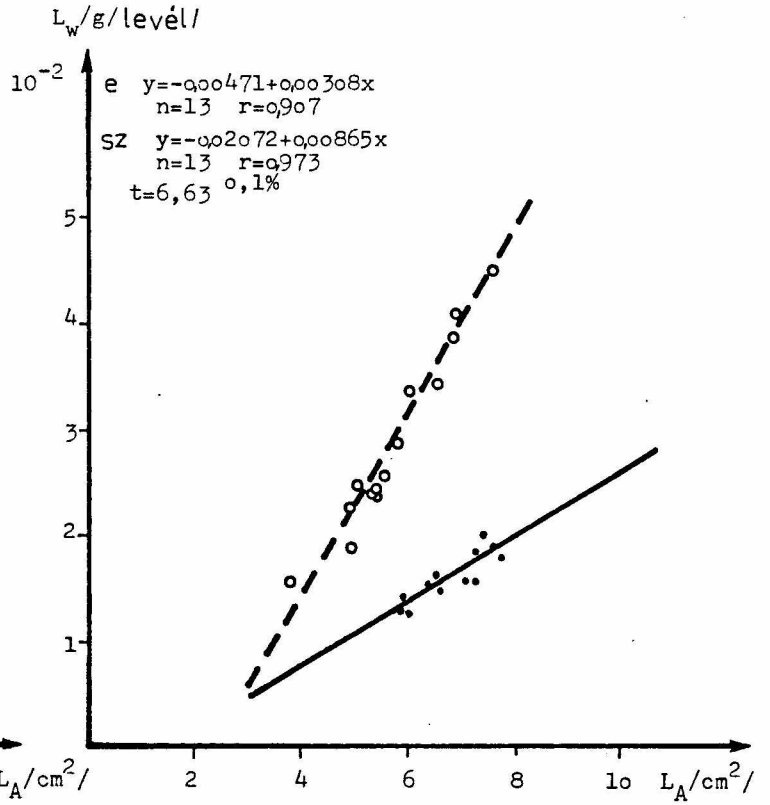
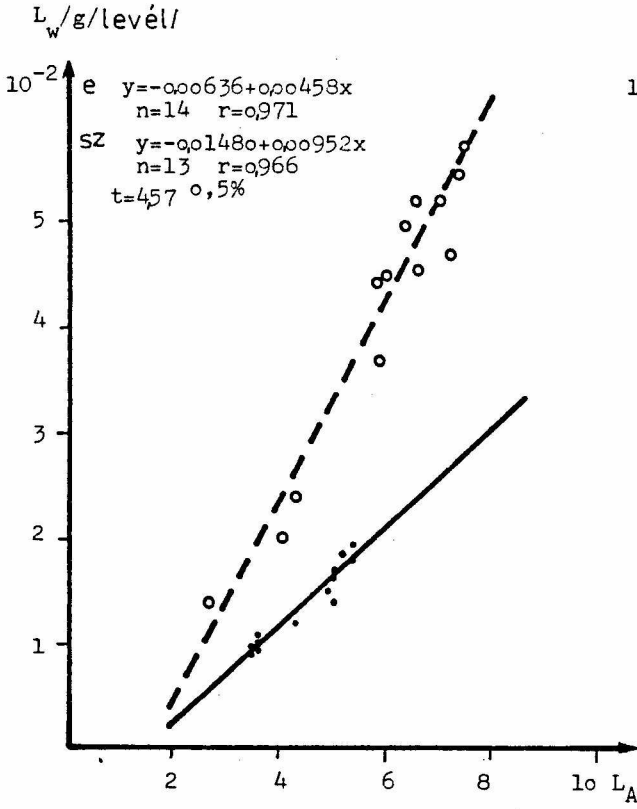
A teljes vizsgálati időszak mérési eredményeit figyelembe véve megállapítható, hogy az erdő szegélyében mindegyik faj átlag levélterülete és levéltömege szezonálisan egymással szoros pozitív korrelációban változik (38. ábra). Az erdő belsejében viszont az erősen hernyórágott levelű *Acer tataricum* esetében az  $L_A$  és  $L_W$  szezonális változása között nem mutatható ki szignifikáns összefüggés.

Az erdő cserjeszintjében és az erdőszegélyben az egyes fajok esetében a levéltömeg és a levélterület szezonális változás kapcsolata eltérő lineáris regresszió egyenletekkel írható le (38. ábra). A regressziós állandók összehasonlítását elvégezve (Sváb 1981) kitűnik, hogy a *Ligustrum vulgare*, a *Cornus sanguinea* és az *Euonymus verrucosus* két levélnövekedési jellemzője között az erdőszegélyben kapott összefüggés szignifikánsan különbözik az erdő belsejében tapasztaltaktól.

#### 4.4.4. Az $RL_WGR$ és az $RL_AGR$ növekedési ráták

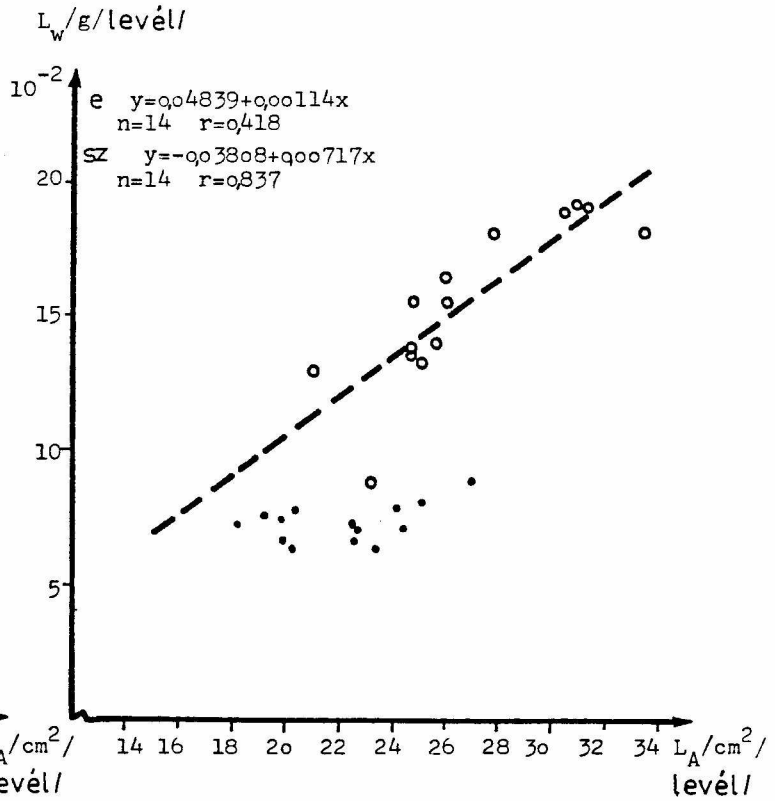
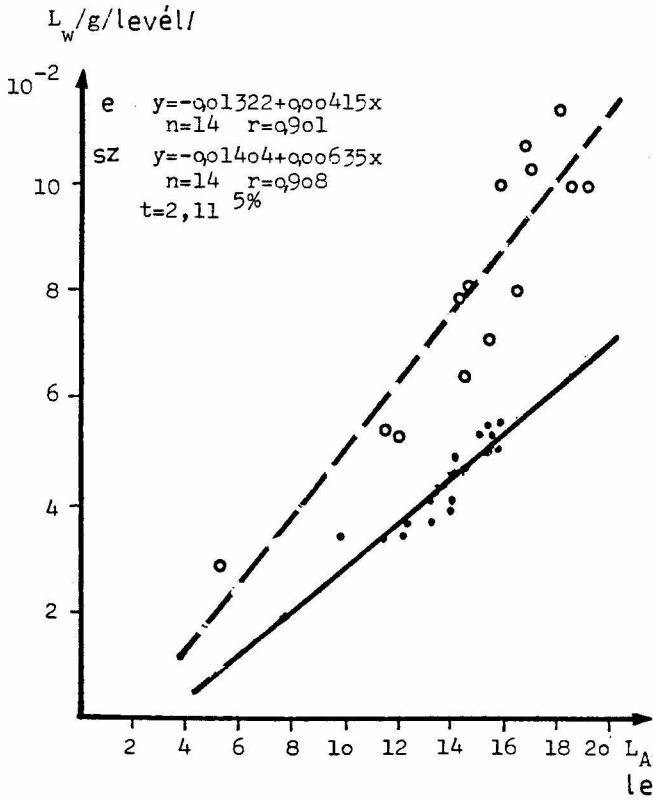
A négy cserjefaj levéltömeg ( $RL_WGR$ ) és levélterület ( $RL_AGR$ ) relatív növekedési arányának szezonális menetében nagyon sok ingadozás tapasztalható. Ehhez hasonló megállapításokat tesznek ugyanezeknél a fajoknál Kálóczy és Précsényi (1985), és más fajok





Cornus sanguinea

Acer tataricum



38. ábra A cserjefajok levélterülete  $L_A/$  és levéltömege  $L_w/$  közötti összefüggés a cseres -  
 tölgyes erdőben /●/ és szegélyében /○/ 1981-ben.

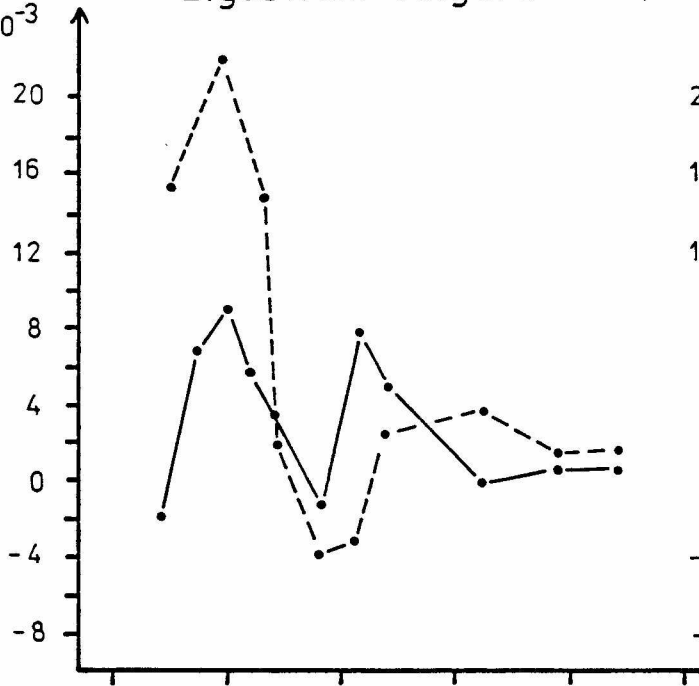
esetében pedig többek között Précsényi et al. (1976/77), Virágh (1977), Szabó I. (1983)<sup>b</sup>, valamint Navara (1984). A növekedési ráták ingadozásait Hardwick (1984) és Hunt et al. (1984) nagyrészt a növekedés analízis sajátos metodológiájának tulajdonítják. Ezért a könnyebb interpretálhatóságuk végett Szabó I. (1983)<sup>c</sup> függvényillesztéseket javasol. A saját vizsgálataink során az  $RL_WGR$  és az  $RL_AGR$  menetében jelentkező "fűrészfogak" kiegyenlítésére mozgó átlagolást alkalmaztunk (Kovacsics 1979). A 39. és 40. ábra az így kapott "simított"  $RL_WGR$  és  $RL_AGR$  görbéket szemlélteti.

Az erdő belsejében és az erdőszegélyben az  $RL_WGR$  és az  $RL_AGR$  görbéin legtöbbször két csúcs figyelhető meg a vizsgálati időszakban. Az első csúcs májusban jelentkezik, amikor a levélnövekedés intenzív. A második és kisebb csúcs pedig a nyári időszakra esik. Ekkor az erősebb és mérsékeltebb szárazságstressz váltakozása jellemző. Az  $RL_WGR$  és  $RL_AGR$  átmeneti növekedése a szárazságstressz alóli felszabadulással függhet össze (Acevedo et al. 1971).

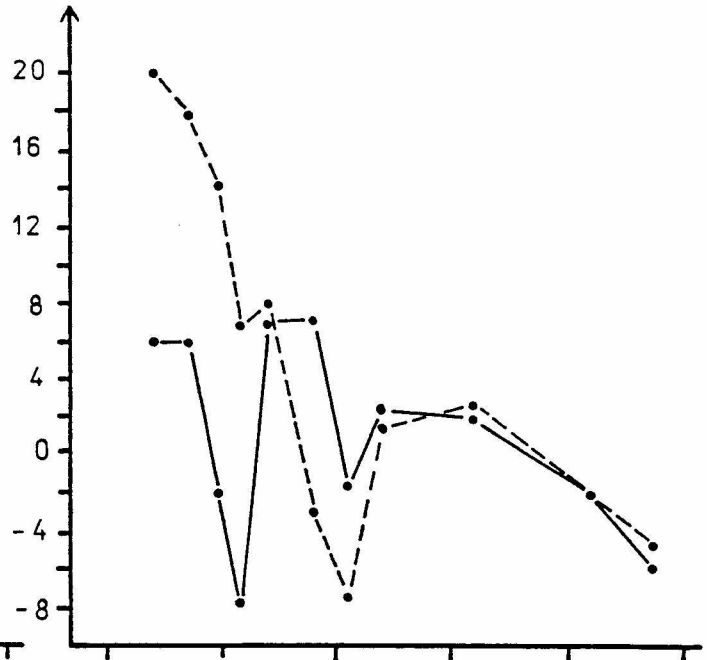
Az erdőszegélyben mindegyik fajnál a levélnövekedési ráták szezonális menetében két jól elváló szakasz különböztethető meg (39. és 40. ábra). Elkülönül egymástól a tavasztól június közepéig tartó kezdeti szakasz az először magas, később pedig gyorsan csökkenő értékeivel, és az ezt követő nyári-őszi időszak az alacsony és mérsékeltén változó relatív növekedési sebességeivel.

A cserjefajok relatív növekedési rátái - kivéve az *Acer tataricum*  $RL_AGR$ -jét (39. ábra) - a vegetációs időszak első felében magasabbak az erdőszegélyben, mint az erdőben. Megállapítható azonban, hogy ebben a periódusban az erdőszegélyben csak a *Ligustrum vulgare* és a *Cornus sanguinea* leveleinek relatív

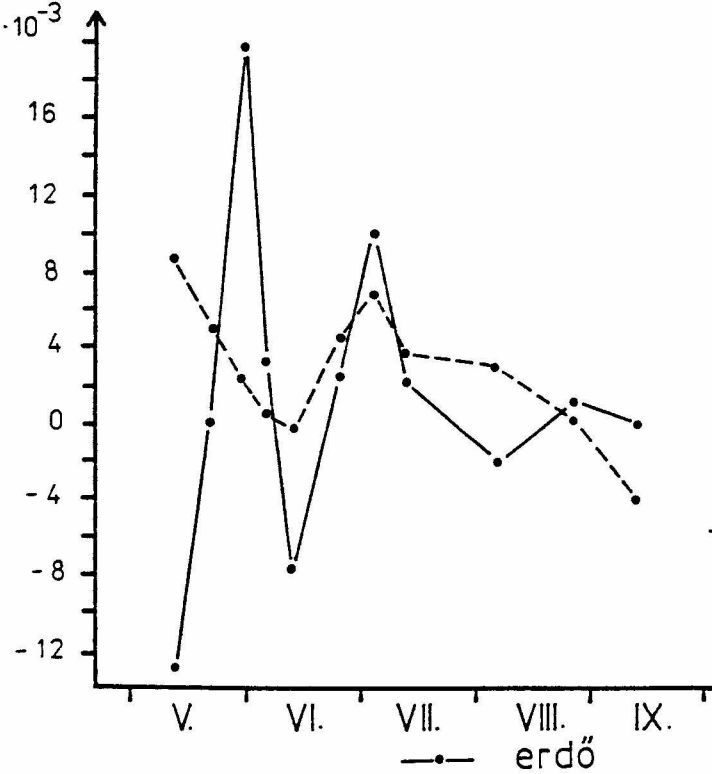
$\text{cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nap}^{-1} \cdot 10^{-3}$  *Ligustrum vulgare*



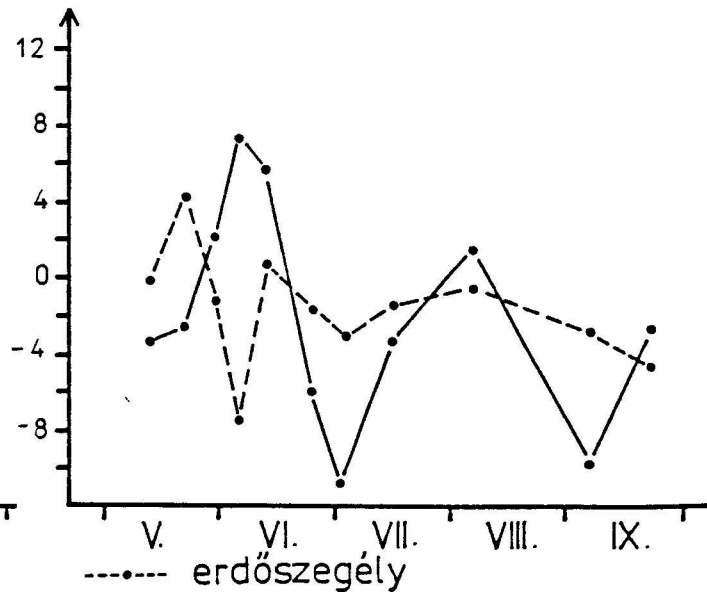
*Cornus sanguinea*



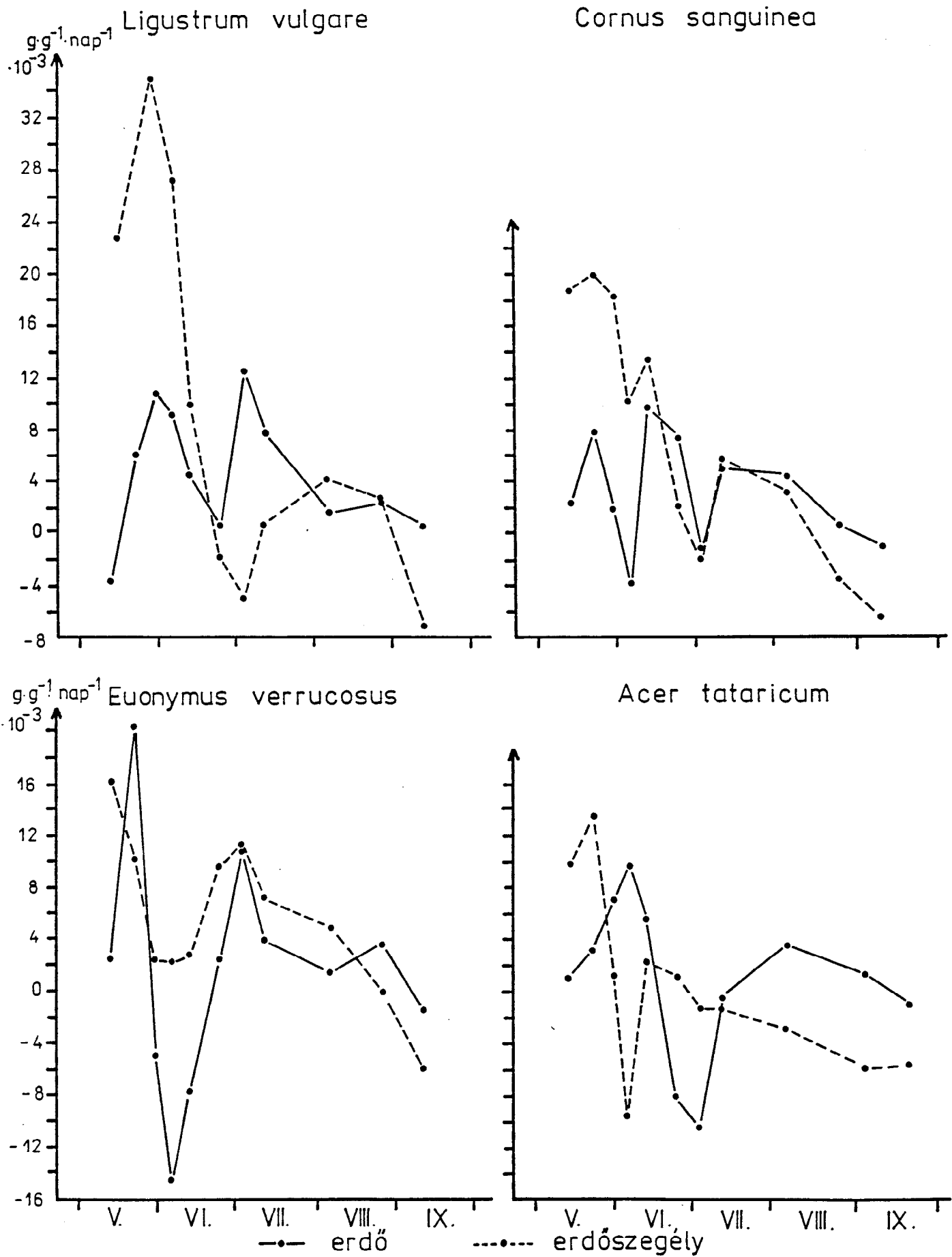
$\text{cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nap}^{-1} \cdot 10^{-3}$  *Euonymus verrucosus*



*Acer tataricum*



39. ábra Az  $RL_A GR$  változásai 1981-ben



40. ábra Az  $RL_wGR$  változásai 1981-ben

növekedési rátái térnek el szignifikánsan az erdőben mért értékektől (16. táblázat). A növekedési szezon második részében viszont az erdőszegélyben és az erdőben egyik faj esetében sem különböznek szignifikánsan az  $RL_W$ GR és az  $RL_A$ GR értékek.

#### 4.5. Levélvízforgalmi válaszok

##### 4.5.1. A szárazanyagra vonatkoztatott víztartalom

A levelek szárazanyagra vonatkoztatott víztartalmának (W %) szezonális változástendenciáit a 41. ábrán mutatjuk be.

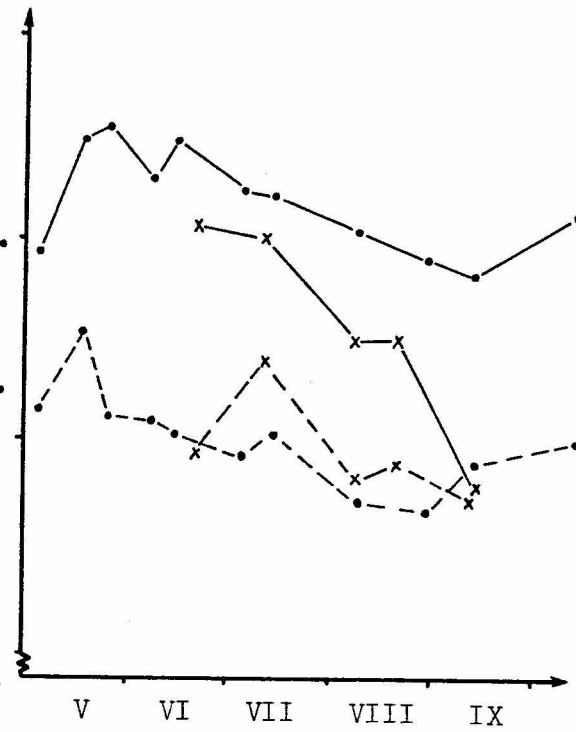
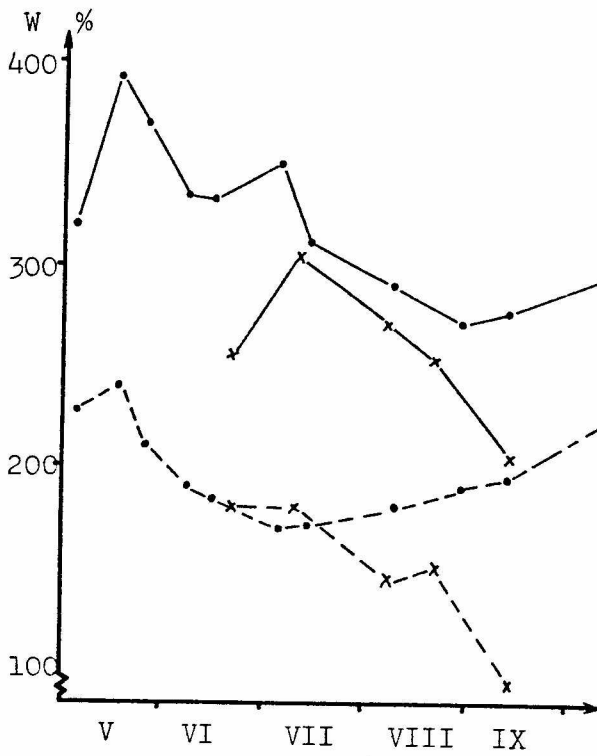
A vegetációs időszak során az erdőszegélyben mindig kisebb víztartalom mérhető a cserjék leveleiben, mint az erdőben, mivel a mikroklímatis milió tényezők (5. ábra) nagymértékben fokozzák a transzspirációs vízvesztést. Ezek a tényezők egyben a talajbeli vízrezervoár-t is nagyarányban terhelik az erdő szélén. Emiatt az erdőszegélyben állandóan alacsonyabb a talaj nedvességtartalma, mint az erdő belsejében (7. ábra).

Az egyes fajok levélvíz-tartalmának szezonális dinamikáját elemezve az erdőszegélyben az erdő belsejében tapasztaltakkal egybevágó tendenciájú változások állapíthatók meg (41. ábra). A levelek szárazanyagra vonatkoztatott víztartalma a tavaszi-nyári eleji időszakban a legmagasabb, és a nyári hónapok alatt nagymértékű csökkenés figyelhető meg. Az őszi időszakban viszont a levelek víztartalma kissé megemelkedik. Ugyanilyen trendű változásokat mutat a talaj nedvességtartalma is (7. ábra).

Az irodalmi közlések szerint (Chaney és Kozlowski 1969, Kramer 1963, 1983, Tuba 1984) a levelek %-os víztartalma a növekedési időszakban egyrészt a talaj nedvességtartalommal, másrészt pedig a szárazanyag-gyapodás sebességével összefüggésben változik. A vizsgálati időszakokban elemeztük, hogy hogyan függ az egyes fajok leveleinek a W %-a a talaj nedvességtartalmától és a specifikus levéltömegtől (17. táblázat). Az eredményekből kitűnik, hogy az 1981. évi csapadékos és mérsékelt meleg növekedési szezonban (1.

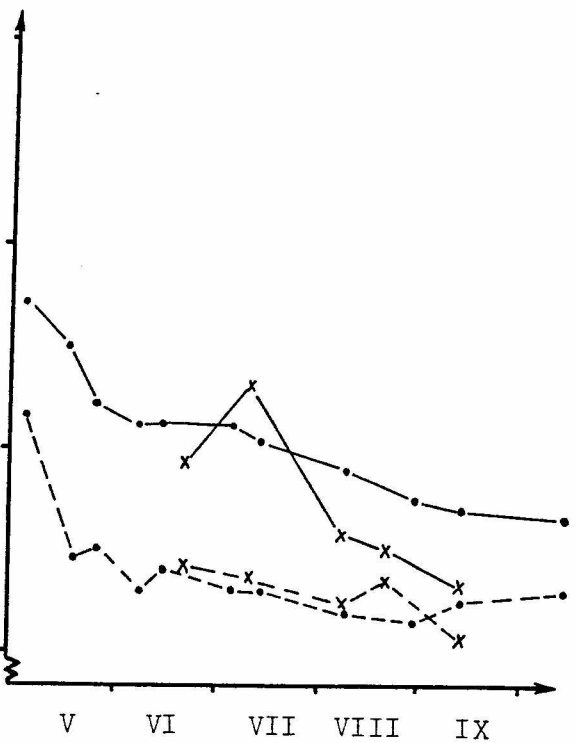
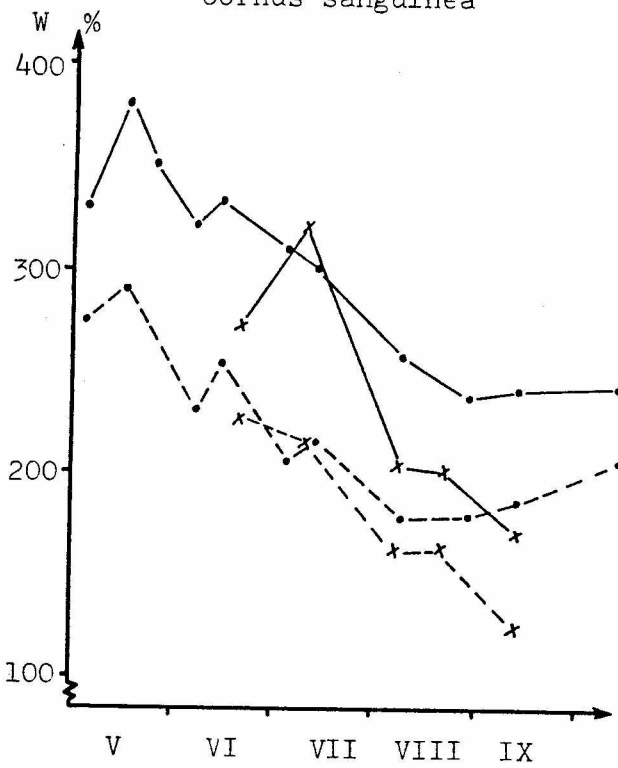
Ligustrum vulgare

Euonymus verrucosus



Cornus sanguinea

Acer tataricum



41. ábra

A szárazanyagra vonatkoztatott vztartalom /W%/ szezonális változása a cserjefajok leveleiben - az erdőben, valamint a szegélyében - 1981 és 1982-ben

/erdő:—•—1981,—x—1982; szegély:--•--1981,—x--1982 /.

táblázat) mind az erdő belsejében, mind az erdőszegélyben a cserjék leveleinek %-os víztartalma a talaj nedvességtartalmával szoros pozitív, az  $SL_W$ -vel pedig szoros negatív korrelációban változott. Ezzel szemben az 1982. évi száraz vegetációs periódus alatt a levélvíztartalom a két független változóként kezelt tényező közül az erdőben csak a talaj nedvességtartalmától, az erdőszegélyben viszont egyiktől sem függött. Az utóbbi eredmények azt sugallják, hogy a szárazabb erdőszegély termőhelyen a nagy vízstresszű periódusokban a vizsgált cserjefajok nagyon jól szabályozzák a levélvízforgalmukat és a levelek víztartalmát nagy valószínűséggel ozmotikusan aktív anyagok, pl. aminosavak, szénhidrátok képzésével és ideiglenes akkumulációjával képesek fenntartani (Cram 1976, Dale és Sutcliffe 1986, Diamantoglou 1980, Wyn Jones 1980, Wyn Jones és Gorham 1983). Fontos lenne ezért a jövőben ezeket, és az erdőszegélyben előforduló más fajokat is ebből a szempontból minél előbb megvizsgálni. Ezzel talán még közelebb kerülhetnénk a másodlagos erdőszegélyben bekövetkező koegzisztenciális szerkezet-változások hátterének, az ökológiai környezet és az ökológiai tolerancia tényezők összekapcsolódásának a mélyebb megértéséhez (Juhász-Nagy 1970, 1987, Jakucs et al. 1984).

#### 4.5.2. A levelek szukkulencia paraméterhányadosa

Mivel a %-os víztartalom ( $W$  %) értékét a levél szárazanyag-tartalmának a változásai nagymértékben befolyásolhatják, ezért a levélvíztartalom kifejezésére gyakran az ún. szukkulencia paraméterhányadost alkalmazzák. A disszertációban a szukkulencia paraméterhányadost Stocker (1933), Magyar (1936) és



Almádi (1986) értelmezése alapján használom, és az egységnyi levélfelületre vonatkoztatott víztartalmat értem alatta ( $W \text{ g dm}^{-2}$ ). Almádi (1986) megállapításai szerint az  $1.5 \text{ g dm}^{-2}$  értéknél nagyobb víztartalmú leveleket szukkulensnek nevezhetjük, míg ez alatt legfeljebb vastag levélről beszélhetünk.

A cserjék szukkulencia paraméterhányadosának a számolásához szükséges alapadatokat a 37. és 41. ábráról olvashatjuk le, és az értékeit a 18. táblázat tartalmazza. A vegetációs időszakokra számolt középértékek a következőképpen alakulnak a vizsgált fajoknál:

	$W \text{ g dm}^{-2}$			
	erdő		erdőszegély	
	1981	1982	1981	1982
<i>Ligustrum vulgare</i>	0.99	0.91	1.33	1.00
<i>Acer tataricum</i>	0.68	0.57	0.76	0.64
<i>Cornus sanguinea</i>	0.94	0.73	1.18	0.88
<i>Euonymus verrucosus</i>	0.75	0.68	0.98	0.79

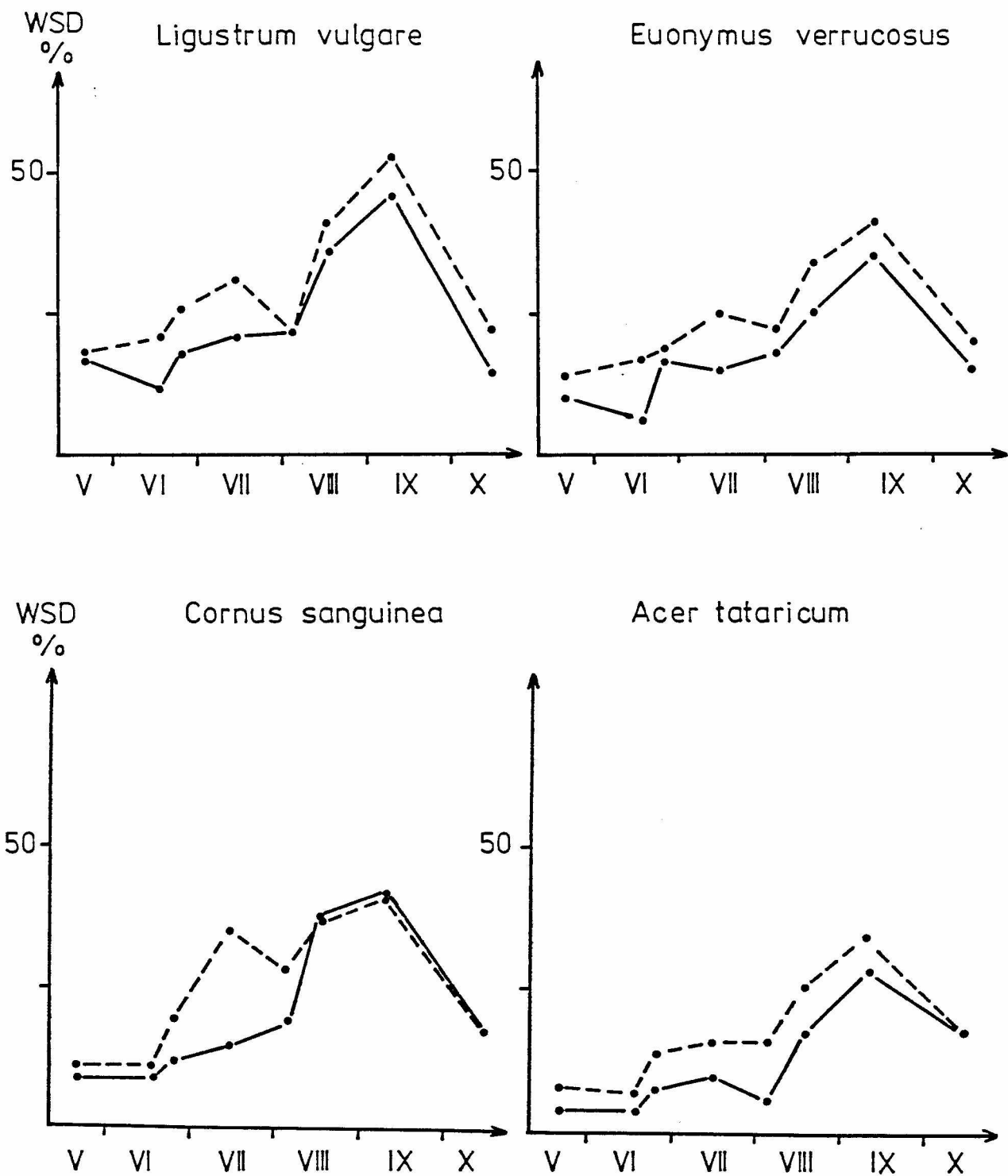
Az erdőszegélyben a cserjék leveleinek szukkulencia paraméterhányadosa a %-os víztartalmukkal ellentétes tendenciájú változásokat mutatott, és különösen 1981-ben növekedett nagymértékben az erdő belsejéhez képest. A növekedés a leveleknek az erdő szélén megvastagodott mezofillumával magyarázható. Szembetűnik, hogy a szukkulencia paraméterhányados változástendenciái mindegyik faj esetében a specifikus levéltömegével egyeztek. Megállapítható azonban, hogy a szukkulencia paraméterhányados az erdőszegélyben kisebb arányban

növekedett az erdő belsejéhez képest, mint a specifikus levéltömeg. Ez azzal magyarázható, hogy a száraz erdőszegélyben a levelek megvastagodott mezofillumában erősödik a klorenchima sejtek dehidrációja, és ezen felül csökken a klorenchimatikus és a szklorenchimatikus szöveti elemek aránya.

#### 4.5.3. A víztelítettségi hiány szezondinamikája

A víztartalom mellett a levelek másik fontos vízállapot mutatójaként a víztelítettségi hiányt tartják számon (Almádi 1982, 1984, 1986, Čatský 1960, Slavik 1974). Ismert, hogy a WSD nem ad olyan pontos felvilágosítást a levelek valódi vízállapotáról, mint a vízpotenciál vagy az azt összetevő potenciálok, de nagy előnye, hogy a mérése könnyen elvégezhető akár terepkörülmények között is, és nem igényel nagy műszerezettséget. Különösen az összehasonlító vízforgalmi méréseknél bizonyult jól alkalmazhatónak, mivel viszonylag érzékenyen tudósít a milió tényezők változásaira bekövetkező növényi vízhiányról (Almádi 1986, Szabó I. 1983). A WSD-nek a vízpotenciállal való összefüggéséről megállapították, hogy növényfajonként jelentősen változik, és általában csak a fiatal növényeknél, illetve leveleknél állapítható meg a kettő között lineáris kapcsolat (Kozłowski 1964, Slavik 1974).

A vizsgált fajok WSD-jének szezonális változásait a 42. ábrán mutatjuk be. Az ábrát elemezve kitűnik, hogy az erdőszegélyben a vegetációs időszak valamennyi mintavételi időpontjában nagyobb víztelítettségi hiányt tapasztaltunk a cserjék leveleiben, mint az erdő belsejében. A t-próba szerint (19. táblázat) azonban az erdőben és az erdőszegélyben mért értékek szignifikánsan nem



42. ábra A cserjék víztelítettségi hiányának /WSD %/ szezonális alakulása a cseres-tölgyes erdőben /—•—/ és szegélyes erdőben /-•-•-/ 1982-ben

különböztek.

A vizsgálatok során mindig a *Ligustrum vulgare* leveleiben észleltük a legmagasabb WSD-t, és az *Acer tataricum* esetében pedig a legalacsonyabbat. A *Cornus sanguinea* és az *Euonymus verrucosus* fajoknál viszont közepes víztelítettségi hiányokat mértünk.

Az egyes fajok esetében az erdőszegélyben és az erdő belsejében kapott WSD görbék jellege nagyon hasonló (42. ábra). A WSD szezonális menetében a szárazanyagra vonatkoztatott víztartalommal ellentétes tendenciájú változások figyelhetők meg mindkét termőhelyen. A levelek maximális víztelítettségi hiányát minden fajnál szeptember elején mértük. A WSD május közepétől augusztusig csak kismértékben, ezt követően viszont ugrásszerűen nőtt. Szeptember elején háromszor-ötször nagyobb víztelítettségi hiányt mutattunk ki a levelekben, mint a vizsgálati időszak elején (V. hó).

Számos megfigyelés szerint a levelek nagy víztelítettségi hiánya a klimatikus igénybevételből származik, és csökkenti a fotoszintézis rátát (Almádi 1982, 1984, Čatský 1963, Éliás 1973, Slavik 1974, Szabó I. 1983). A saját vizsgálataink alapján abból a tényből, hogy az egyes fajok a nyári fokozott klimatikus igénybevételt (1. táblázat) és a talajnedvesség tartalom 14-16 %-kal való csökkenését (7. ábra) hosszú időn keresztül (V-VIII. hó) képesek voltak tolerálni, valamint abból, hogy a levelek víztelítettségi hiányát viszonylag alacsony szinten tudták tartani, arra következtethetünk, hogy a cserjék levélvízforgalma nagyon hatékony belső szabályozás alatt áll, többek között sztómazárási folyamatok, vagy a szénhidrátok, illetve aminosavak felhalmozása révén (Dale és Sutcliffe 1986, O'Toole és Cruz 1980). Az augusztus

végi és szeptember eleji méréseink azonban jól jelzik, hogy az erdőszegélyben és az erdőben a cserjék levélvízforgalmának belső szabályozása csak addig lehetett megfelelő, amíg a talaj nedvességtartalma 15-20 %-nál nagyobb volt (7. ábra). Az ezt követő mindössze 2-5 %-ot kitevő talajnedvességtartalom csökkenések hatására viszont egy rendkívül gyors elvítelenedést észleltünk a levelekben. Ezzel egybevágó változásokat tapasztalt Éliás (1974) is gyertyános tölgyes fajainál a talajnedvesség-tartalom 14 %-tól alacsonyabb értékeinél.

Az egyes fajoknál a szeptemberi WSD maximumok sem az erdőszegélyben (L.v. 53.0, C.s. 42.3, E.v. 40.7, A.t. 34.4 %), sem az erdő belsejében (L.v. 45.9, C.s. 41.6, E.v. 34.9, A.t. 27.2 %) nem jelentettek letális vízhiányt. Megmaradt a levelek vízvisszatelítési képessége, és az október eleji esőzésekkel összefüggő talajnedvesség tartalom növekedés (7. ábra) hatására a belső szabályozó folyamatok révén mindkét habitat-en a vítelítettségi hiányuk alacsony értékekre csökkent le (42. ábra). Az egyes fajok esetében az erdőszegélyben az erdő belsejében mérthez hasonló arányú WSD csökkenés állapítható meg: L.v. 30 %, C.s. 25 %, E.v. 20 %, A.t. 17 %. Ez a változás azt tükrözi, hogy a vizsgált cserjék levélvízforgalmának a szabályozási rendszere ún. szorosan nyomonkövető (Szabó I. 1983c).

Az eredmények azt mutatják, hogy az erdőszegélyben a cserjék leveleinek WSD-je még a vegetációs periódus legmelegebb és legszárazabb időszakában sem növekszik olyan nagy mértékben az erdő belsejéhez képest, mint ahogyan azt a klimatikus igénybevétel alapján várnánk. Ez különböző anatómiai és fiziológiai alkalmazkodások révén valósulhat meg, és fontos szerepet játszik

abban, hogy a száraz erdőszegély habitat-en az erdő vizsgált cserjefajai viszonylag nagy dominanciával és abundanciával fordulnak elő.

#### 4.5.4. A víztartalom és a víztelítettségi hiány napi dinamikája

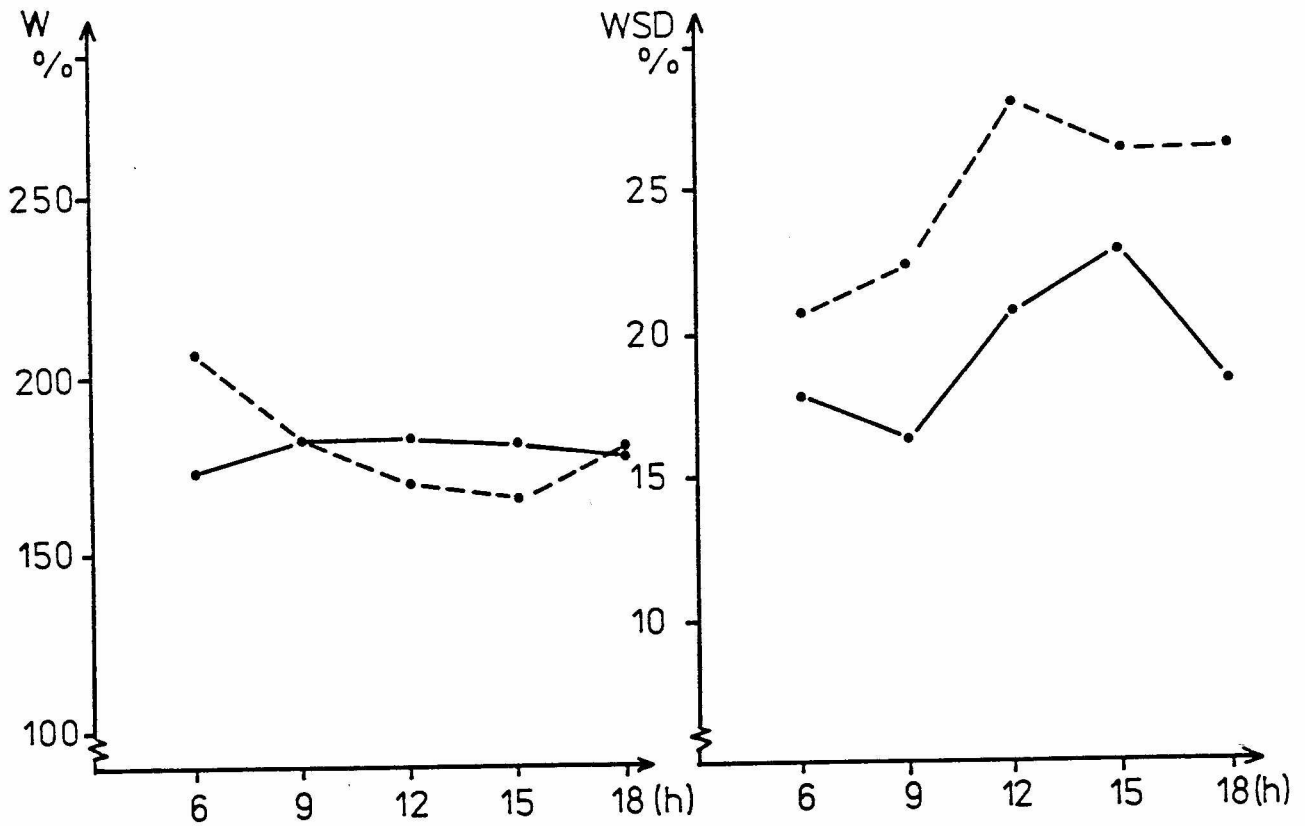
1983. június 21-én tanulmányoztuk a  $W$  % és a WSD napi változás-tendenciáit is. A vizsgálatok napját szélcsendes, mérsékelt meleg ( $13.1^{\circ}\text{C}$ ) és csapadék nélküli időjárás jellemezte. A napfénytartam napi összege 10.9 óra volt.

A levélvízállapot jellemzők napszakos dinamikájának a nyomkövetéséhez a négy állandó tesztnövény közül a *Ligustrum vulgare*-t és az *Acer tataricum*-ot választottuk ki. A két faj leveleiben a szárazanyagra vonatkoztatott víztartalom és a víztelítettségi hiány napi változásait a 43. ábrán mutatjuk be. A grafikonok jól tükrözik, hogy a vizsgált levélvízállapot mutatók napi dinamikája az erdő belsejében kiegyenlítettebb volt, mint az erdőszegélyben.

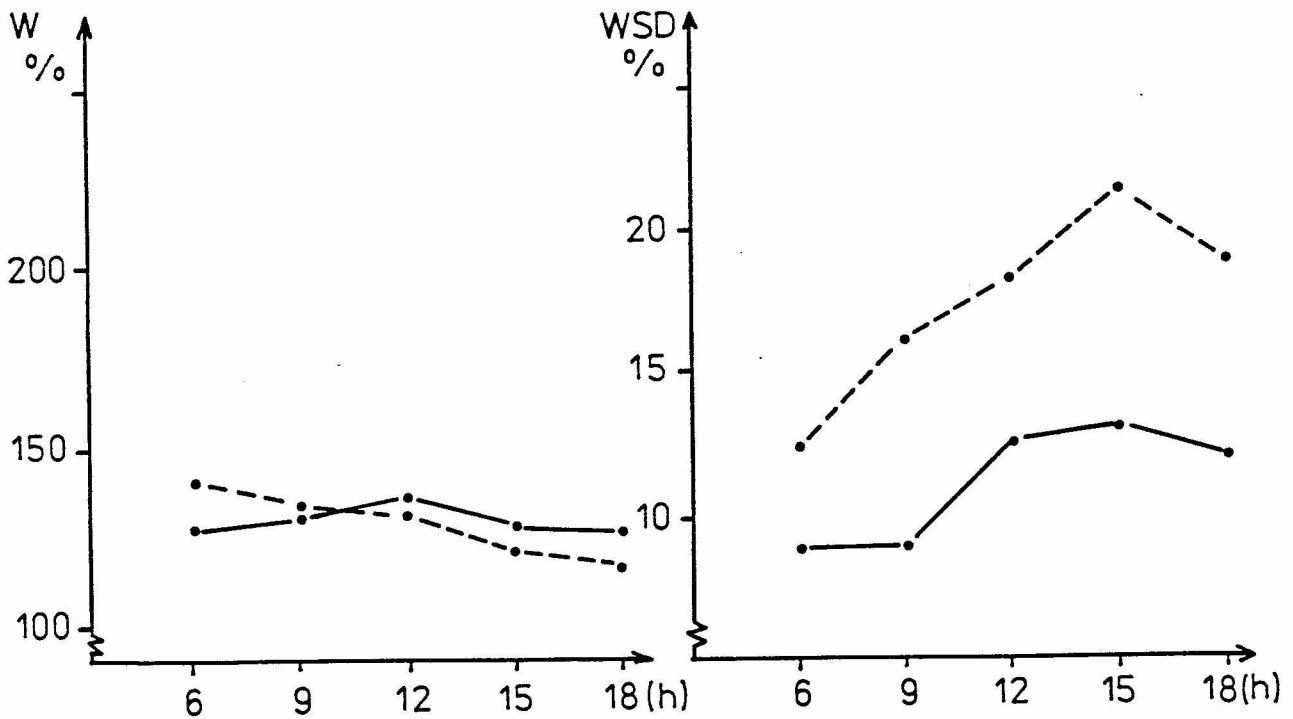
Az erdőben egyik faj leveleinek sem változott jelentősen a levélvíz-tartalma a nap során, mindössze 5-7 %-os ingadozást mutatott. Ezzel szemben az erdőszegélyben a levelek víztartalmának a napi fluktuációja sokkal nagyobb volt (17-19 %), és reggeltől kezdve 15, illetve 18 h-ig folyamatosan csökkent.

Az erdőszegélyben kora reggel (6 h) a levelek víztartalma meglepően magas volt. Az *Acer tataricum* leveleiben 13 %-kal, a *Ligustrum vulgare*-nél pedig 33 %-kal meghaladta az erdőben mért értékeket. Ennek nagy valószínűséggel az az oka, hogy az

Ligustrum vulgare



Acer tataricum



43. ábra A levelek vizeztartalmának /W %/ és vizeztelítettségi hiányának /WSD %/ napi dinamikája a cseres-tölgyes erdőben /-•-/ és az ÉK-i cserjeszegély szélén /-•-•-/ 1983. július 21-én

erdőszegélyben jelentkező viszonylag nagy hajnali lehülés hatására csökkent a vízgőzgradiens a levelek és a levegő között, ami redukálta a transzspirációs vízvesztést. Ezt követően azonban az erdőszegélyben nagyobb mértékű dehidráció játszódott le a levélszövetekben a nap során és a víztartalom 5-10 %-kal alacsonyabb volt, mint az erdőben.

A két faj leveleinek WSD-je a nap során mindvégig magasabb volt az erdőszegélyben, mint az erdő belsejében. Az egyes fajok WSD-jének napi változásmenete az erdőszegélyben és az erdőben kissé eltért. Az erdőszegélyben reggeltől kezdve nőtt a levelek víztelítettségi deficitje és a maximumát 12 h-kor (L.v), illetve 15 h-kor (A.t.) érte el. Az erdőben viszont a levelek WSD-je még 9 órakor is alacsony volt és csak 12 órára emelkedett jelentősen, a maximuma pedig mindkét faj esetében 15 h-kor jelentkezett. Ez az eltérés azt tükrözi, hogy az erdőszegélyben az erősebb nappali felmelegedés hatására gyorsabb a cserjék transzspirációs vízvesztése. A délutáni, illetve az esti órákban a hőmérséklet csökkenésével mindkét termőhelyen mérséklődött a levelek víztelítettségi hiánya, és megkezdődött a szövetek rehidrációja. Ez a folyamat esetenként egy teljes éjszakát is igénybevehet (Kramer és Kozlowski 1979).

Számos megfigyeléssel összhangban a  $W\%$  és a WSD görbék lefutása alapján arra következtethetünk, hogy a vizsgált cserjefajoknál a levélszövetek transzspirációs vízvesztését a vízutánpótlás időben késéssel követi (Ackley 1954, Davies 1986, Hellkvist et al. 1974, Kramer és Kozlowski 1979, Slatyer 1967). Ezzel a késéssel magyarázhatjuk, hogy az erdőszegélyben, ahol a

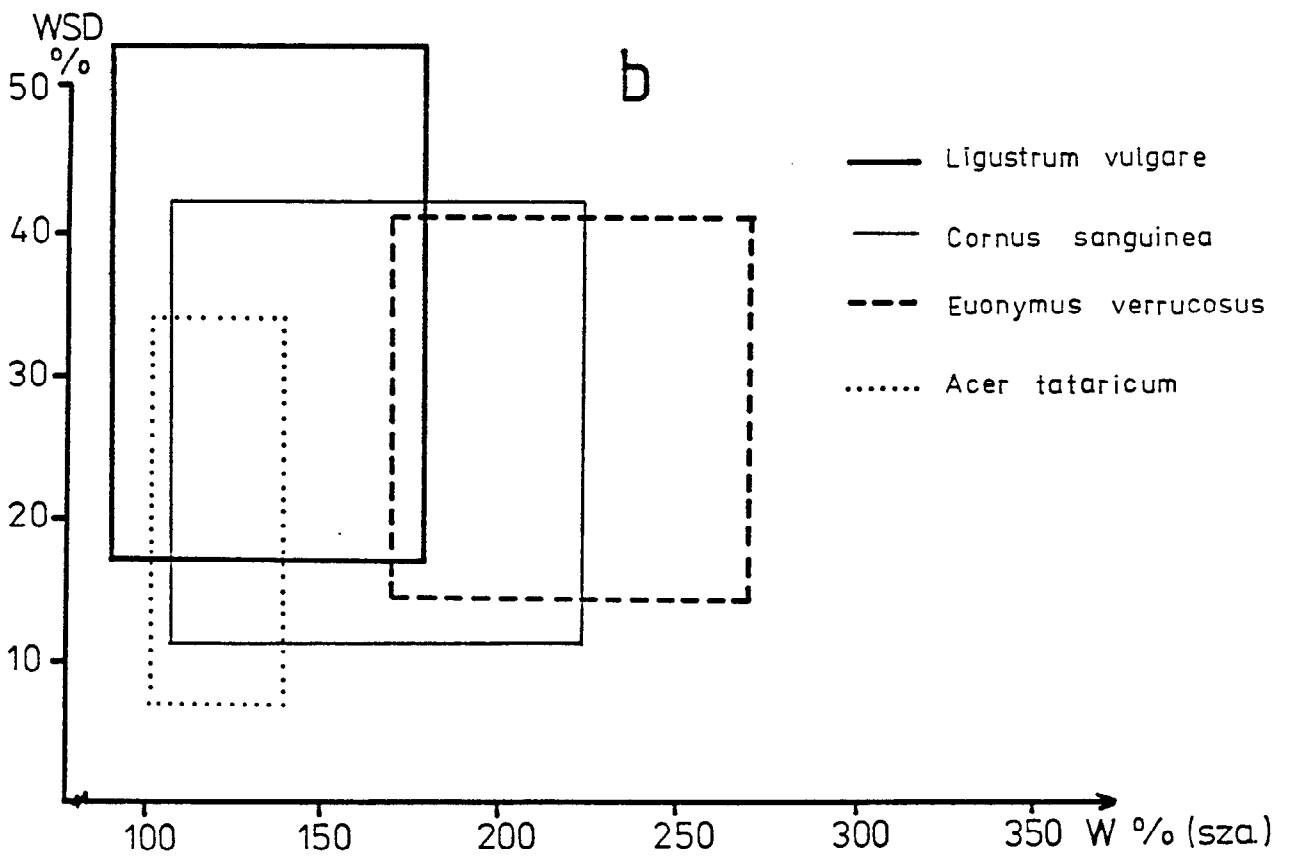
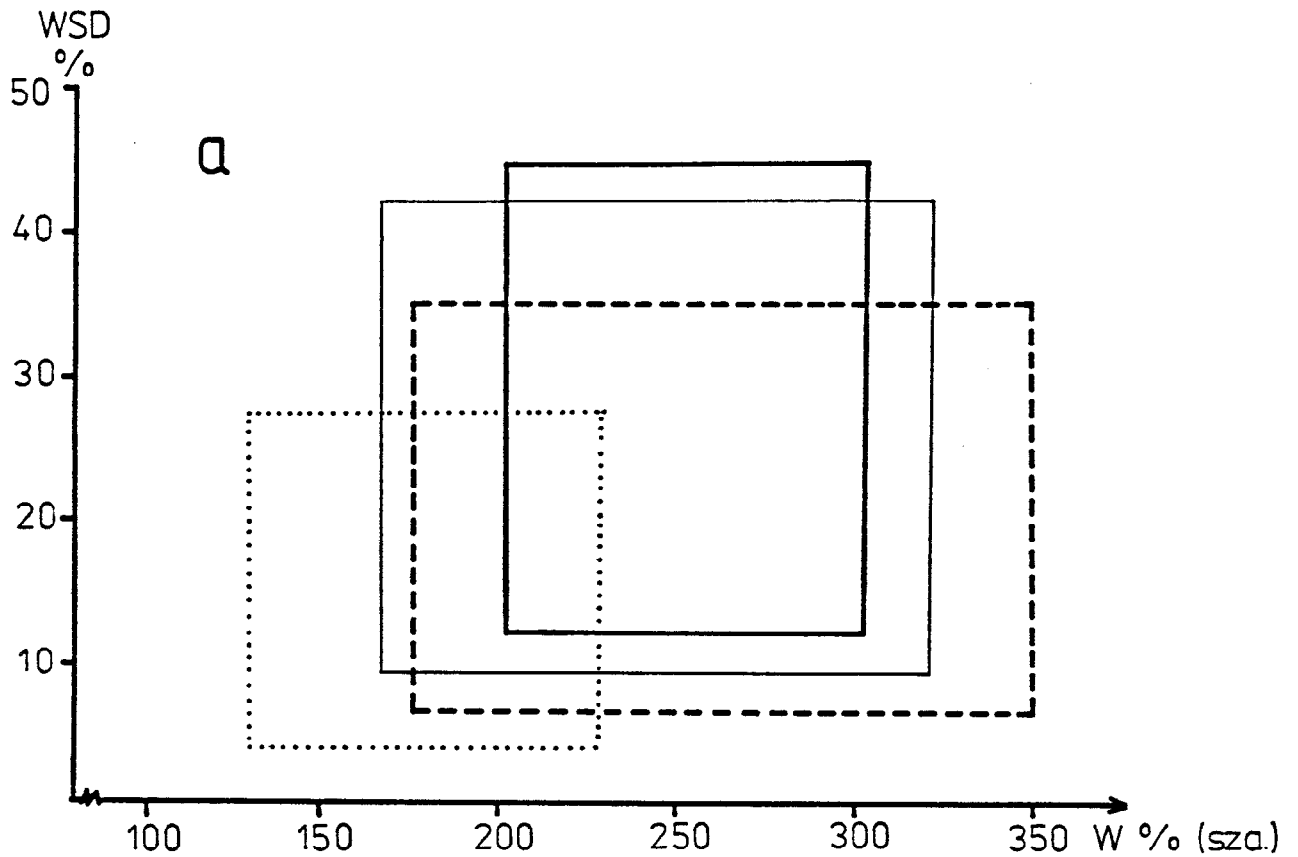


növényi vízforgalmat a mikroklimatikus milió tényezők nagymértékben terhelik, és ezzel összefüggésben a vízstressz sokkal erősebb, mind a két vizsgált cserjefajnál nagyobb víztelítettségi deficit alakul ki a levelekben napközben, mint az erdő belsejében.

#### 4.5.5. A levélvízforgalmi válaszok interspecifikus különbségei

A vizsgált jellemzők szezonális és napi dinamikája alapján megállapítható, hogy a cseres-tölgyes négy cserjefaja az erdőszegélyben az erdőtől eltérő mikroklimatikus milió tényezőkre azonos levélvízforgalmi válaszokat ad. Különbség van azonban a fajok levélvízforgalmi válaszainak a mértékében, ami a szabályozó mechanizmusok eltéréseivel lehet összefüggésben. A válaszok interspecifikus különbségeinek az értékeléséhez jó támpontot nyújthat, ha elemezzük az egyes fajok  $W\%$  és WSD szezonális spektrumait (Almádi 1986, Huzulák 1980), valamint az általunk bevezetett WRI és WSDRI rezponziós indexeket.

A  $W\%$  és a WSD spektrumok egy-egy fajra vonatkozóan tartalmazzák a vizsgálati időszak során előforduló összes értéket, a legkisebbtől a legnagyobbig rendezve, ilymódon az adott faj vízháztartás-szabályozásának az eredményét is tükrözik (Almádi 1986). A négy cserjefaj 1982. évi  $W\%$  és WSD spektrumait együtt feltüntetve a 44. ábrán bemutatott diagramokat kapjuk. Az erdőszegélyben mindegyik faj esetében a  $W\%$  spektrum eltolódik az alacsony értékek felé és leszűkül. Legkevésbé a *Ligustrum vulgare*-nál csökken a levélvíz tartalom szezonális amplitúdója. Ugyanakkor a többi fajnál a fokozott klimatikus igénybevétel az erdő szélén másfél-kétszeres spektrum szűkülést hoz létre, amely a



44. ábra A cserjék leveleinek víztartalom /W %/ és víztelítettségi hiány /WSD %/ spektruma az erdőben /a/ és az ÉK-i erdőszegély szélén /b/ 1982-ben

*Cornus sanguinea*, *Acer tataricum* és *Euonymus verrucosus* sorrendben egyre nagyobb arányú. Ezzel szemben a vizsgált fajok 1982. évi WSD spektrumai a magasabb értékek irányába tolódnak el az erdőszegélyben, de a terjedelmük kb. ugyanakkora marad.

Az erdőszegélyben a négy faj a W %-WSD spektrum alapján sokkal jobban széthúzódik egymástól, mint az erdő belsejében. Ebből arra következtethetünk, hogy az erdőszegélyben a levélvízforgalom interspecifikus különbsége növekszik. Ezek alapján úgy tűnik, hogy az erdőszegélyben a talajnedvesség resource-tényezőben fellépő korlátozottság nagymértékben hozzájárulhat ahhoz, hogy a fajok niche-ei átalakuljanak, és hogy ebben a niche-dimenzióban a niche-ek szegregálódjanak.

A WRI és WSDRI rezponziós indexeket külön számoltuk a vegetációs periódusok tavaszi-nyár eleji mérsékelt, valamint a nyári-ősz eleji erősebb vízstresszű időszakaira (20. táblázat).

Kiemelkedően magas WRI index állapítható meg a *Ligustrum vulgare* és az *Euonymus verrucosus* esetében. Mindkét faj az ún. felszínen gyökerező cserjék csoportjába tartozik, és a gyökereik 90 %-a a talaj felső 5 cm-es rétegében helyezkedik el (Kárász 1984), amely a leginkább kitett az evaporációnak. A *Ligustrum vulgare* és az *Euonymus verrucosus* leveleiben az erdőszegélyben tapasztalt nagy dehidráció ezért feltehetően azzal függ össze, hogy a gyökereikkel sűrűn átszőtt felső talajszintben a felvehető vízkészlet az evaporáció következtében alacsony, ami a vegetációs időszak során egyre nagyobb vízstresszt eredményez a számukra. Ennek a hatásnak a mérséklésében fontos szerepet kap mindkét fajnál a felerősödött vegetatív hajtásképzés, mivel a sztolókon kifejlődő járulékos

gyökerekkel nagyobb vízfelvevő felület alakul ki.

Az előzőekhez képest sokkal kisebb az *Acer tataricum* és a *Cornus sanguinea* WRI indexe. Kárász (1984) megállapításai szerint a két faj közül az *Acer tataricum* viszonylag mélyen, 10-30 cm között gyökerezik, a *Cornus sanguinea* gyökerei pedig a 0-70 cm közötti talajsztintben egyenletesen oszlanak el. Emiatt a száraz erdőszegélyben a levelek vízutánpótlása nem olyan korlátozott, mint az előző fajoknál.

A négy cserjefaj 1982. évi WSDRI indexeit vizsgálva a WRI-nél megállapítottaktól eltérő fajsorrend figyelhető meg (20. táblázat). Kitűnik, hogy a *Ligustrum vulgare* és az *Euonymus verrucosus* a vegetációs időszak mindkét felében közepes WSD válaszokat ad az erdőszegély szárazabb környezeti feltételeire. A csapadékosabb tavaszi-nyár eleji időszakban az *Acer tataricum* WSDRI indexe a legalacsonyabb, a száraz és meleg nyári-ősz eleji időszakban viszont a *Cornus sanguinea*-é.

A vegetációs periódusok különböző időjárású időszakokban eltérően alakul a négy faj rezponziós indexeinek a teljes range-e. A száraz időszakban sokkal szélesebb, és ezen belül a vizsgált fajok W % és WSD válaszai sokkal nagyobb mértékben különböznek, mint az enyhébb vízstresszű csapadékos periódusban. A nagyobb interspecifikus eltérések viszont azt tükrözik, hogy a szigorú vízstresszű időszakban az erdő szélén a talajnedvesség-tartalom niche-dimenzió mentén növekszik a cserjefajok szegregációja, amit az is elősegít, hogy a gyökérmélységük különbözik.

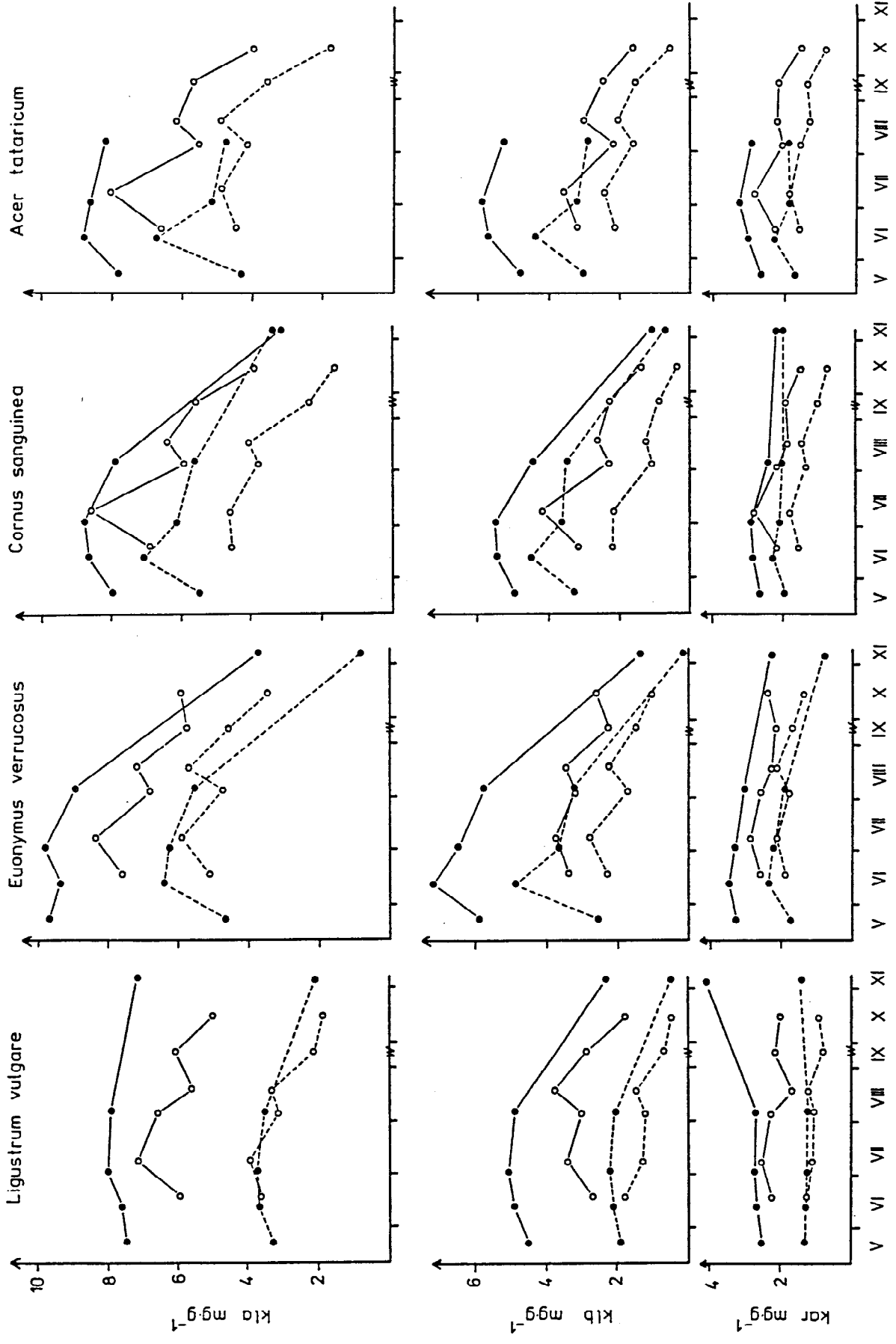
#### 4.6. A fotoszintetikus pigmentválaszok

##### 4.6.1. A pigmentek szezonális dinamikája

A szakirodalomból jól ismert, hogy a környezeti tényezőkre érzékenyen reagáló fotoszintetikus pigmentkompozíció a levelek növekedésével jelentősen átrendeződik (Šesták 1978, 1983, 1985). Ezért a cseres-tölgyes erdőben és az erdőszegélyben a cserjék fotoszintetikus pigmentösszetételének összehasonlító vizsgálata keretében a mennyiségi eltérések feltárása mellett a pigmentek szezonális dinamikájának tanulmányozására is figyelmet fordítottunk. Az erdőben és az ÉK-i kitettséű erdőszegély szélén a levelek klorofill a, klorofill b és összkarotinoid tartalmának a szezonális változásait a 45. ábrán és a 21. táblázatban mutatjuk be.

Az 1981. és 1982. évi adatok alapján az erdő belsejében és az erdőszegély szélén az egyes cserjék pigmenttartalmában jelentős különbségek állapíthatók meg, amelyek részletes elemzésével a következő fejezetben foglalkozunk. Ugyanakkor szembeűnik, hogy a fotoszintetikus pigmentek időbeni alakulásának a tendenciája az erdőszegély szélén és az erdőben azonos, eltérés csak legfeljebb a változások mértékében figyelhető meg. A különböző pigmentkomponensek mindkét termőhelyre jellemző főbb változástrendjeit a következőkben elemezzük.

A levelek Sza-ra vonatkoztatott klorofilltartalma (45. ábra) a területűkkel és a tömegűkkel összefűggésben változik (35. és 36. ábra). A klorofill a és a klorofill b mennyisége tavasztól nyárig növekszik. Megfigyelhető, hogy május végén már mindkét klorofillkomponens koncentrációja viszonylag magas a vizsgált



45. ábra A fotoszintetikus pigmentek szárazanyagra vonatkoztatott koncentrációjának szezonális dinamikája /erdő:—●—1981,—○—1982; ÉK-i erdőszegély széle:---○---1981,---○---1982/

fajoknál, ez azt jelzi, hogy a fiatal levelek intenzív terület- (35. ábra) és tömeggyarapodásával (36. ábra) együtt nagyarányú a klorofillok szintézise. Számos növényfaj levélnövekedésének ebben a stádiumában a klorofilltartalom lineárisan vagy exponenciálisan növekszik (Šesták 1985). A négy cserjefajnál a klorofill akkumuláció maximuma június közepén vagy július elején jelentkezik. A cserjelevelek terület- és tömeggyarapodása ekkor már mindkét termőhelyen nagyon lassú, és a méretük is eléri vagy megközelíti a végleges nagyságot. A maximumot követően a Sza-ra vonatkoztatott klorofill a és klorofill b tartalom csökken, mivel a levelek életkorának a növekedésével a kloroplasztiszokban a pigmentek szintézisének és lebomlásának az egyensúlya egyre jobban eltolódik a bomlás irányába (Kufner 1981).

Az ontogenetikus változásokon kívül azonban ebben a csökkenésben fontos szerepet játszhat a magas hőmérséklet és alacsony csapadékmennyiség hatására kialakuló nyári szárazság is (1. táblázat, 7. ábra). Ismert, hogy már enyhe vízhiány jelentősen meggátolhatja a fotoszintetikus pigmentek képződését (Alberte et al. 1975, Bourge és Naylor 1971, Kramer és Kozlowski 1979, Morales et al. 1982, Nysen és Presman 1974, 1976, Virgin 1965). A szárazságstressz kifejlődése jól nyomonkövethető volt az 1981. és az 1982. évi vegetációs periódusok alatt augusztusban és szeptemberben a klimatikus tényezőkön kívül (1. táblázat) a talaj nedvességtartalmának (7. ábra) és a fajok Sza-ra vonatkoztatott víztartalmának (41. ábra), valamint víztelítettségi hiányának (42. ábra) a változásain keresztül. Október közepén, illetve november elején a klorofill a és a klorofill b koncentrációja alacsony értékeket ért el, annak ellenére, hogy a hőmérséklet csökkenésével

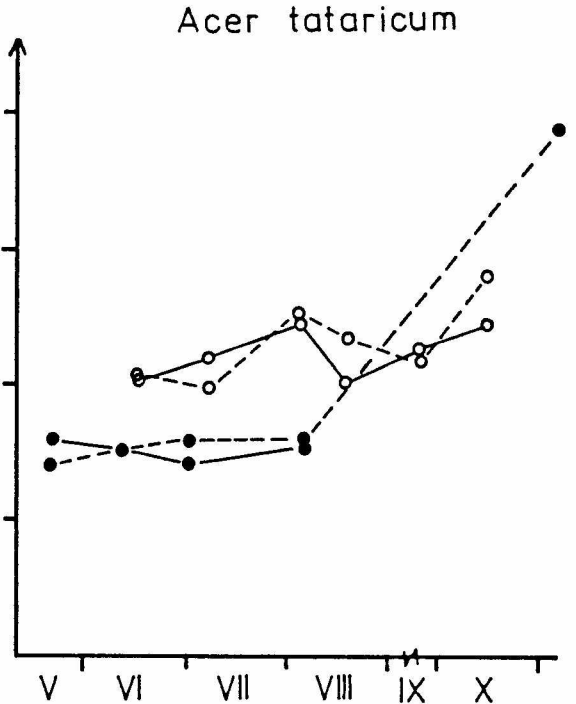
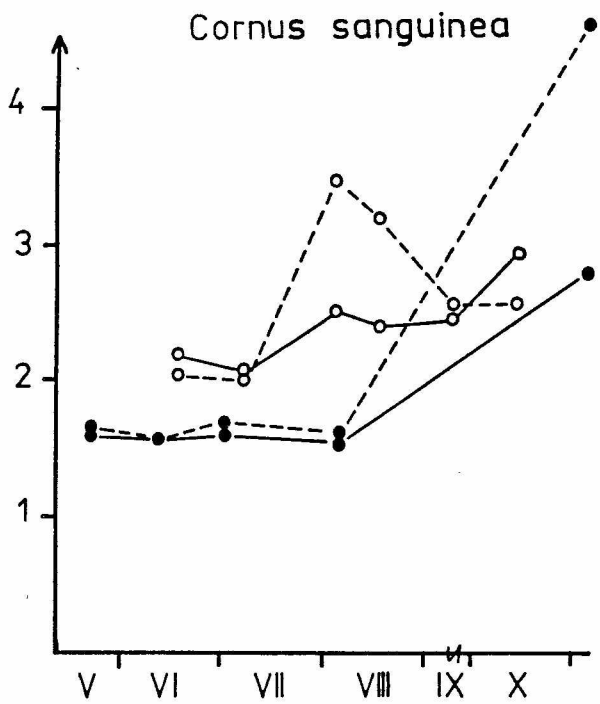
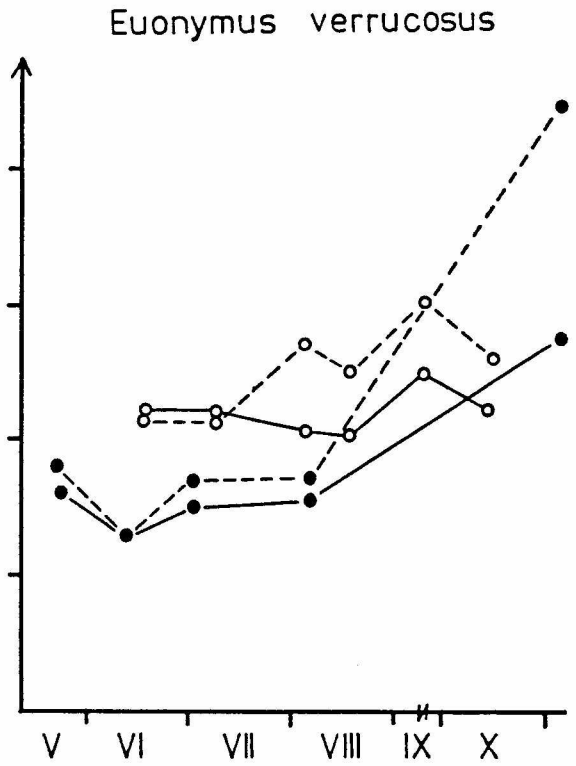
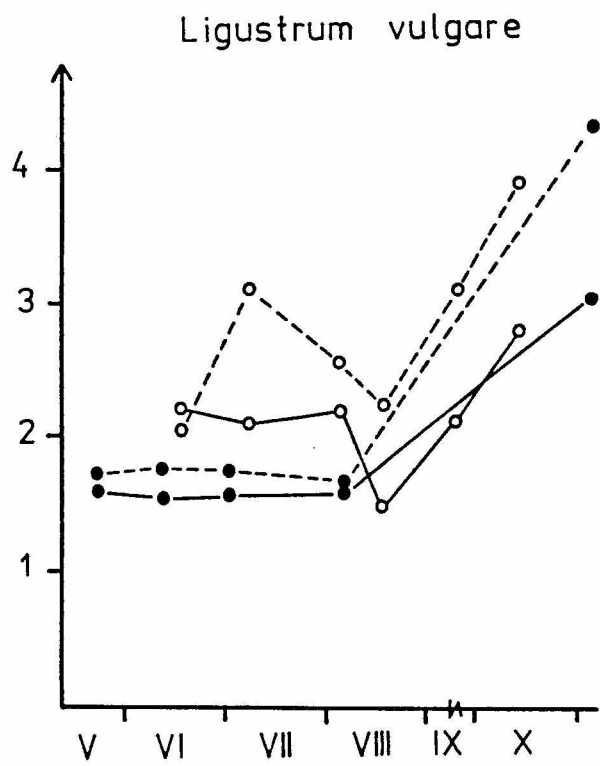
és a csapadékmennyiség növekedésével ekkor már mérséklődött a vízhiány (7. ábra). Ennek oka a lombhullást megelőző pigment degradációs folyamatokban keresendő.

A Sza-ra vonatkoztatott klorofill a és klorofill b tartalomban a maximális értékek elérése után az erdőszegély szélén jelentősebb mértékű nyári, illetve őszi csökkenés jelentkezik, mint az erdőben, ami a nagyobb vízdeficit következménye (7. ábra). Megfigyelhető azonban, hogy a két termőhelyen a klorofillkomponensek közül a klorofill b esetében rendszerint nagyobb arányú a csökkenés, mint a klorofill a-nál, amit augusztusban és szeptemberben a klorofill a/b arány folyamatosan növekvő, vagy átmenetileg megemelkedő értékei is jeleznek (46. ábra). Ehhez hasonló pigmentkompozíció átrendeződést állapítottak meg más szárazságstressz alatti növényfajok esetében is (Alberte és Thornber 1977, Tuba 1984<sup>a,b</sup>).

A négy cserjefajnál a levélterületre vonatkoztatott klorofill a és klorofill b koncentrációk a vegetációs időszak alatt kisebb mértékben ingadoznak (21. táblázat), mint a Sza-ra megadott mennyiségeik, de a szezonális változásmenetüket ugyanolyan tendenciák jellemzik, és a maximumukat is legtöbbször ugyanabban az időpontban, vagy esetenként valamivel később (augusztus elején vagy közepén) érik el. Erre a két eltérő vonatkoztatási alapra számolt klorofill-koncentrációk változása között Šesták (1977), valamint Masarovičová és Eliás (1981) is jó egyezést állapítanak meg.

A fotoszintetikus pigmentek másik nagy csoportját képviselő karotinoidok Sza-ra (45. ábra) és egységnyi levélterületre (21. táblázat) vonatkoztatott koncentrációja mindkét termőhelyen a





46. ábra A kl a/b arány szezonális változása

erdő 1981 —●—  
1982 —○—

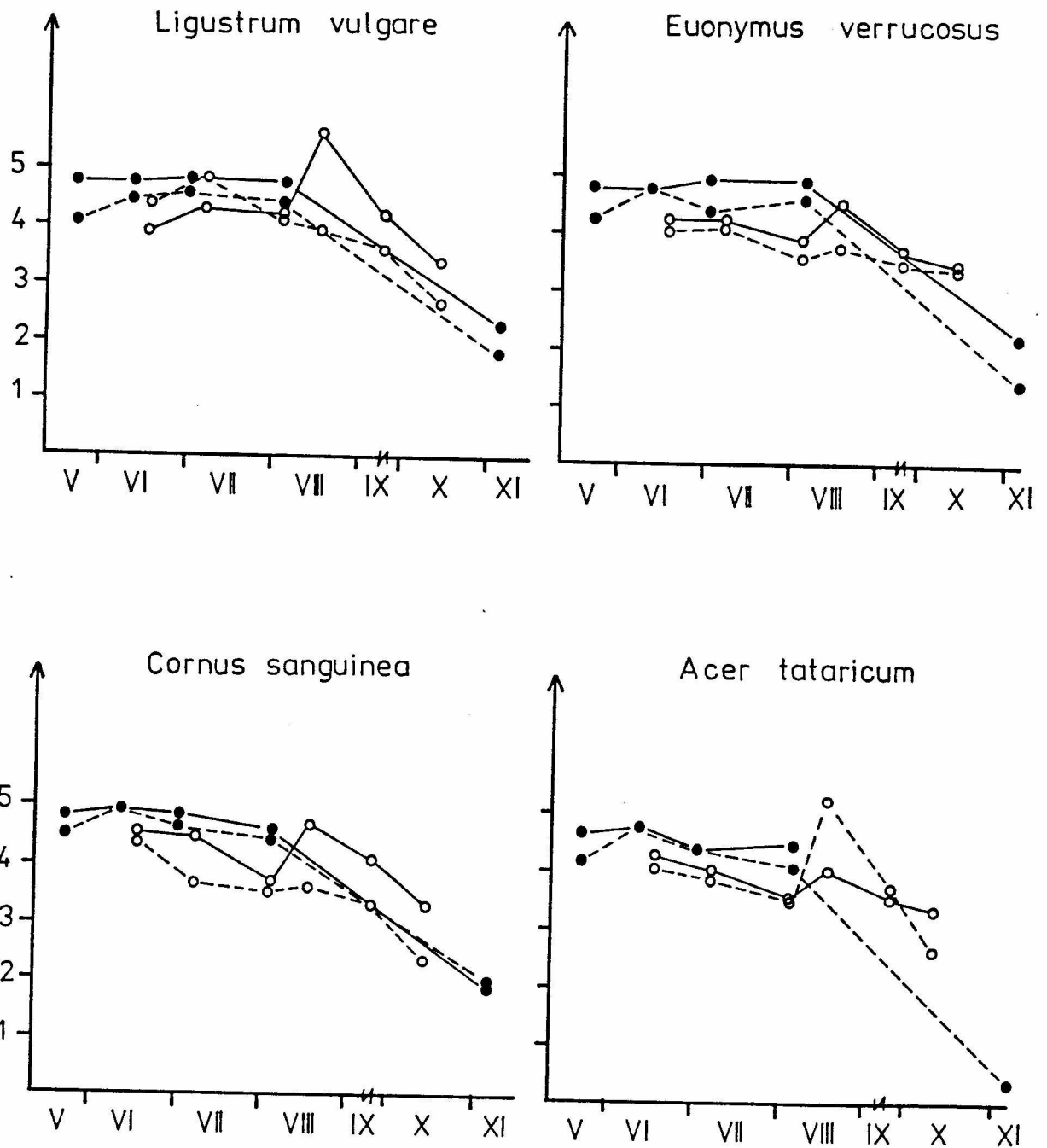
szegély 1981 - -●- -  
1982 - -○- -

klorofillokéval párhuzamosan változik, rendszerint június közepi, vagy július eleji maximummal. A levelek összkarotinoid tartalma a nyári szárazság kialakulásakor és ősszel viszont kisebb mértékben csökken, mint a klorofilltartalmuk, amit a klorofill/karotinoid arány értékei is tükröznek (47. ábra). A levelekben az őszi időszakig a karotinoidok a klorofill b-nél valamivel kisebb mennyiségben akumulálódnak, de októberben és novemberben már mindegyik faj össz-fotoszintetikus pigmenttartalmában a karotinoidok részaránya nagyobb, mint a klorofill b-é. Ez a változás az előzőekkel együtt arra utal, hogy a vizsgált fajoknál ősszel a karotinoidok lebomlása lassabban megy végbe, mint a klorofilloké, ami egyben a levelek elszíneződését is okozza.

#### 4.6.2. Az erdőbeni és a szegélyszéli pigmentkompozíció összehasonlító elemzése

Az erdőben és az erdőszegély szélén az egyes fajoknál a fotoszintetikus pigmentkompozíció összehasonlító elemzéséhez, a két vizsgálati évben a május-szeptember közötti időszakra számolt klorofill a, klorofill b és karotinoid tartalom középértékeket, valamint az ezek alapján végzett t-próba eredményeit használjuk fel (48. ábra).

A négy cserjefaj az erdőszegély széli nagy relatív megvilágításra (5. ábra és 3. táblázat) azonos tendenciájú pigmentkompozíció átrendeződéssel reagál. Az erdőben a levelek Sza-ra vonatkoztatott összpigment tartalma 1981-ben 15-19 mg g<sup>-1</sup>, 1982-ben 11-13 mg g<sup>-1</sup> intervallumban változott, ehhez képest az erdőszegély szélén 1981-ben 6-12 mg g<sup>-1</sup> és 1982-ben pedig 5-10 mg



47. ábra A kl/kar arány szezonális változása

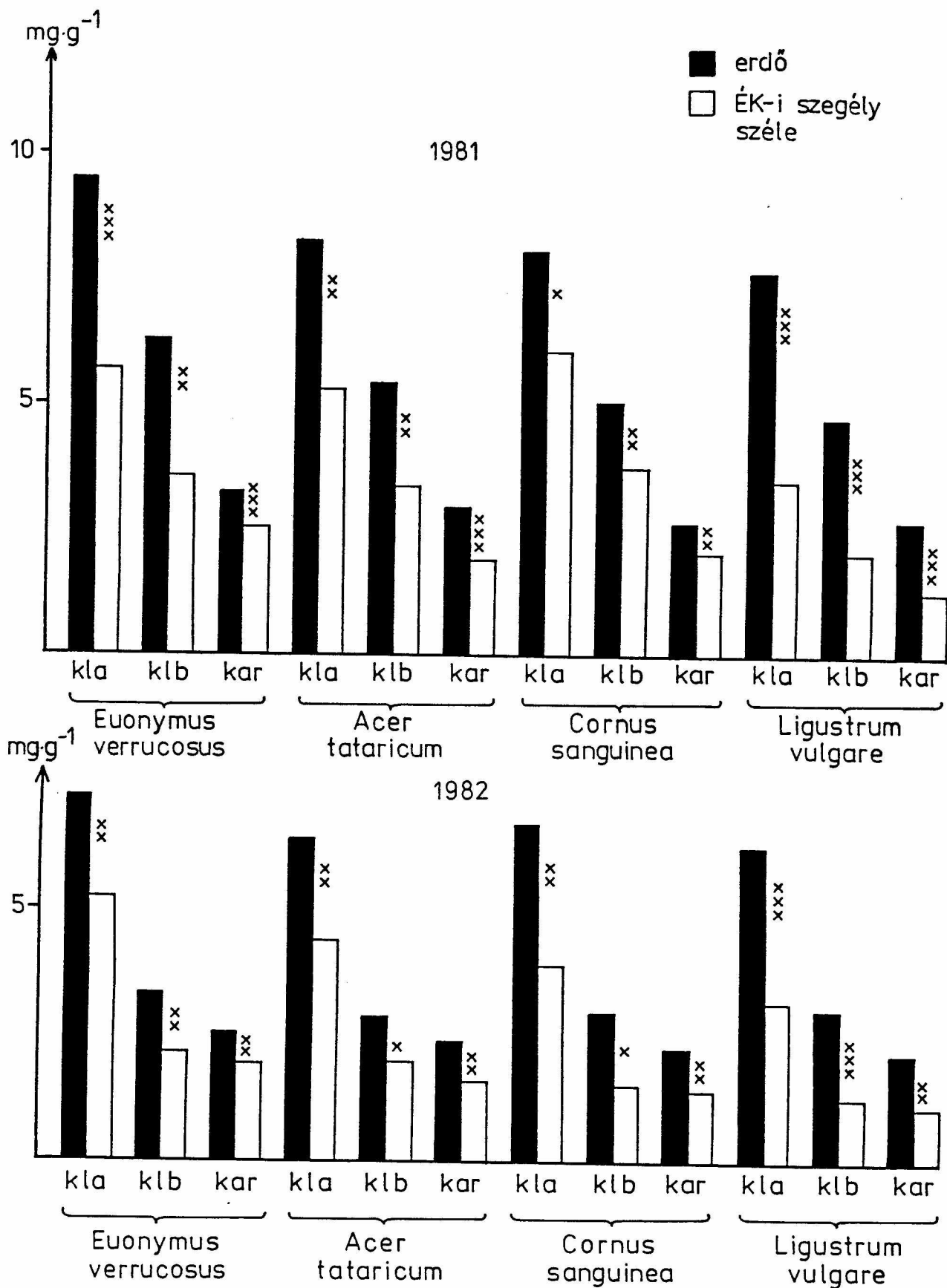
erdő 1981 —●—      szegély 1981 -●-

1982 -○-              1982 -○-

$g^{-1}$  közötti kisebb értékeket mértünk. A legalacsonyabb Sza-ra vonatkoztatott pigmenttartalom a *Ligustrum vulgare* esetében, a legmagasabb pedig az *Euonymus verrucosus*-nál állapítható meg mindkét vizsgálati helyen, és a másik két faj köztes helyet foglal el. A szárazanyagra vonatkoztatott pigmenttartalom interspecifikus eltéréseit a levél-mezofillum felépítésére vezethetjük vissza (Éliás és Masarovičová 1980). Megállapítható, hogy a kisebb  $SL_W$ -jú, következésképpen vékonyabb mezofillumú cserjefajokat nagyobb Sza-ra vonatkoztatott pigmenttartalom jellemzi, mint a kisebb  $SL_W$ -vel rendelkezőket (37. ábra).

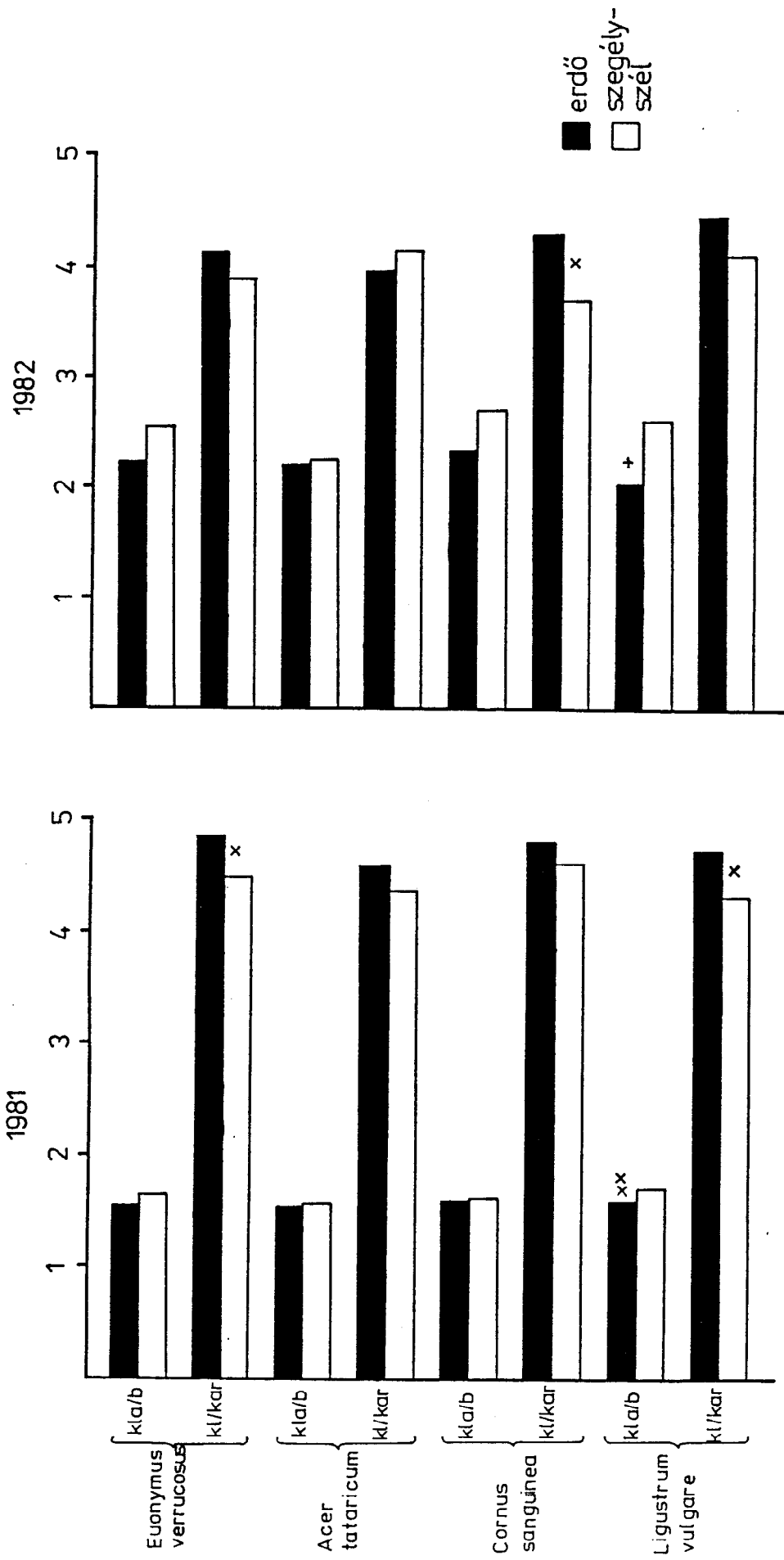
Az erdőszegély szélén a cserjék leveleiben mindhárom pigmentkomponens szárazanyagra vonatkoztatott koncentrációja szignifikánsan csökken az erdő belsejéhez képest, de nem egyforma arányban (48. ábra). A klorofillok mennyisége nagyobb mértékben csökken, mint a karotinoidoké, és a két klorofillkomponens közül pedig a klorofill b-nél jelentkezik nagyobb csökkenés. Az előzőekkel összhangban az erdőszegély szélén rendszerint nagyobb klorofill a/b és alacsonyabb klorofill/karotinoid arányok jellemzik a négy cserjefajt, mint az erdőben (49. ábra). Megfigyelhető azonban, hogy az erdőszegély szélén a cserjék klorofill a/b és klorofill/karotinoid arányai csak kismértékben változnak meg és a *Ligustrum vulgare* kivételével szignifikánsan nem is különböznek az erdőben mértektől, annak ellenére, hogy az egyes pigmentkomponensek mennyisége jelentősen eltér. Az előzőek a fotoszintetikus pigmentek koncentráció-arányainak genetikailag rögzített voltára utalnak.

A klorofill a/b és a klorofill/karotinoid arányok (49. ábra) a különböző pigment-protein komplexek mennyiségében és arányaiban bekövetkező változásokról is informálnak bennünket (Anderson et al.



48. ábra A fotoszintetikus pigmentek koncentrációjának középértékei /május-szeptember/

xxx:  $P < 0.1 \%$     xx:  $P < 1 \%$     x:  $P < 5 \%$



49. ábra A k/a/b és a k/l/kar pigmentarányok középértékei /május-szeptember/

xx: P < 1%    x: P < 5%    +: P < 10%

1980, Lebedev et al. 1986, Lichtenthaler et al. 1982). Az erdőszegélyben a cserjék klorofill a/b arányának növekedéséből, valamint a klorofill/karotinoid arány csökkenéséből az LHCP pigment-protein redukálódására és a CP1, valamint CP1a pigment-protein komplexek mennyiségi növekedésére következtethetünk, ami révén a fajok magasabb PSI/PSII+LHCP pigment-protein aránnyal jellemezhetők, mint az erdőben. Lichtenthaler és munkatársai (1983) fotostressz hatására ehhez hasonló változásokat tapasztaltak. A pigment-protein komplexek arányváltozása befolyásolja a PSI és PSII-höz kapcsolódó funkciókat, ezért az erdőszegély szélén a vizsgált fajoknál már a pigmentarányok kismértékű megváltozásának is nagy lehet az adaptív jelentősége.

A Sza-ra vonatkoztatott pigment koncentrációk elemzésekor szembevetünk, hogy az erdőszegély szélén a cserjefajok eltérő mértékű pigmentválaszokat adnak és az egyes pigmentkomponensek koncentrációjának csökkenési arányát kifejező rezponziós indexeik különböznek (22. táblázat). A két éves vizsgálat alapján a rezponziós index az össz-fotoszintetikus pigmenttartalomra számolva a következőképpen alakul a négy fajnál:

	PRI
<i>Ligustrum vulgare</i>	2.14
<i>Euonymus verrucosus</i>	1.54
<i>Acer tataricum</i>	1.53
<i>Cornus sanguinea</i>	1.53

A rezponziós index értékei jól mutatják, hogy az erdőszegély szélén a hatszoros relatív megvilágítás növekedésre a cserjék 1.5-2-szeres pigmenttartalom csökkenéssel reagálnak.

Az 1981. és 1982. évi eredményeink azt mutatják, hogy az erdőszegélyben a cseres-tölgyes négy cserjefaja két különböző adaptációs típusba sorolható. Az egyik típust a *Ligustrum vulgare* képviseli, amely a pigment-kompozíciójának nagyobb mértékű változtatására képes, a másik típust pedig a maradék három faj, amelyek jobban megőrzik pigment-kompozíciójukat, és jobban tudják függetleníteni magukat a fényintenzitás növekedés és a gazdagabb fény spektrum hatásaitól. Ez azt is jelzi, hogy a négy cserjefaj eltérő pigmentkompozíció plaszticitással rendelkezik.

A fotoszintetikus pigmentek levélterületre vonatkoztatott koncentrációja alapján mindkét vizsgálati helyen kis interspecifikus különbségek állapíthatók meg (23. táblázat), egybevetve más szerzők eredményeivel (Éliás és Masarovičová 1980). Megfigyelhető továbbá, hogy ezt a vonatkoztatási alapot használva az egyes fajok erdőbeni és szegélyszéli pigment-kompozíciója sokkal kisebb mértékben különbözik, mint a Sz vonatkoztatási alap esetében. 1981-ben az erdőszegély szélén mindegyik fajnál valamivel nagyobb levélterületre vonatkoztatott pigmenttartalmat mértünk, mint az erdőben. 1982-ben az *Acer tataricum* és az *Euonymus verrucosus* esetében ugyanezt tapasztaltuk, a *Ligustrum vulgare* és a *Cornus sanguinea* fajoknál viszont a koncentráció-értékek valamivel alatta maradtak az erdő belsejében mértéknek. Az egyes pigmentkomponensek levélterületre vonatkoztatott koncentrációja az erdőben és az erdőszegély szélén



egyik fajnál sem tért el szignifikánsan (23. táblázat).

Az erdőben és az erdőszegély szélén a vizsgált fajoknál a pigmentkomponensek Sza-ra és levélterületre vonatkoztatott koncentrációjában, valamint a klorofill a/b és a klorofill/karotinoid arányokban a fényintenzitás hatására bekövetkező változások tendenciái jól egyeznek az árnyék- és fényleveleknél, illetve az árnyék- és fénynövényeknél megfigyeltekkel (Larcher 1984). A tapasztalt változások alapján arra következtethetünk, hogy a négy cserjefaj a cseres-tölgyes erdőben szkiofiton, az erdőszegély szélén pedig heliofiton sajátosságokkal rendelkezik.

Az eredményeink jól mutatják, hogy a vizsgált cserjék pigment-kompozícióját mindkét termőhelyen nagymértékben befolyásolják a vizsgálati évek időjárási feltételei. Az 1982. évi szárazabb növekedési időszak során a cserjék leveleinek Sza-ra és levélterületre vonatkoztatott klorofill és karotinoid tartalma szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a csapadékosabb 1981. évi vegetációs periódusban (24. táblázat). Ennek oka a vízdeficit pigment-komplexeket redukáló hatásában keresendő. Különösen a klorofill b koncentrációját csökkentette a szárazságstressz mindkét vizsgálati helyen, emiatt az 1982. évi klorofill a/b arányok szignifikánsan magasabbak az 1981. évi értékeknél (25. táblázat).

A cserjék fotoszintetikus pigmentkompozícióját (45. és 48. ábra) összehasonlítva a fákéval (26. táblázat) kitűnik, hogy az erdőszegély szélén a társulás vertikális pigmentstruktúrájában (Fekete és Tuba 1977) is változások következnek be. Megállapítható,

hogy az erdőszegély szélén a fák és a cserjék pigment-kompozíciójának nagyobb a hasonlósága, és a klorofilok és a karotinoidok Sza-ra vonatkoztatott koncentrációjának a vertikálisan lefelé irányuló növekedése kisebb, mivel a két szintet alkotó fajok rendelkezésre álló fény mennyiség és spektrális összetétel nem különbözik olyan nagy mértékben, mint az erdő belsejében.

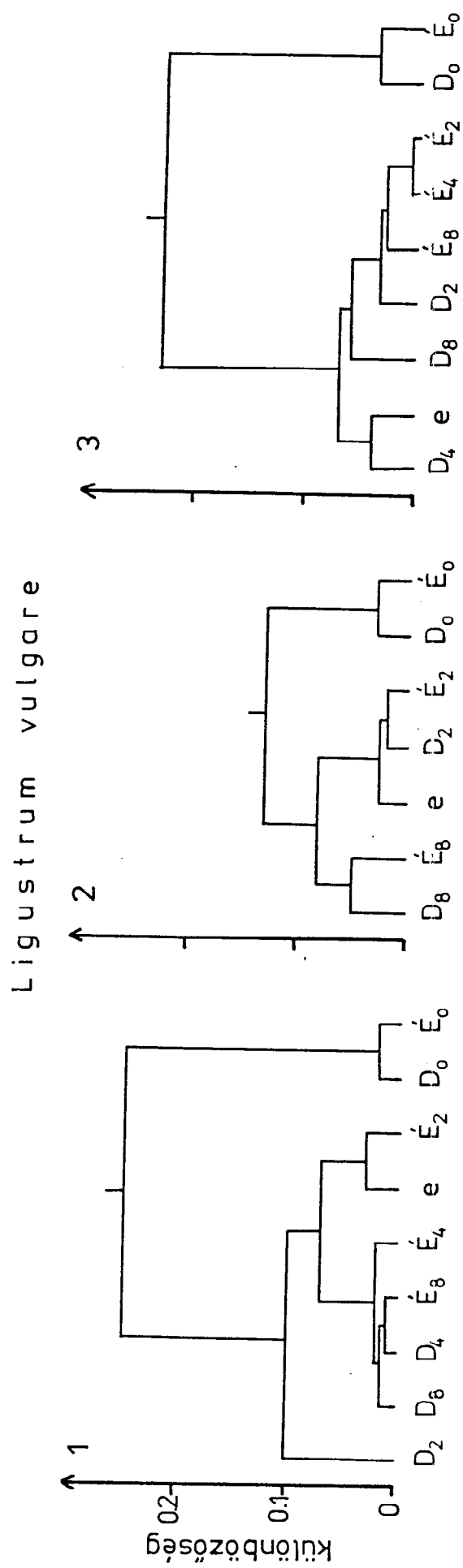
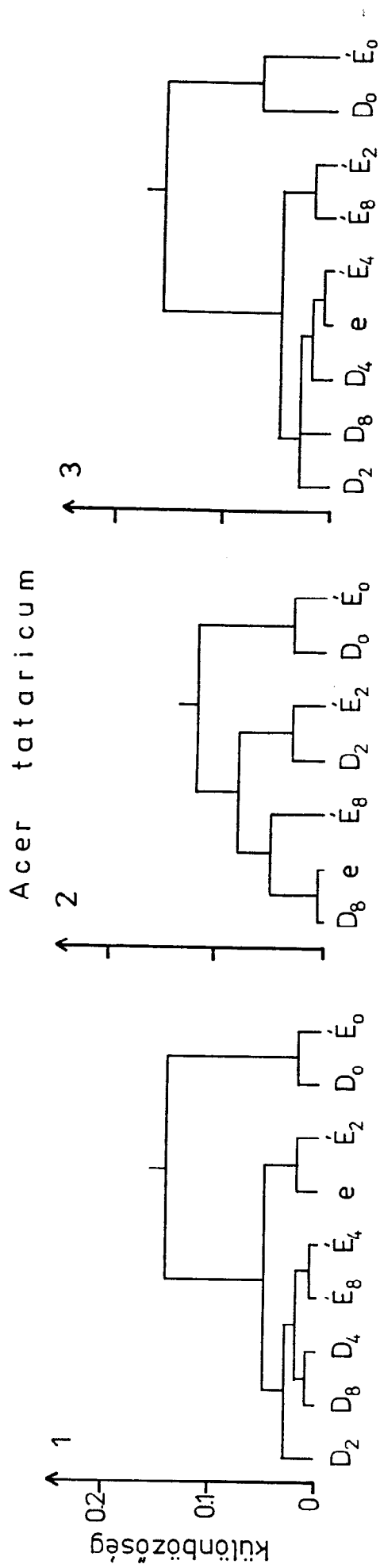
#### 4.6.3. A pigment-kompozíció és a relatív megvilágítás közötti összefüggés: a transzszekt-vizsgálatok eredményei

Az 1981. és 1982. évi vizsgálataink eredményei alapján megállapítható, hogy a cserjék fotoszintetikus pigment-kompozíciója az erdőszegély szélén eltér a cseres-tölgyes erdőben tapasztaltaktól (48. és 49. ábra). A mikroklímamérési adataink (3. táblázat, 5. ábra) azonban azt tükrözik, hogy az erdő szegélye a fényviszonyokat illetően nem tekinthető egységesnek, és az erdő felőli belső részén a relatív megvilágítás szignifikánsan kisebb, mint a nyílt területtel szomszédos szélén, a növényzet jellegzetes vertikális struktúrája következtében (11. ábra). A cserjék leveleiben a pigmentösszetétel relatív megvilágítással összefüggő átrendeződésének a teljesebb megismeréséhez ezért transzszektvizsgálatokat végeztünk 1984 és 1985-ben, összesen három alkalommal. Ezek során a klorofilok és a karotinoidok koncentrációját az ÉK-i és a DNY-i kitettséggű erdőszegély szélétől az erdő belseje felé haladva különböző távolságokban kijelölt mintavételi helyeken tanulmányoztuk. Az "ÉK"-i transzszektben az *Acer tataricum*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea* és az *Euonymus*

verrucosus, a "Dny"-iban pedig az *Acer tataricum*, *Ligustrum vulgare* és a *Cornus mas* pigment-kompozícióját vizsgáltuk. A vizsgálatok eredményeit a 27., 28. és a 29. táblázatban foglaltuk össze.

A két transzszektkben a cserjék leveleiben a pigmentkompozíció változása hasonló képet mutat. A transzszektek erdőszegélyszéli kezdőpontján (0 m), az 1981. és 1982. évi eredményekhez hasonlóan (48. ábra), a vizsgált fajok leveleiben a pigment-komponensek Sza-ra vonatkoztatott koncentrációja másfélszer-kétszer alacsonyabb, mint az erdőben, és a klorofill a/b arányt viszonylag nagy, a klorofill/karotinoid arányt pedig kis értékek jellemzik. A transzszektek erdőszegélybe benyúló részén (2-8 m) viszont a klorofill és a karotinoid tartalom nagyarányú növekedése állapítható meg. Szembetűnik, hogy az erdőszegély belsejében a fotoszintetikus pigmentek Sza-ra vonatkoztatott koncentrációi még az erdőben mért értékeket is meghaladják, és alacsonyabb klorofill a/b arány, valamint magasabb klorofill/karotinoid arány jellemzi a cserjefajokat, mint az erdőben. Ezt annak tulajdoníthatjuk, hogy az erdőszegély belső részein a sűrű növényzet árnyékolása következtében a relatív megvilágítás rendkívül kis értékekre csökken le (3. táblázat).

Az *Acer tataricum* és a *Ligustrum vulgare* esetében a Sza-ra vonatkoztatott klorofill a, klorofill b és karotinoid tartalom, valamint a klorofill a/b és a klorofill/karotinoid arányok alapján cluster analízissel vizsgáltuk a transzszektek különböző helyein vett mintákat. A dendrogramokon (50. ábra) a két eltérő kitettségu erdőszegély szélső (0 m) mintavételi helyeit egy hasonlósági párban találjuk. Ez alátámasztja, hogy az ÉK-i és a Dny-i erdőszegély



50. ábra A fotoszintetikus pigmentkompozíció alapján végzett cluster analízisek eredményei /e: erdő belső; 0...8 index: a fátlan területtől való távolság m-ben/ - 1: 1984.jun.22.; 2: 1984.aug.16.; 3: 1985.aug.7.

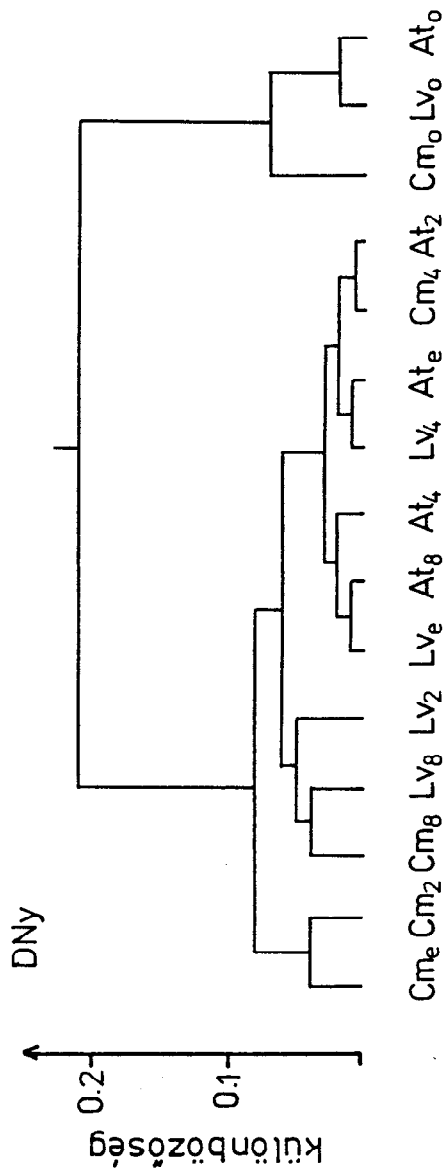
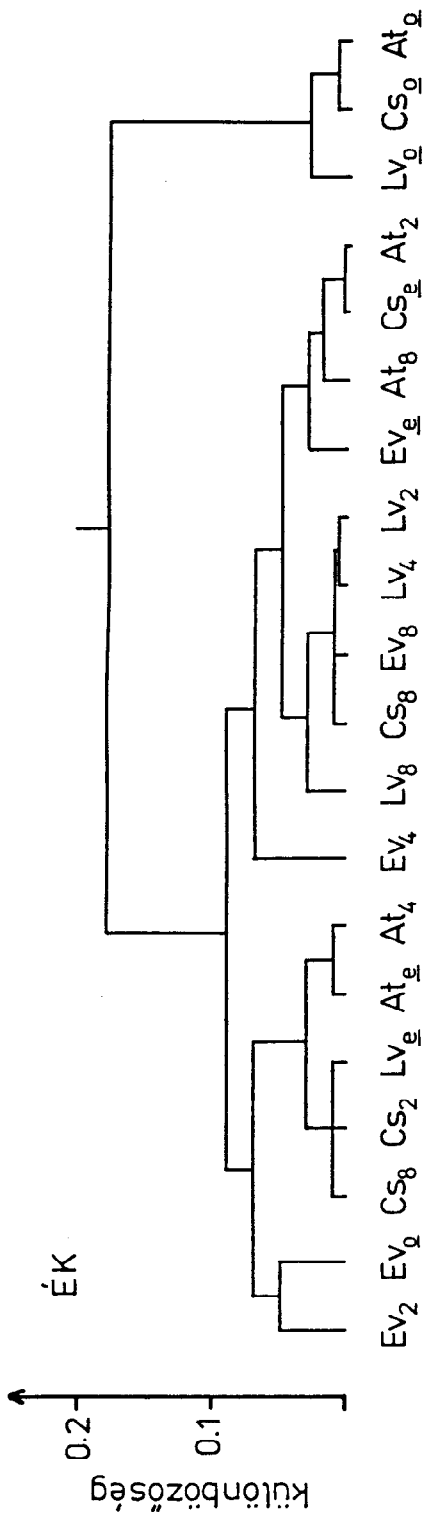
szélén a fajok pigment-kompozíciója hasonló, annak ellenére, hogy az utóbbi helyen több mint 20 %-kal nagyobb a relatív megvilágítás (5. ábra). Az erdőszegélyben kijelölt további vizsgálati helyek egy csoportba kerülnek az erdővel, és ez a blokk mindkét faj esetében jól elszeparálódik az erdőszegélyszéli mintáktól.

Az *Acer tataricum* és a *Ligustrum vulgare* példáján jól szemléltethető, hogy a levelek Sza-ra vonatkoztatott pigmenttartalma az  $SL_W$ -vel szoros negatív, az  $SL_A$ -val pedig szoros pozitív összefüggésben változik (30. táblázat).

A clusteranalízist elvégeztük úgy is, hogy a két transzszektben mindegyik vizsgált fajt figyelembe vettük. Az eredmények alapján szerkesztett dendrogramokon (51. ábra) két elkülönülő csoport figyelhető meg. Az egyik csoportba a cserjék szegélyszéli mintái, a másikba pedig az erdőszegély belsejében (2-8 m) és az erdőben vett mintái rendeződnek.

A cluster analízisek eredményei egyértelműen megerősítik, hogy az erdőszegély külső szélén és az erdő felőli belső oldalán a relatív megvilágítás eltérések következtében a vizsgált fajok pigment-kompozíciója jelentősen különbözik. Az erdőszegély belső részén a cserjék pigmentösszetétele nagy hasonlóságot mutat az erdőben megállapíthatóhoz, ami az alacsony relatív megvilágításnak tulajdonítható.

A transzszektvizsgálatok eredményei további bizonyítékot szolgáltatottak ahhoz, hogy az erdő és az erdőszegély közös cserjefajai nagy pigment-kompozíció plaszticitással rendelkeznek. A relatív megvilágítás nagy intervallumon belüli változását (5. ábra) érzékenyen követő pigment-kompozíció átrendeződés abban nyilvánul meg, hogy ezek a fajok nemcsak az erdő cserjeszintjében, hanem az



51. ábra A vizsgált fajok pigmentkompozíciója alapján végzett cluster analízisek eredményei /e: erdő belső; 0...8 index: a fátlan területtől való távolság m-ben/ - 1985. augusztus 7.

erdőszegélyben is nagy dominanciával fordulnak elő.

#### 4.6.4. A mezofillum szukkulencia

A vizsgált fajoknak az erdőszegély környezeti feltételeihez való alkalmazkodásában fontos szerepet játszó levélvízforgalmi és fotoszintetikus pigmentválaszok együttes elemzéséhez alkalmas eszköznek látszik a mezofillum szukkulencia index ( $S_m$ ). Az indexet Kluge és Ting (1978) vezette be, és hazánkban Tuba (1984a) alkalmazta először a különböző vízgazdálkodási típusok és fotoszintézis utak elkülönítésére. A mezofillum szukkulencia index a levelek klorofill (a+b) tartalomra vonatkoztatott víztartalmát fejezi ki és ezáltal információt nyújt a mezofillum fotoszintetikusan aktív szöveteiben a víztároló kapacitás (vakuólumok), és a fotoszintetikus apparátus (kloroplasztiszok) viszonyairól (Tuba 1984a).

A cserjék erdőbeni és szegélyszéli mezofillum szukkulencia indexeit levél víztartalom és pigmenttartalom 1981. és 1982. évi szezonális, valamint az 1984 és 1985 nyarán végzett mérések középértékei alapján a 31. táblázat tartalmazza. A fajok mezofillum szukkulencia indexei és a gyökérzetük vertikális kiterjedése között negatív korreláció állapítható meg. A *Ligustrum vulgare*, az *Euonymus verrucosus* és a *Cornus sanguinea* magasabb  $S_m$  indexszel jellemezhetők, mint az *Acer tataricum*. Az  $S_m$  indexek alapján az első három, viszonylag sekélyen gyökerező fajnál a levélmezofillum szöveteknek relatíve nagyobb a víztartalma a klorofill-tartalomhoz képest, mint a negyedik faj esetében. Feltehető, hogy a vizsgált fajok közül a sekélyen gyökerezők a mezofillumuk nagyobb víztároló

kapacitását különböző biokémiai, fiziológiai és sztomatikus folyamatok révén érhetik el (Roberts et al. 1980), ami jelentősen hozzájárulhat ahhoz, hogy a felső talajszintben az evaporáció következtében jelentkező vízhiányt tolerálhassák.

Az erdőszegélyben a cserjék mezofillum szukkulencia indexe nagyobb, mint az erdőben. Az  $S_m$  indexek arra mutatnak rá, hogy az erdőszegélyben a cserjék fotoszintetikus pigmentválaszai nagyobb mértékűek, mint a levélvízforgalmi reakcióik. Az  $S_m$  index változásai jól tükrözik, hogy a levélvízforgalmi és a fotoszintetikus pigmentválasz a *Ligustrum vulgare* esetében tér el a legjobban, az *Acer tataricum*-nál pedig közel azonos mértékű.

Az eredmények alapján feltételezhetjük, hogy a fajokra jellemző mezofillum szukkulencia és az erdőszegélybeni változásai, valamint a levélvízforgalmi és fotoszintetikus pigmentválaszok létrejöttében az egyes fajoknál vagy gyökérmorfológiai, vagy biokémiai-fiziológiai sajátosságok játszanak elsődlegesen szerepet.

Az eredményekből arra következtethetünk, hogy a szegélyben, a vizsgált fajoknál a levelek pigmenttartalmának csökkenése, a közvetlenül ható nagy relatív megvilágítás mellett, összefügg a vízhiány elviselésére való fokozott alkalmazkodással is.



## 5. Összefoglalás

A disszertációban cseres-tölgyes és szubmontán bükkös erdőállományok másodlagos erdőszegélyeiben a növényzet főbb szerkezeti és működési jellemzőivel foglalkozunk, és tanulmányozzuk a háttértényezőként számításba vehető legfontosabb abiotikus miliőtényezőket. A munkánk célkitűzése kettős; egyrészt hogy transzszektvizsgálatokkal és modern ökológiai módszerekkel elemezzük a két erdőállomány szélén a cserje-, illetve lágyszárú növényzet struktúráinak az átrendeződéseit, másrészt, hogy feltárjuk a cseres-tölgyes négy frekvens cserjefaja (*Acer tataricum*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus verrucosus*, *Ligustrum vulgare*) levélnövekedési, levélvízforgalmi és fotoszintetikus pigment-kompozíció rezponzióit az erdőszegély környezeti feltételeire.

Az értekezés témája része a KLTE Ökológiai Tanszéke által koordinált "Síkfőkút Project" és "Rejtek Project" erdőkutató programoknak.

A vizsgálataink eredményei alapján a következő fontosabb megállapítások tehetők:

1. A mikroklimatikus tényezők változástendenciái az erdőállomány és a fátlan terület között a két mintaterületen megegyeznek, és az erdőszegélyek mikroklímájának átmeneti jellegét tükrözik. Az állományszerkezeti eltérések miatt a bükkös szélén az átmeneti mikroklimatikus zóna terjedelme nagyobb, mint a cseres-tölgyes szélén.

2.1. A cseres-tölgyes cserjeszegélyének fajösszetétele az erdő cserjeszintjéhez nagyon hasonló. A zárt cserjeszegély kialakulása elsősorban az erdő cserjefajainak a környezeti tényezőkhöz való alkalmazkodása során megváltozott lombborítására és hajtásdenzitására vezethető vissza.

2.2. Az erdőszegélyben 1.5-2.5-szer nagyobb a cserjék hajtásdenzitása és borítása, mint az erdőben. Az erdőszélen a nagy hajtásdenzitás értékek a sarjtelepképzés felerősödésére utalnak, ami a *Ligustrum vulgare* esetében a legintenzívebb.

A lombborítás vertikális profiljait vizsgálva kimutattuk, hogy az erdőszegélyben a különböző cserjepopulációk nem alkotnak szinteket, és egymással nagymértékben átfedődve a teret teljesen kitöltik. Továbbá megállapítottuk, hogy a cserjék fénykihasználás szempontjából az erdő szélén generalistaként, az erdőállomány felé csatlakozó belső sávokban pedig specialistaként viselkednek.

2.3. A borítás és a hajtásdenzitás vizsgálatok, valamint a cluster analízisek eredményei alapján a cseres-tölgyes erdő szélén a cserjeszegély szélessége ÉK-i kitétettségben kb. 8 m, DNY-i kitétettségben pedig kb. 4 m.

2.4. A cserjefajok borítása és hajtásdenzitása alapján számolt diverzitások között eltérések mutathatók ki. Az erdőszegélyt reprezentáló sávokban a faj-borítás diverzitás nagyobb, mint a faj-hajtásszám diverzitás értéke. Az erdő belseje felé csatlakozó részekben viszont a faj-hajtásszám diverzitás a magasabb.

2.5. Az egyes fajok vertikális lombeloszlását a fénykihasználásukat tükröző niche-jellemzőnek tekintve, megállapítottuk a niche-szélességüket. Kimutattuk, hogy az erdőszegélyben a vizsgált cserjefajok nagy részének nagyobb a niche-szélessége, mint az erdő belseje felé csatlakozó részeken.

3.1. A bükkös erdő és az irtott terület között az átmeneti mikroklímater hatásaként az erdőszegélyben a lágyszárú növényzet struktúráiban már röviddel (3-5 év) a tarvágást követően igen lényeges szerkezeti átrendeződések történtek.

Az erdőszegélyben nagy számban maradtak meg a bükkös lágyszárú fajai, de ezek mellett több új, az irtásról behúzódnó faj is megtelepedett. A transzszektek irtásra nyúló szakaszain az erdőszegélyhez képest jóval több új faj jelent meg.

A gyepszint hajtásdensitása az erdő belsejében alacsony. Az erdőszegélyben a gyepszint hajtássűrűsége növekszik, ami egyrészt az új fajok megtelepedésével, másrészt pedig néhány bükkös lágyszárú növény hajtásszámának az emelkedésére vezethető vissza.

3.2. A bükkös erdő és az irtott terület között a gyepszint fajösszetételének és denzitásának a változásait fajkicserélődési görbékkel és differenciál profilokkal írtuk le. Megállapítottuk, hogy az erdőszegélyben a gyepszint szerkezete az erdőhöz sokkal közelebb áll, mint az irtásnövényzethez.

3.3. A bükkös szélén 8-10 m széles erdőszegélyt állapítottuk meg, ahol kimutattuk, hogy a gyepszint struktúráinak az átrendeződése, valamint az abiotikus miliő tényezők megváltozása

egymással kölcsönhatásban valósul meg.

3.4. Az erdő belsejében a gyepszint faj-hajtásszám diverzitása viszonylag magas, az erdőszegélyben azonban nagymértékben csökken. A csökkenést a gyepszint dominancia mintázatában bekövetkező átrendeződés okozza.

A  $H_S - p_1$  max diverzitási fázisgörbe alapján megállapítottuk, hogy a bükkösben a gyepszint rendezettségi állapota 1983 és 1985 között a dominancia mintázat évenkénti ingadozása ellenére sem változott. Az erdőszegélyben a vizsgálati időszakban a diverzitási fázisgörbe szerint a gyepszint átrendeződés két különböző stádiuma volt kimutatható.

A faj-hajtásszám diverzitás és a fajszám, valamint a hajtásdensitás összefüggéseit vizsgálva, az erdő belsejét, az erdőszegélyt és az irtott területet reprezentáló kvadrátok pontfelhői viszonylag jól elkülönülnek. A vizsgálati évek során a foltok egyre nagyobb mértékben szétváltak egymástól.

3.5. A bükkös gyepszintjét jellemző dominancia-diverzitás görbék alsó és felső szakaszainak a meredeksége nem különbözik lényegesen, és az alakjuk közel áll az egyeneshez. Az erdőszegélyben megváltozik a görbék jellege. A felső szakaszuk megnyúlik és egészen meredekké válik.

4.1. A domináns cserjefajok átlag levélterületének és levéltömegének szezonális változásmenete cseres-tölgyes erdőszegélyében és az erdőben különbözik, és eltérő logisztikus, vagy telítődési függvényekkel írható le. Az eltérés elsősorban a

tavaszi-nyár eleji időszakban nagy, amikor az erdő szélén a cserjék leveleinek terület- és tömeggyarapodási üteme sokkal gyorsabb, mint az erdőben.

4.2. A cserjék levélterület és levéltömeg relatív növekedési rátái ( $RL_AGR$ ,  $RL_WGR$ ) a vegetációs időszak első felében az erdőszegélyben magasabbak, mint az erdőben.

4.3. Megállapítottuk a cserjék levélhosszúság és a maximális levélszélesség adatain alapuló gyors levélterület becslésekhez használható levélterület koefficiens értékét ( $L_A C$ ).

4.4. A vizsgált fajok levélterülete és levéltömege között mindkét termőhelyen szoros lineáris összefüggést mutattunk ki. A regressziós koefficiens értéke az erdőszegélyben mindegyik fajnál magasabb, mint az erdőben, ami az abiotikus tényezők hatására a levelek terület és tömeg arányában bekövetkező változásokat jelzi.

4.5. A gyors levélnövekedést követő június-szeptember közötti időszakban vizsgáltuk a cserjék átlagos levélterületének és levéltömegének termőhelyi eltéréseit. Kimutattuk, hogy az erdő szélén a relatív megvilágítás hat-nyolcszoros emelkedésére a cseres-tölgyes négy cserjefajának a levélterülete lényegesen nem változik meg. Az  $L_A RI$  rezponziós index mindegyik fajnál alacsony, és értéke 0.99-1.19 között mozog. Ugyanakkor megfigyeltük, hogy a fajok nagymértékű levéltömeg-növekedéssel reagálnak az erdőszegély környezeti feltételeire. Az  $L_W RI$  rezponziós index 1.99-3.20 között változik. A cserjék specifikus levéltömege ( $SL_W$ ) az erdőszegélyben

az erdő belsejéhez képest jelentősen növekszik, ami a levelek vastagodását jelzi.

5.1. Az erdőszegélyben a cserjék szárazanyagra vonatkoztatott víztartalmának szezonális menetében az erdő belsejében tapasztaltakkal egybevágó tendenciájú változások állapíthatók meg. A vegetációs időszak során az erdő szélén a mikroklimatikus miliőtényezők transzspirációs vízvesztést fokozó hatásával, és a talaj alacsony nedvességtartalmával összefüggésben mindig kisebb a cserjék leveleinek a víztartalma, mint az erdőben.

5.2. A levelek szukkulencia paraméter-hányadosa az erdőszegélyben mind a négy fajnál emelkedik az erdő belsejéhez képest. Megállapítható azonban, hogy a növekedés mértéke kisebb, mint a specifikus levéltömegé.

5.3. Az erdőszegélyben a vegetációs időszak valamennyi mintavételi időpontjában nagyobb víztelítettségi hiányt tapasztaltunk a cserjék leveleiben, mint az erdőben. A vizsgált fajok maximális víztelítettségi hiánya mindkét termőhelyen szeptember elejére alakult ki.

5.4. A cserjék W %-WSD spektrumai az erdőszegélyben sokkal jobban széthúzódnak egymástól, és az interspecifikus különbségek nagyobbak, mint az erdőben. A változás alapján a fajok niche átalakulásaira és a talajnedvesség niche-tengely mentén a niche-ek szegregálódására következtethetünk.

5.5. Az erdőszegélyben a talajnedvesség tartalom csökkenésre adott levélvízforgalmi válaszok számszerű kifejezésére a WRI és a WSDRI rezponziós indexeket használtuk. Megállapítottuk, hogy a cserjefajok WRI indexe jó összefüggést mutat a gyökérzetük vertikális kiterjedésével. A WSDR esetében ezt az összefüggést nem tapasztaltuk.

5.6. Az *Acer tataricum* és a *Ligustrum vulgare* esetében nyáron vizsgáltuk a levelek szárazanyagra vonatkoztatott víztartalmának és víztelítettségi hiányának napi dinamikáját. Megfigyeltük, hogy a két levélvízforgalmi jellemző napi menete az erdőben sokkal kiegyenlítettebb, mint az erdőszegélyben.

6.1. A négy cserjefaj az erdőszegély szélén nagy relatív megvilágításra azonos tendenciájú pigment-kompozíció átrendeződéssel reagál. A levelekben mindhárom vizsgált pigmentkomponens Sza-ra vonatkoztatott koncentrációja szignifikánsan csökken az erdő belsejéhez képest, de nem egyforma arányban. A klorofilok mennyisége nagyobb mértékben csökken, mint a karotinoidoké, és a két klorofilkomponens közül pedig a klorofill b-nél jelentkezik nagyobb csökkenés.

6.2. Az erdő szélén a cserjefajokat rendszerint nagyobb kl a/b, és alacsonyabb kl/kar arányok jellemzik, mint az erdőben.

6.3. Az erdőszegélyben megfigyelt pigmentválaszok alapján a cseres-tölgyes négy cserjefaja két különböző "adaptációs típus"-ba sorolható. Az egyik típust a *Ligustrum vulgare* képviseli, amely a

pigmentösszetételének nagyobb mértékű változtatására képes, a másik típust pedig a maradék három faj, amelyek jobban megőrzik pigment-kompozíciójukat, és jobban tudják függetleníteni magukat a fényintenzitás növekedés és a gazdagabb fényspektrum hatásaitól.

6.4. A klorofillok és a karotinoidok levélterületre megadott mennyiségei az erdőben és az erdőszegély szélén sokkal kisebb mértékben különböznek, mint a Sza vonatkoztatási alap esetében.

6.5. A különböző pigmentkomponensek Sza-ra és levélterületre vonatkoztatott koncentrációinak, és a pigmentarányoknak a fényintenzitás hatására bekövetkező változásai alapján arra következtethetünk, hogy a négy cserjefaj az erdőállomány belsejében szkiofiton, az erdő szélén pedig heliofiton sajátosságokkal rendelkezik. A levélnövekedési jellemzőik is ezt erősítik meg (4.5. pont).

6.6. Transzsektvizsgálatainkkal kimutattuk, hogy az erdőszegély külső szélén és az erdő felőli oldalán a relatív megvilágítás eltérések következtében a vizsgált fajok pigmentkompozíciója jelentősen különbözik. Az erdőszegély belső részén a sűrű növényzet árnyékolása miatt a cserjék pigmentösszetétele az erdőben megállapíthatóhoz mutat nagy hasonlóságot.

6.7. Az erdő szélén változások következnek be a társulás vertikális pigmentstruktúrájában. A fák és a cserjék pigment-kompozíciójának nagyobb a hasonlósága, és a klorofillok és a karotinoidok Sza-ra vonatkoztatott koncentrációinak a



vertikálisan lefelé irányuló növekedése kisebb mértékű, mint az erdő belsejében.

6.8. A mezofillum szukkulencia index ( $S_m$ ) alapján megállapítottuk, hogy az erdőszegélyben a cserjék fotoszintetikus pigmentválaszai nagyobb mértékűek, mint a levélvízforgalmi reakcióik. A vizsgált fajoknál a levelek pigmenttartalmának a csökkenése azonban az erdő szélén a közvetlenül ható nagy relatív megvilágítás mellett összefügg a vízhiány elviselésére való fokozott alkalmazkodással is.

## 6. Irodalomjegyzék

- Acevedo, E., Hsiao, T.C., Henderson, D.W. 1971: Immediate and subsequent growth responses of maize leaves to changes in water status. *Plant Physiol.*, 48: 631-636.
- Ackley, W.B. 1954: Seasonal and diurnal changes in the water contents and water deficits of Bartlett pear leaves. *Plant Physiol.*, 29: 445-448.
- Alberte, R.S., Fiscus, N.L., Naylor, A.W.W. 1975: The effect of water stress on the development of the photosynthetic apparatus in greening leaves. *Plant Physiol.*, 55: 317-321.
- Alberte, R.S., Thornber, J.P. 1977: Water stress effects on the formation and organization of chlorophyll in mesophyll and bundle sheaths chloroplasts of maize. *Plant Physiol.*, 59: 351-353.
- Alexandrova, V.D. 1965: On the phytocoenoses distinction in plant continuum. *Bot. Zh.*, 50(9): 1248-1259. (in Russ., Eng. sum.)
- Alexandrova, V.D. 1969: Vegetational classification. *Izd. Nauka, Leningrad.*
- Allen, S.E., Gimshaw, M.H., Parkinson, J.A., Quarmby, C. 1974: Chemical analysis of ecological materials I. *Blackwell Sci. Publ., Oxford-London-Edinburgh-Melbourne.* 47-53.
- Almádi, L. 1982: Vízháztartási vizsgálatok I. *Bot. Közlem.*, 69: 85-93.
- Almádi, L. 1984: Vízháztartási vizsgálatok II. - *Bot. Közlem.*, 71: 33-50.
- Almádi, L. 1986: Xerotherm növényfajok vízháztartási konstitúció-típusai. *Veszprémi Akadémiai Bizottság, Veszprém*
- Austin, M.P. 1985: Continuum concept, ordination methods, and niche theory. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16: 39-61.
- Anderson, J.M., Waldron, J.C., Thorne, S.W. 1980: Chlorophyll-protein complexes of a marine green alga, *Caulerpa cactoides*. *Plant Sci. Lett.*, 17: 149-157.
- Beals, E.W. 1969: Vegetation change along altitudinal gradients. *Science*, 165: 981-985.
- Bergen, J.D. 1976: Some measurements of the adiabatic wind profile over a tall and irregular forest. In: *Proceedings of the fourth national conference on fire and forest meteorology. St. Luis, Missouri, Nov. 16-18., 1976. USDA For Serv. Gen. Tech. Rep., RM-32.* 116-121.
- Bodnár T. 1987: Tarvágásos fakitermelési mód hatása sekély, rendzina talajokra. *Bot. Közl.*, (megjelenőben).
- Bray, J.R. 1956: Gap phase replacement in a maple-basswood forest. *Ecology*, 37: 598-600.
- Braun-Blanquet, J. 1959: Grundfragen und Aufgaben der Pflanzensoziologie. In: *Turrill, W.B. (es.): Vistas in Botany. London, Pergamon.* 145-171.
- Brown, D. 1957: Methods of surveying and measuring. *C.A.B.-Bull.* 42. *Farnham Royal*
- Bourque, D.P., Naylor, A.W. 1971: Large effects of small water deficits on chlorophyll accumulation and ribonucleic acid synthesis in etiolated leaves of jack bean (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.). *Plant Physiol.*, 47: 591-594.
- Catsky, J. 1960: Determination of Water deficit in disks cut out from leaf blades. *Biol. Plant.*, 2: 76-78.
- Catsky, J. 1963: Water saturation deficit and its

- development in young and old leaves. In: Rutter, A.J., Whitehead, F.H. (Eds.) 1963: The water relations of plants. A Symp. of The British Ecological Society, London 5-8. Apr. 1961. Blackwell, London. 101-112.
- Catsky, J. 1974: Water content. In: Slavik, B. (ed.) 1974: Methods of studying plant water relations. Acad. Publ. House Czech. Acad. Sci. Springer Verlag, Praga-Berlin. 121-156.
- Chaney, W.R., Kozlowski, T.T., 1969: Seasonal and diurnal changes in water balance of fruits, cones and leaves of forest trees. Can. J. Bot., 47: 1407-1417.
- Clements, F.E. 1916: Plant succession, an analysis of the development of vegetation. Carnegie Inst. Publ. No. 242.
- Clements, F.E. 1928: Plant Succession and Indication. (2nd ed.) Washington.
- Cody, M.L. 1975: Towards a theory of continental species diversities: bird distributions over Mediterranean habitat gradients. In: Cody, M.L., Diamond, J.M. (eds.) 1975: Ecology and evolution of communities. Harvard Univ. Press, Cambridge. 214-257.
- Corré, W.J. 1983: Growth and morphogenesis of sun and shade plants I. The influence of light intensity. Acta Bot. Neerl., 32: 49-62.
- Cram, W.J. 1976: Negative feedback regulation of transport in cells. The maintenance of turgor, volume and nutrient supply. In: Lüttge, U., Pitman, M.G. (eds.): Encyclopedia of Plant Physiology, New Series. Springer-Verlag, Berlin-New York. 2(A): 284-316.
- Curtis, J.T., McIntosh, R.P. 1951: An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32: 476-496.
- Czuchajowska, Z., Przybylski, T. 1978: The seasonal changes of chlorophylls and carotenoids in unpolluted and polluted needles of *Pinus silvestris*. Bull. Acad. Polon. Sci. Sér. Sci. Biol., XXVI: 369-376.
- Dale, J.E. 1965: Leaf growth of *Phaseolus vulgaris* 2. Temperature effects and the light factor. Ann. Bot., 29: 293-308.
- Dale, J.E., Sutcliffe, J.F. 1986: Water relations of plant cells. In: Steward, F.C. (ed.) 1986: Plant physiology. A treatise. IX. Water and solutes in plants. Academic Press, Inc., Orlando - San Diego - New York - Austin - Boston - London - Sydney - Tokyo - Toronto. 1-48.
- Davies, W.J. 1986: Transpiration and the water balance of plants. In: Steward, F.C. (ed.) 1986: Plant Physiology. A treatise. Academic Press, Inc., Orlando - San Diego - New York - Austin - Boston - London - Sydney - Tokyo - Toronto. 49-154.
- del Moral, R., Fleming, R.S. 1980: Structure of coniferous forest communities in Western Washington: diversity and ecotone properties. Vegetatio, 41: 143-153.
- Diamantoglou, S. 1980: Kohlenhydratgehalte und osmotische Verhältnisse bei Blättern und Rinden von *Pinus halepensis* Mill. und *Schinus molle* L. im Jahresgang. Ber. Deutsch. Ges. Bp., 93: 449-457.
- Draskovits, R. 1975: Light intensity studies in beechwoods of different ages. Acta Bot. Acad. Sci. Hung., 21: 9-23.
- Éliás, P. 1973: The dynamics of water deficit of some

- plants in the natural environment of an oak-hornbeam forest. Res. Project BĀB, Progr. Rep. II, Bratislava. 451-459.
- Éliás, P., Masarovicová, E. 1980: Chlorophyll content in leaves of plants in an oak-hornbeam forest. 3. Tree species. *Photosynthetica*, 14: 604-610.
- Ellenberg, H. 1966: *Leben und Kampf an den Baumgrenzen der Erde*. *Natwiss. Rundschau*, 19: 133-139.
- Evans, G.C. 1972: *The quantitative analysis of plant growth*. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- Falinski, J.B. 1962: Variabilité saisonnière des frontières des phytocénoses. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 2: 239-263.
- Falinska, K. 1979: Modifications of plant populations in forest ecosystems and their ecotones. *Pol. ecol. Stud.*, 5: 89-150.
- Fetcher, N., Strain, B.R., Oberbauer, S.F. 1983: Effects of light regime on the growth, leaf morphology, and water relations of seedlings of two species of tropical trees. *Oecologia*, 58: 314-319.
- Fekete, G. 1972: A növénytársulás fiziognómiai struktúrája, a fény és a víz mint produkció-biológiai tényezők. *MTA Biol. Oszt. Közl.*, 15: 137-158.
- Fekete, G. 1974: Tölgyesek relatív megvilágítása és gyepszintfajainak eloszlása. (Relative light intensity and distribution of herb layer species in oakwoods.) *Studia Bot. Hung.*, 9: 87-96.
- Fekete, G. 1981: A fény. In: Hortobágyi, T., Simon, T. (eds.) 1981: *Növényföldrajz, társulástan és ökológia*. Tankönyvkiadó, Budapest. 280-299.
- Fekete, G., Szujkó-Lacza, J. 1973: Leaf anatomical and photosynthetic reactions of *Quercus pubescens* WILLD. to environmental factors in various ecosystems. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.*, 18: 59-89.
- Fekete, G., Tuba, Z. 1977: Supraindividual versus individual homogeneity of photosynthetic pigments: a study on community structure. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.*, 23: 319-331.
- Fitter, A.H., Ashmore, C.J. 1974: Response of two *Veronica* sp. to a simulated woodland light climate. *New Phytol.*, 73: 997-1001.
- Flemming, R.A. 1964: *Das Klima an Waldbestandsrändern*. *Abh. Met. Hydr. Dienst. DDR.*, 771: 1-75.
- Fox, J.F. 1977: Alternation and coexistence of tree species. *Amer. Naturalist*, 111: 69-89.
- Förster, M. 1968: *Über xerotherme Eichenwälder des deutschen Mittelgebirgsraumes*. Diss. in Hann. - München.
- Fresco, L.F.M. 1972: A direct quantitative analysis of vegetational boundaries and gradients. In: van der Maarel, E., Tüxen, R. (eds.) 1972: *Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie*, Ber. Intern. Symp. Rinteln 1970, Den Haag. 99-111.
- Fritts, H.C. 1976: *Tree rings and climate*. Academic Press, New York.
- Geiger, R. 1961: *Das Klima der bodennahen Luftschicht*. (IV: Aufl.) *Die Wissensch.*, 75. Braunschweig.
- Geiger, R. 1965: *The climate near the ground*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass
- Ghiselin, J. 1977: Analyzing ecotones to predict biotic productivity. *Environmental Management*, 1: 235-238.

- Gleason, H.A. 1926: The individualistic concept of the plant association. *Bull. Torrey Bot. Club*, 53: 331-368.
- Goodall, D.W. 1963: The continuum and the individualistic association. *Vegetatio*, 11: 297-316.
- Goryshina, T.K. 1980: Structural and functional features of leaf assimilatory apparatus in plants of a forest-steppe oakwood. *Acta Oecologica Oecol. Plant.*, 1: 47-54.
- Goulet, F., Bellefleur, P. 1986: Leaf morphology plasticity in response to light environment in deciduous tree species and its implication on forest succession. *Can. J. For. Res.*, 16: 1192-1195.
- Grassle, J.F., Patil, G.P., Smith, W.K. and Taillie, C. (eds.) 1979: *Ecological Diversity in Theory and Practice*. International Co-operative Publishing House, Fairland, Maryland.
- Greig-Smith, P. 1957: *Quantitative plant ecology*. London-New York.
- Greig-Smith, P. 1983: *Quantitative plant ecology. Studies in Ecology*, Vol. 9, Blackwell Sci. Publ., Oxford - London - Edinburgh - Boston - Melbourne.
- Greig-Smith, P., Austin, M.P., Whitmore, T.C. 1967: The application of quantitative methods to vegetation survey. I. Association analysis and principal component ordination of rain forest. *J. Ecol.*, 55: 483-503.
- Grime, J.P. 1965: Shade tolerance in flowering plants. *Nature*, 208: 161-163.
- Gysel, L.W. 1951: Borders and openings of beech-maple woodlands in southern Michigan. *J. Forestry*, 49: 13-19.
- Hansen, H.C. 1959: Der Einfluss des Lichtes auf die bildung von Lichtund Schattenblättern der Buche, *Fagus sylvatica*. *Physiol. Plant.*, 12: 545-550.
- Hardwick, R.C. 1984: Some recent developments in growth analysis. - A review. *Annals of botany*, 54: 807-812.
- Hellkvist, J., Richards, G.P., Jarvis, P.G. 1974: Vertical gradients of water potential and tissue water relations in Sitka spruce trees measured with the pressure chamber. *J. Appl. Ecol.*, 11: 637-668.
- Hill, M.O. 1973: Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427-432.
- Hobbs, E.R. 1986: Characterizing the boundary between California annual grassland and coastal sage scrub with differential profiles. *Vegetatio*, 65: 115-126.
- Holm, G. 1954: Chlorophyll mutations in barley. *Acta Agric. Scand.*, 4: 457-471.
- Holmes, M.G., Smith, H. 1975: The function of phytochrome in plants growing in the natural environment. *Nature*, 254: 512-514.
- Hunt, R., Warren Wilson, J., Hand, D.W., Sweeney, D.G. 1984: Integrated analysis of growth and light interception in winter lettuce. I. Analytical methods and environmental influences. *Annals of Botany*, 54: 743-757.
- Huxley, J. 1938: Clines: an auxiliary taxonomic principle. *Nature*, 142: 219-220.
- Huzulák, J. 1980: Water relations of *Crataegus oxyacantha*, *Cornus mas* and *Ligustrum vulgare*. *Biológia (Bratislava)*, 35: 39-46.
- Isépy, I. 1978: Dauerquadrat-Untersuchungen in Pflanzengesellschaften mit alpinen und montanen reliktpflanzen

- im transdanubischen Mittelgebirge (Ungarn). *Vegetatio*, 37: 187-189.
- Izsák, J. 1982: Diverzitási indexek összehasonlító vizsgálata mortalitási adatokon. *Biológia*, 30: 193-204.
- Jackson, L.W.R. 1967: Effects of shade on leaf structure of deciduous tree species. *Ecology*, 48: 498-499.
- Jakucs, P. 1952: Újabb adatok a Tornense flórájához. *Annal. Biol. Univ. Hung.*, 2: 235-243.
- Jakucs, P. 1961: Die phytozoologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmittel-europas. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Jakucs, P. 1968: Comparative and statistical investigations on some microclimatic elements of biospaces of forests, shrub stands, woodland margins and open swards. - *Acta Bot. Hung.*, 14: 281-314.
- Jakucs, P. 1969: Az erdők és gyepek dinamikus kapcsolatának synökológiai, fitocönológiai és strukturális vizsgálatai (Quantitatív és kvalitatív vizsgálatok erdőszegélyekben). Doktori értekezés, Budapest.
- Jakucs, P. 1970: Bemerkungen zur Saum-Mantel Frage. *Vegetatio Acta Geobot.*, 2: 29-47.
- Jakucs, P. 1972: Dynamische Verbindung der Wälder und Rasen. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Jakucs, P. 1972: Dynamische Verbindung der Wälder und Rasen. Quantitative und qualitative Untersuchungen über die synökologischen, phytozonologischen und strukturellen Verhältnisse der Waldsäume. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Jakucs, P. 1973: "Síkfőkút Project". Egy tölgyes ökoszisztéma környezetbiológiai kutatása a Bioszféra-Program keretén belül. ("Síkfőkút Project". The environmental-biological research of an oak-ecosystem within the framework of the Biosphere Program.) *MTA Biol. Oszt. Közl.*, 16: 11-25.
- Jakucs, P. (ed.) 1985: Ecology of an oak forest in Hungary. Results of "Síkfőkút Project" I. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Jakucs, P. 1987: Ecological research for favourable regeneration of our beech forests covering shallow soil derived from limestone. *Acta Biol. Debr.*, (in press).
- Jakucs, P., Kovács, M., Précsényi, I. 1970: Complex investigations on some soil characteristics of the bio-units sward-woodland margin-shrub forest. *Acta Bot. Hung.*, 16: 111-116.
- Jakucs, P., Horváth, E., Kárász, I. 1975: Contributions to the above-ground stand structure of an oak forest ecosystem (*Quercetum petraeae-cerris*) within the Síkfőkút research area. *Acta Biol. Debrecina*, 12: 149-153.
- Jakucs, P., Dévai, Gy., Précsényi, I. 1984: Az ökológiáról ökológus szemmel. *Magyar Tudom.*, 91(5): 348-359.
- Jakucs, P., Mészáros, I., Papp, B.L., Tóth, J. 1986: Acidification of soil and decay of sessile oak in the "Síkfőkút Project" area (N-Hungary). *Acta Bot. Hung.*, 32: 303-322.
- Juhász-Nagy, P. 1964: Continuum studies on meadow vegetation. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.*, 10: 159-173.
- Juhász-Nagy, P. 1970: Egy operatív ökológia hiánya és szükséglete. *MTA Biol. Oszt. Közl.*, 12: 441-464.
- Juhász-Nagy, P. 1986: Egy operatív ökológia hiánya, szükséglete és feladatai. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Juhász-Nagy, P. 1987: "Kulturális ökológia": néhány kritikai észrevétel. Új Forrás, 19: 31-46.
- Kálóczy, I., Précsényi, I. 1985: Leaf growth investigations of shrubs. In: Jakucs, P. (ed.) 1985: Ecology of an oak forest in Hungary. Results of "Síkfőkút Project" 1. Akadémiai Kiadó, Budapest. 260-272.
- Kárász, I. 1975: A "Síkfőkút Project" cserjeszintjének struktúra és fitomassza vizsgálata. Egyetemi doktori értekezés, Debrecen
- Kárász, I. 1984: Egy mérsékelt övi tölgyes cserjefajainak gyökérzete. Kandidátusi értekezés, Eger
- Kárász, I., Szabó, E., Korcsog, R. 1987: A síkfőkúti tölgyes cserjeszintjének strukturális változásai 1972 és 1983 között. I. Egyedszám sűrűség, diverzitás, borítás és méretek változása. Acta Acad. Paed. Agriensis NS., XVIII: 51-80.
- Katona É. 1984: A lágyszárú növényzet szukcessziójának megindulása sekélytalajú tarvágott bükkös erdő helyén. Diplomamunka, Debrecen
- Katona, É., Tóthmérész, B. 1985: Szubmontán erdők lágyszárú növényzetének változása tarvágás után. Bot. Közlem., 72: 17-25.
- Kemp, C.D. 1960: Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurements. Ann. Bot., 24: 491-499.
- Kluge, M., Ting, I.P. 1978: Crassulacean Acid Metabolism. In: Billings, W.D., Colley, F., Lange, O.L., Olzon, J.S. (eds.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Komlódi, K. 1981: Struktúra vizsgálatok sekélytalajú erdők aljnövényzetében. Diplomamunka, Debrecen
- Kovacsics, J. 1979: Statisztika. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kovács, M. 1978: Stickstoff-Verhältnisse im Boden des Eichen-Zerreichen-Waldökosystems. Oecologia Plantarum, 13: 75-82.
- Kozłowska, A. 1928: Etudes phyto-sociologiques sur la végétation des roches du plateau de la Petite Pologne. Bull. Acad. Polon. Sci., sér. B., 1: 1-56.
- Kozłowski, T.T., 1964: Water metabolism in plants. Harper, New York.
- Kramer, P.J. 1963: Water stress and plant growth. Agron. J., 55: 31-35.
- Kramer, P.J. 1983: Water relations of plants. Academic Press, New York.
- Kramer, P.J., Kozłowski, T.T. 1979: Physiology of woody plants. Academic Press, Inc., Orlando - San Diego - San Francisco - New York - London - Toronto - Montreal - Sydney - Tokyo.
- Krebs, C.J. 1972: Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. New York.
- Kroodsma, R.L. 1982: Edge effect on breeding forest birds along a power-line corridor. J. Appl. Ecol., 19: 361-370.
- Kroodsma, R.L. 1984: Effect of edge on breeding forest bird species. Wilson Bull., 96: 426-436.
- Kufner, R.B. 1981: The biological degradation of chlorophyll in senescent tissues. In: Czygan, F.C. (ed.) 1981: Pigment in plants. Akademie-Verlag, Berlin. 308-313.
- Kvet, J., Ondok, J.P., Necas, J., Jarvis, P.G. 1971: Methods of growth analysis. In: Sesták, Z., Catsky, J., Jarvis, P.G. (eds.). Plant Photosynthetic production. Manual and Methods. Junk, The Hague, 343-391.

- Larcher, W. 1975: Physiological plant ecology. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York
- Larcher, W. 1984: Ökologie der Pflanzen auf physiologischer Grundlage 4. Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart
- Lebedev, N.N., Siffel, P., Sesták, Z. 1986: Composition of chlorophyll-protein complexes and fluorescence spectrum changes during ontogeny of primary leaves of *Phaseolus vulgaris* L. *Photosynthetica*, 20: 146-152.
- Leopold, A. 1933: Game management. Charles Scribner's Sons, New York
- Lewandowska, M., Jarvis, P.G. 1977: Changes in chlorophyll and carotenoid content, specific leaf area and dry weight fraction in Sitka spruce, in response to shading and season. *New Phytol.*, 79: 247-256.
- Levins, R. 1968: Evolution in changing environment. Princeton, New Jersey
- Lichtenthaler, N.K., Burgstahler, R., Buschmann, C., Meier, D., Frenzel, U., Schönthal, A. 1982: Effect of high light and high light stress on composition, function and structure of the photosynthetic apparatus. In: Wintermans, J.F.G.M., Kuiper, P.J.C. (eds.) 1982: Biochemistry and metabolism of plant lipids. Elsevier/North Holland Biomedical Press. 353-370.
- Lichtenthaler, N.K., Burgstahler, R., Buschmann, C., Meier, D., Frenzel, U., Schönthal, A. 1983: Effect of high light and high light stress on composition, function and structure of the photosynthetic apparatus. In: Marcollo, R., Ciljaters, H., Van Poucke, M. (eds.) 1983: Effects of stress on photosynthesis. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Boston-London. 353-370.
- Loach, K. 1967: Shade tolerance in tree seedlings. I. Leaf photosynthesis and respiration in plants raised under artificial shade. *New Phytol.*, 66: 607-621.
- Loomis, W.E. 1965: Absorption of radiation energy by leaves. *Ecology* 46, 14-17.
- Lykowski, B. 1970: Reflection of solar radiation by vegetation. *Ekol. Pol.*, 18: 211-223.
- Mader, P., Naus, J., Schmidt, O., Chladová, J., Chlad, F. 1981: Pigment-protein composition and fluorescence activity of the spring barley photosynthetic apparatus. Effect of ontogeny and nitrogen nutrition. *Photosynthetica*, 15: 61-74.
- Magyar, P. 1936: Növényökológiai vizsgálatok alföldi homokon. *Erdészeti kísérletek*, 38: 115-233.
- Marini, R.P., Barden, J.A. 1981: Seasonal correlations of specific leaf weight to net photosynthesis and dark respiration of apple leaves. *Photosynthesis Res.*, 2: 251-258.
- Maróti, I., Szajkó, I. 1972: Light-induced transformations of pigments. II. The role of water in the transformation of carotenoids. *Acta Biol. Szeged*, 18: 81-91.
- Masarovicová, E., Eliás, P. 1981: Chlorophyll content in leaves of plants in an oak-hornbeam forest. 2. Shrub species. *Photosynthetica*, 15: 16-20.
- Masarovicová, E., Minarcic, P. 1985: Photosynthetic response and adaptation of *Fagus sylvatica* L. trees to light conditions. 2. Leaf chlorophyll contents, leaf dry matter, specific leaf area and mass, stomatal density. *Biologia (Bratislava)*, 40: 473-481.



- Matuszkiewicz, J.M. 1972: Analiza zmienności przestrzennej runa w strefie kontaktowej dwu fitocenozy. *Phytocoenosis*, 12: 121-150.
- Máthé, I., Zólyomi, B., Précsényi, I., Kovács, M. 1967: Der Alkali-Waldsteppenwald von Margita als Arbeitsgebiet im IBP. Guide der Excursionen des Internationalen Geobotanischen Symposiums. Eger-Vácrtót. Red. Zólyomi, B. MTA KESZ
- McClendon, J.H., McMillen, G.G. 1982: The control of leaf morphology and the tolerance of shade by woody plants. *Bot. Gaz. (Chicago)*, 143: 79-83.
- McIntosh, R.P. 1967: The continuum concept of vegetation. *Bot. Rev.*, 33: 130-187.
- McIntosh, R.P. 1968: Response. *Bot. Rev.*, 34: 253-332.
- McMillen, G.G., McClendon, J.H. 1983: Dependence of photosynthetic rates on leaf density thickness in deciduous woody plants grown in sun and shade. *Plant Physiol.*, 72: 674-678.
- McNaughton, S.J., Wolf, L.L. 1970: Dominance and the niche in ecological systems. *Science*, 167: 313-319.
- Mészáros, I., Jakucs, P. 1981: Accumulation of elements in *Cornus sanguinea* and *Ligustrum vulgare* living on edge and interior of a forest (*Quercetum petraeae-cerris*) I. Distribution of elements within shrubs. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.*, 27: 121-140.
- Mirkin, B.M. 1981: Methodological problems of vegetation classification. *Zhurn. Obshch. Biol.*, 12: 822-833. (in Russ., Engl. sum.)
- Mirkin, B.M. 1987: Paradigm change and vegetation classification in Soviet phytocoenology. *Vegetatio*, 68: 131-138.
- Moen, A.N. 1974: Turbulence and the visualization of wind flow. *Ecology*, 55: 1420-1424.
- Morales, D., Jimenez, M.S., Iriarte, J., Gil, F. 1982: Altitudinal effects on chlorophyll and carotenoid concentrations in gymnosperms leaves. *Photosynthetica*, 16: 362-372.
- Müller, T. 1962: Die Saumgesellschaften der Klasse Trifolio-Geranietea. *Mitt. flor-soz. Arbeitsgem., N.F.*, 9: 95-140.
- Müller, T. 1966: Die Wald-, Gebüsch-, Saum-, Trocken- und Halbtrockengesellschaften des Spitzbergs. Die Natur- und Landschaftsschutzgeb. Bad. - Würtbg. 3: Der Spitzberg bei Tübingen. 278-475.
- Nagy, L. 1976: A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő 1975. évi rövidhullámú sugárzástáplálékának. Akadémiai pályamunka, Debrecen.
- Nagy, L. 1985: Weather conditions in the sampling area during the research period. In: Jakucs, P. (ed.) 1985: Ecology of an oak forest in Hungary. Results of "Síkfőkút Project" 1. Akadémiai Kiadó, Budapest. 58-105.
- Nagy, M. 1982: Fa- és cserjefajok rezponziója heterotrófok hatására. Kandidátusi értekezés, Debrecen
- Navara, J. 1984: Das Wachstum der oberirdischen Organen und die Wasseraufnahme bei beginnender Fruchtbarkeit von Apfelbäumen (*Malus domestica* Borkh.). *Biológia (Bratislava)*, 39: 493-505.
- Naveh, Z., Whittaker, R.H. 1979: Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in Northern Israel and

- other mediterranean areas. *Vegetatio*, 41: 171-190.
- Newman, E.I. 1973: Permeability to water of the roots of five herbaceous species. *New Phytol.*, 72: 547-555.
- Nosek, J.N. 1976: Comparative analysis of some diversity functions under different conditions of sampling in sandy meadow. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.*, 22: 415-436.
- Noy-Meir, I., van der Maarel, E. 1987: Relations between community theory and community analysis in vegetation science: some historical perspective. *Vegetatio*, 69: 5-15.
- Nygren, M., Kellomäki, S. 1983/1984: Effect of shading on leaf structure and photosynthesis in young birches, *Betula pendula* Roth. and *B. pubescens* Ehrh. *Forest Ecology and Management*, 7: 119-132.
- Odum, E.P. 1971: *Fundamentals of Ecology*. (3rd ed.) Saunders, Philadelphia-London-Toronto. 157-159.
- Orlóci, L. 1967: An agglomerative method for classification of plant communities. *J. Ecol.*, 55: 193-206.
- Orlóci, L. 1978: *Multivariate analysis in vegetation research*. Junk, The Hague.
- O'Toole, C.J., Cruz, R.T. 1980: Response of leaf water potential, stomatal resistance, and leaf rolling to water stress. *Plant Physiol.*, 65: 428-432.
- Papp, M., Jakucs, P. 1976: *Phytozoologische Charakterisierung des Quercetum petraeae-cerris Waldes des Forschungsgebiets "Síkfőkút Project" und seiner Umgebung*. *Acta Biol. Debrecina*, 13: 109-119.
- Parrish, J.A.D., Bazzaz, F.A. 1976: Underground niche separation in successional plants. *Ecology*, 57: 1282-1288.
- Parrish, J.A.D., Bazzaz, F.A. 1982: Niche responses of early and late successional tree seedlings on three resource gradients. *Bull. Torrey Bot. Club*, 109: 451-456.
- Patil, G.P., Taillie, C. 1979: An overview of diversity. In: *Ecological Diversity in Theory and Practice*. International Co-operative Publishing House, Fairland-Maryland.
- Peet, R.K. 1974: The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5: 285-307.
- Pielou, E.C. 1975: *Ecological diversity*. Wiley and Sons, New York.
- Pieters, G.A., van den Noort, M.E. 1985: Leaf area coefficient of some *Populus euamericana* cultivars grown at various irradiances and NO<sub>3</sub>-supply. *Photosynthetica*, 19: 188-193.
- Podani, J. 1980: SYN-TAX. Számítógépes programcsomag ökológiai, cönológiai és taxonómiai osztályozásának végrehajtása. *Abstr. Bot. op. ex. Inst. Tax. Oik. Plant. Univ. Sci. de L. Eötvös nomin.*, Budapest.
- Podani, J. 1984: Spatial processes in vegetation analysis. Theory and review. *Acta Bot. Hung.*, 30: 75-118.
- Précsényi, I. 1981: Changes in the diversity of the vegetation during succession. *Acta Bot. Sci. Hung.*, 27: 189-198.
- Précsényi, I., Czimmer, Gy., Csala, G. 1976/77: Kukorica hibridek (OSSK-218 és DKXL-342) növekedés-analízise. Keszthelyi Agrártudományi Egyetem Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Növénytani és Növényélettani Tanszék Közleményei, XVIII/XIX: 1-30.
- Précsényi, I., Pozsgay, J. 1985: Cukorrépa-vetés gyomnövényzetének diverzitása. *Növénytermelés*, 34: 299-305.

- Proctor, M.C.F. 1974: Ordination, classification and vegetational boundaries. In: Tüxen, R. (ed.) 1974: Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde in Rinteln 8-11. April 1968. 3301 Lehre Verlag von J. Cramer, 1-13.
- Ranney, J.W. 1977: Forest island edges - their structure, development, and importance to regional forest ecosystem dynamics. Environmental Sci. Div., Publ. No. 1069., Oak Ridge Nat. Lab., Oak Ridge
- Reiners, W.A., Worley, J.A., Lawrence, D.B. 1970: Plant diversity in a chronosequence at glacier bay, Alaska. Ecology, 52 1: 55-69.
- Roberts, S.W., Strain, B.R., Knoerr, K.R. 1980: Seasonal patterns of leaf water relations in four co-occurring forest tree species: parameters from pressure-volume curves. Oecologia (Berl.), 46: 330-337.
- Sesták, Z. 1977: Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves. 1. Chlorophylls. Photosynthetica, 11: 367-448.
- Sesták, Z. 1978: Photosynthetic characteristics during ontogenesis of leaves. 3. Carotenoids. Photosynthetica, 12: 89-109.
- Sesták, Z. 1983: Chlorophylls during leaf ontogeny. In: Poskuta, J. (ed.) 1983: Photosynthetic Solar Energy Conversion and Storages. Warsaw Univ. Press, Warsaw. 55-82.
- Sesták, Z. 1985: Chlorophylls and carotenoids during leaf ontogeny. In: Sesták, Z. (ed.) 1985: Photosynthesis during leaf development. Academia, Praha. 76-106.
- Shipley, B., Keddy, P.A. 1987: The individualistic and community-unit concepts as falsifiable hypotheses. Vegetatio, 69: 477-55.
- Slatyer, R.O. 1967: Plant-water relationships. Academic Press, New York.
- Slavik, B. 1974: Methods of studying plant water relations. Czechoslovak Acad. Sci., Prague.
- Smith, H. 1980: Light quality as an ecological factor. In: Grace, J., Ford, E.D., Jarvis, P.G. (eds.): Plants and their atmospheric environment. The 21st symposium of the British Ecological Society Edinburgh 26-30 March 1979. Blackwell Scientific Publications, Oxford-London-Edinburgh-Boston-Melbourne. 93-110.
- Smith, H. 1980: Adaptation to shade. In: Johnson, C.B. (ed.) 1980: Physiological factors limiting plant productivity. Butterworths, London.
- Smith, H. 1982: Light quality, photoreception, and plant strategy. Ann. Rev. Plant. Physiol., 33: 481-518.
- Stefanovits, P. 1985: Soil conditions of the forest. In: Jakucs, P. (ed.) 1985: Ecology of an oak forest in Hungary. Results of "Síkfőkút Project" I. Akadémiai Kiadó, Budapest. 50-58.
- Stern, R. 1983: Human impact on the tree borderlines. In: Holzner, W., Werger, M.J.A., Ikusima, I. (eds.) 1983: Man's impact on vegetation. Dr W. Junk Publ., The Hague-Boston-London. 227-236.
- Stocker, O. 1933: Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. II. Untersuchungen in der ungarischen Alkalisteppe. Jahrb. Wiss. Bot., 78: 751-856.

- Sváb, J. 1981: Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Szabó, I. 1983a: Pázsitfűfélék produkció vizsgálata. Kandidátusi értekezés, Keszthely.
- Szabó, I. 1983b: Growth analysis of tall fescue and reed canarygrass. 9. Neusiedlersee-Tagung 23-25. nov. 1983, Illmitz.
- Szabó, I. 1983c: A víztelítettségi hiány vizsgálata négy pázsitfűfaj leveleiben. Növénytermelés, 32: 521-529.
- Szabó, L. 1981: Lepidoptera lárvák mennyisége és anyagforgalma a síkfőkúti cseres-tölgyes erdőben. Egyetemi doktori értekezés, Debrecen
- Szabó, L., Varga, Z., Lakatos, Gy. 1983: A lombfogyasztó lepkehernyők szerepe a síkfőkúti cseres-tölgyes ökoszisztémában. Állattani Közl., LXX: 73-81.
- Szabó, M. 1984: Niche-orientált vizsgálatok lehetőségei, különös tekintettel a hazai alkalmazásokra. Abstracta Botanica, 8: 101-136.
- Széky, P. 1977: Korunk környezetbiológiája. Tankönyvkiadó, Budapest. 58-59.
- Tansley, A.G. 1911: Types of British Vegetation. Cambridge.
- Tansley, A.G. 1935: The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology, 16: 284-307.
- Tichá, I. 1985: Ontogeny of leaf morphology and anatomy. In: Sesták, Z. (ed.) 1985: Photosynthesis during leaf development. Academia, Praha. 16-51.
- Tichá, I., Catsky, J., Hodánová, D., Pospisilová, J., Kase, M., Sesták, Z. 1985: Gas exchange and dry matter accumulation during leaf development. In: Sesták, Z. (ed.) 1985: Photosynthesis during leaf development. Academia, Praha. 157-217.
- Tóthmérész, B. 1987: Niche-elméleti modellek és szekunder szukcessziós folyamatok. Kandidátusi értekezés, Debrecen
- Tranquillini, W. 1979: Physiological ecology of the alpine timberline. Ecol. Stud. 31., Springer, Berlin.
- Trimble, G.R., Tryon, E.H. 1966: Crown encroachment into openings cut in Appalachian hardwood stands. J. For., 64: 104-108.
- Tuba, Z. 1977: Examination of the vertical pigment structure in an oak forest. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 23, 413-426.
- Tuba, Z. 1984a: Homokpusztagyep-fajok fotoszintézis-ökológiája. Kandidátusi értekezés, Vácrátót
- Tuba, Z. 1984b: Adaptations of the photosynthetic pigment system to ecological conditions with respect to water in different terrestrial plants. In: Being Alive on Land. Tasks for Vegetation Sci. Vol. 13, 85-90. (eds.): Margaris, N.S., Arianousteu-Farragitaki, M., Dechel, W.C. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- Tuba, Z. 1984c: Water economy types and photosynthetic pigment compositions. In: Ehrendorfer, F. (ed.) 1984: Mitteilungsband der Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Wien, 38.
- Tuba, Z., Nyilas, J. 1980: Correlation between the vertical light and photosynthetic pigment structure of a multilayer community (turkey-oak forest). Acta bot. Acad. Sci. Hung., 26: 447-454.

- Tuba, Z., Darai, I., Nagy, M., Vitányi, Gy. 1980: A síkfőkúti cseres-tölgyes fény- és sugárzásstruktúrája. *Acta Acad. Paed. Nyíregyhaziensis*, 8: 49-63.
- Tucker, G.F., Emmingham, W.H. 1977: Morphological changes in leaves of residual western hemlock after clear and shelterwood cutting. *For. Sci.*, 23: 195-203.
- Turner, N.C., 1981: Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*, 58: 339-366.
- Tüxen, R. 1928: Pflanzengeographischen Notizen aus dem Kreise Linden. In: *Kageler Land zwischen Deister und Leine*. Hildesheim.
- Tüxen, R. 1952: Hecken und Gebüsche. *Mitt. Geogr. Ges. in Hamburg*, 50: 85-117.
- Tüxen, R. 1962: Pflanzensoziologische-systematische Überlegungen zu Jakucs, P.: Die phytosoziologische Verh. d. Flaumeichen-Buschwälder Südosttittel-europas. *Mitt. flor. - soz. Arbeitsgem., NF.*, 9: 296-300.
- Tüxen, R. 1967: Ausdauernde nitrophile Saumgesellschaften Mitteleuropas. *Contributii Bot.*, 1967: 431-453.
- Tüxen, R. (ed.) 1974: Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. Bericht über das international Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde in Rinteln 8-11. April 1968. 3301 Lehre Verlag von J. Cramer. UNESCO Division of Ecological Sciences, 26 January 1987.
- Van Havarbeke, D.F. 1973: Renovating old deciduous windbreaks with conifers. *J. Soil and Water Conserv.*, 28: 65-68.
- Van Leeuwen, C.G. 1966: A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. *Wentia*, 15: 25-46.
- Van Leeuwen, C.G. 1970: Raum-zeitliche Beziehungen in der vegetation. In: Tüxen, R. (ed.) 1970: *Gesellschaftsmorphologie*. Ber. int. Symp. Rinteln 1966, Den Haag, 63-68.
- Van der Maarel, E. 1966: Dutch studies on coastal sand dune vegetation, especially the Delta region. *Wentia*, 15: 47-82.
- Van der Maarel, E. 1974: Small-scale vegetational boundaries; on their analysis and typology. In: Tüxen, R. (ed.) 1974: *Tatsachen und probleme der Grenzen in der Vegetation*. Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde in Rinteln 8-11. April 1968. 3301 Lehre Verlag von J. Cramer, 75-79.
- Van der Maarel, E. 1976: On the establishment of plant community boundaries. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 89: 415-443.
- Virágh, K. 1977: Növekedés-vizsgálatok egy cseres-tölgyes fafajainak fény- és árnyéklevelein illetve hajtásain. Egyetemi doktori értekezés, Vácrátót
- Virágh, K. 1980: A növekedés analízis mint ökológiai módszer. I. Elméleti alapok. *Bot. Közlem.*, 67: 67-78.
- Virágh, K. 1980: A növekedés analízis mint ökológiai módszer. II. Alkalmazási területek. 67: 207-218.
- Virágh, K., Précsényi, I. 1985: Leaf growth investigations on trees. In: Jakucs, P. (ed.) 1985: *Ecology of an oak forest in Hungary*. Results of "Síkfőkút Project" 1. Akadémiai Kiadó, Budapest. 231-260.
- Virgin, N.I. 1965: Chlorophyll formation and water deficit *Physiol. Plant.*, 18: 994-1000.

- Wales, B.A. 1967: Climate, microclimate and vegetation relationships on north and south forest boundaries in New Jersey. The William L. Hutchenson Memorial Forest Bulletin, 2: 1-60.
- Wales, B.A. 1972: Vegetation analysis of north and south edges in a mature oak-hickory forest. Ecol. Monographs, 42: 451-471.
- Watts, D.F., Eley, J.H. 1981: Changes in the chlorophyll a:b ratio during autumn coloration of *Populus sargentii*. Bull. Torrey Bot. Club 108, 379-382.
- Weaver, J.E., Clements, F.E. 1929: Plant ecology. McGraw-Hill Book Comp., Inc., New York.
- Weier, T.E., Stocking, C.R., Barbour, M.G. 1974: Botany: an introduction to plant biology. (5th ed.) John Wiley and Sons, New York.
- Westhoff, V. 1947: The vegetation of dunes and salt marshes on the Dutch islands of Terschelling, Vlieland and Texel. Diss. Utrecht. Den Haag.
- Westhoff, V. 1971: The dynamic structure of plant communities in relation to the objectives of conservation. In: Duffey, E., Watt, A.S. (eds.) 1971: The scientific management of animal and plant communities for conservation. The 11th Symposium of the British Ecological Society, University of East Anglia, Norwich 7-9 July 1970. Blackwell Sci. Publ., Oxford-London-Edinburgh-Melbourne. 3-14.
- Westhoff, V. 1974: Stufen und Formen von Vegetationsgrenzen und ihre methodische Annäherung. In: Tüxen, R. (ed.) 1974: Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde in Rinteln 8-11. April 1968. 3301 Lehre Verlag von J. Cramer, 44-64.
- Whatley, J.M., Whatley, F.R. 1980: Light and plant life. Edward Arnold Ltd., London.
- Whitford, P.B. 1983: Man and the equilibrium between deciduous forest and grassland. In: Holzner, M., Werger, M.J.A., Ikusima, I. (eds.) 1983: Man's impact on vegetation. Dr. Junk Publishers, The Hague (Boston) London. 163-172.
- Whittaker, R.H. 1960: Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. Ecological monographs, 30: 279-338.
- Whittaker, R.H. 1965: Dominance and diversity in land plant communities. Science, 147: 250-260.
- Whittaker, R.H. 1967: Gradient analysis of vegetation. Biol. Rev., 42: 207-264.
- Whittaker, R.H. 1972: Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21: 213-251.
- Whittaker, R.H. 1975: Communities and ecosystems. 2nd ed. MacMillan, New York
- Whittaker, R.H., Woodwell, G.M. 1968: Structure, production and diversity of the oakpine forest at Brookhaven, New York. Ecol. 57: 154-175.
- Wiens, J.A., Crawford, C.S., Gosz, J.R. 1985: Boundary dynamics: a conceptual frame work for studying landscape ecosystems. OIKOS, 45: 421-427.
- Wild, A., Wolf, G. 1980: The effect of different light intensities on the frequency and size of stomata, the size of cells, the number size and chlorophyll content of chloroplasts in the mesophyll and the guard cells during the ontogeny of

- primary leaves of *Sinapis alba*. Z. Pflanzenphysiol., 97: 325-432.
- Wilson, M.V., Shmida, A. 1984: Measuring beta diversity with presence-absence data. J. Ecol., 72: 1055-1064.
- Wyn Jones, R.G. 1980: An assessment of quaternary ammonium and related compounds as osmotic effectors in crop plants. In: Rains, D.W., Valentine, R.C., Holluender, A. (eds.) 1980: Genetic Engineering of Osmoregulation: Impact on Plant Productivity for Food, Chemicals and Energy. Plenum, New York. 155-170.
- Wyn Jones, R.G., Gorham, J. 1983: Osmoregulation. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegler, H. (eds.): Encyclopedia of Plant Physiology, New Series. Springer-Verlag, Berlin-New York. 12(c): 35-58.
- Zólyomi, B. 1951: Növényzociológiai fogalmak és felvételezési módszerek. In: Soó, R., Zólyomi, B. (eds.) 1951: Növényföldrajzi-térképezési tanfolyam jegyzete. Orsz. Term.tud. Múzeum, Vácrátóti Bot. Kut. és Növénytár Kiadása. 103-107.
- Zólyomi, B. 1939: Felsenvegetationsstudien in Siebenbürgen und im Banat. Annales Musei Nat. Hung., 32: 40.
- Zólyomi, B. 1950: Fitocenozi i lesomelioracii obnazsenii gor Budü (Les phytocoenoses des mintagnes de Buda et la reboisement des endroits dénudés). Acta Biologica Acad. Sci. Hung., 1: 7-67.
- Zólyomi, B. 1958: Budapest és környékének természetes növénytakarója. In: Pécsi, M. (ed.) 1958: Budapest természeti képe. Akadémiai Kiadó, Budapest, 509-642.
- Zólyomi, B. 1987: Coenotone, ecotone and their role in preserving relic species. Acta Bot. Hung., 33: 3-18.
- Zólyomi, B. - Tallós, P. 1967: Galatello-Quercetum roboris. In: Zólyomi, B. (ed.) 1967: Guide der Exkursionen des Internationalen Geobotanischen Symposiums. Eger-Vácrátót, pp. 88.
- Zólyomi, B., Máthé, I., Précsényi, I., Szőcs, Z. 1974: Productivity of vegetation in the IBP experimental area at Újszentmargita. Acta Botanica Acad. Sci. Hung., 20: 193-203.
- Zonneveld, I.S. 1974: On abstract and concrete boundaries, arranging and classification. In: Tüxen, R. (ed.) 1974: Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation: Bericht über das Internationall Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde in Rinteln 8-11. April 1968. 3301 Lehre Verlag von J. Cramer, 17-42.
- Yodzis, P. 1978: Competition for space and the structure of ecological communities. Springer Verlag, Berlin-New York.

1. táblázat

A vizsgálati évek meteorológiai adatai a síkfőkúti mintaterületen /Nagy L. mérései alapján szabadterületen mérve/

	Léghőmérséklet napi közepei /°C/							átlag
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1981	8.6	15.7	20.0	20.1	19.9	16.7	10.9	15.9
1982	7.9	16.6	19.3	21.0	21.6	20.2	11.7	16.9
1983	12.1	17.2	18.9	22.9	21.3	17.0	10.5	17.1
1984	10.9	14.5	17.2	18.8	20.7	16.2	11.9	15.7
1985	11.0	16.3	16.0	20.6	20.8	17.0	11.3	16.1

	Csapadékmennyiség /mm/							Σ
1981	18.7	26.4	60.8	69.1	66.9	66.3	37.9	346.1
1982	38.2	26.9	83.1	51.6	12.1	23.3	36.2	271.4
1983	34.3	87.7	60.7	46.7	49.0	42.4	16.5	237.3
1984	13.7	152.1	47.0	10.7	28.7	79.2	46.7	378.1
1985	36.9	140.1	84.3	29.6	75.9	5.9	6.7	379.4

	Napfénytartam /óra/							Σ
1981	179.9	216.3	237.6	249.3	290.0	178.0	132.3	1483.4
1982	158.4	264.9	277.4	258.0	256.2	254.4	129.3	1598.6
1983	161.3	250.4	246.0	276.5	252.0	230.4	172.0	1588.6
1984	253.1	156.0	261.7	241.5	219.9	162.2	151.1	1445.5
1985	181.1	193.0	187.2	263.8	267.1	256.4	188.2	1536.8



2. táblázat. A vizsgálati évek meteorológiai adatai a rejtéki mintaterületen

	Léghőmérséklet napi közepei (°C)									
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	átlag		
1983		14.9	16.6	19.8	18.5	14.4	8.6	15.5		
1984	8.2	11.8	14.1	16.3	16.9	13.8	10.3	13.1		
1985	8.4	13.3	13.0	16.8	17.5	12.9	8.5	12.9		
Csapadékmennyiség (mm)										
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X			
1984	35.3	173.2	92.4	36.7	35.6	125.7	45.9	544.8		
1985	48.1	109.4	125.5	65.7	114.6	7.7	10.4	481.4		

3. táblázat. A relatív megvilágítás 28 órás (1981 július 7-8.)  
mérésének középértékei a síkfőkúti mintaterületen

I %					
ÉK-i transzszekt					
mérési szintek	szegélyszél (0 m)		szegélybelső (2 m)		erdő (10 m)
0 cm	24.32	xxx	1.01	xxx	2.95
30 cm	27.93	xxx	1.20	xxx	4.48
100 cm	31.95	xxx	2.47	xxx	5.36
150 cm	38.33	xxx	4.10	x	6.44
DNy-i transzszekt					
0 cm	52.68	xxx	0.95	xxx	2.25
30 cm	42.98	xxx	1.38	xx	2.71
100 cm	57.15	xxx	1.49	xxx	3.43
150 cm	59.84	xxx	2.12	xx	3.89

xxx P < 0.1 %

xx P < 1.0 %

x P < 5.0 %

#### 4. táblázat Az egérszapos talaj és lég-hőmérséklet közméretűekbeli részlete (°C)

Sikfővárti mintaterület 1981. július 7. 9<sup>h</sup> - július 9. 8<sup>h</sup>

	EK-i transzszékt				DNY-i transzszékt			
	erdő	szegélybolgő	szegélyszél	szabad terület	erdő	szegélybolgő	szegélyszél	szabad terület
talaj 20cm	0.26	-	0.31	1.55	0.19	0.10	0.36	1.55
hőmérséklet 5cm	0.33	0.29	0.95	2.55	0.46	0.35	0.54	3.45
lég- 0cm	1.41	0.61	2.12	5.15	0.41	0.45	0.90	6.36
hőmérséklet 30cm	2.03	2.04	2.30	3.63	2.24	2.46	4.20	4.22
100cm	2.00	2.02	2.27	3.18	2.29	2.45	3.98	3.60
150cm	2.00	1.93	2.16	-	2.22	2.61	4.01	-

#### Rejteki mintaterület

I. transzszékt - 1983. július 27. 13<sup>h</sup> - július 28. 12<sup>h</sup>

	erdő										erdőszegély				irtás			
	0m	2m	4m	6m	8m	10m	12m	14m	16m	18m	20m	22m	24m	26m	28m	30m	32m	
talaj 10cm	-	0.18	0.16	0.30	0.27	0.29	0.26	0.61	0.67	0.58	0.64	0.60	0.63	1.43	0.82	-	-	
hőmérséklet 5cm	-	0.37	0.50	0.54	0.57	0.61	0.46	1.03	1.16	1.40	1.10	4.08	1.51	2.55	1.32	-	-	
lég- 0cm	-	1.42	1.54	1.91	1.95	2.50	1.96	3.12	3.37	5.04	4.59	5.09	6.61	9.06	4.39	-	-	

I. transzszékt - 1985. július 15. 13<sup>h</sup> - július 17. 12<sup>h</sup>

	I. transzszékt										II. transzszékt					
	5cm	1cm	10cm	50cm	5cm	1cm	10cm	50cm	5cm	1cm	10cm	50cm	5cm	1cm	10cm	50cm
talaj- 5cm	-	-	0.40	-	-	0.39	-	0.70	1.27	0.76	-	1.25	-	-	-	-
hőmérséklet 1cm	-	-	0.48	-	-	0.73	-	1.42	2.30	2.00	-	2.50	-	-	-	-
lég- 10cm	-	-	-	-	-	-	-	3.93	-	-	-	-	-	-	-	-
hőmérséklet 50cm	-	-	-	-	-	-	-	4.30	-	-	-	-	-	-	-	-

II. transzszékt - 1985. július 15. 13<sup>h</sup> - július 17. 12<sup>h</sup>

	I. transzszékt										II. transzszékt					
	5cm	1cm	10cm	50cm	5cm	1cm	10cm	50cm	5cm	1cm	10cm	50cm	5cm	1cm	10cm	50cm
talaj- 5cm	-	-	0.53	-	-	0.91	0.50	0.79	2.67	0.60	-	1.29	-	-	-	-
hőmérséklet 1cm	-	-	0.89	-	-	1.24	1.15	1.89	2.54	2.64	-	1.97	-	-	-	-
lég- 10cm	-	-	-	-	-	-	-	3.59	-	-	-	4.40	-	-	-	-
hőmérséklet 50cm	-	-	-	-	-	-	-	3.60	-	-	-	4.20	-	-	-	-

5. táblázat A cserjék bajtendzritésén és borításán a cseres-tölgyes erdő I-II-i kitérténgő szélén

**T r a n s z s z e k t e k**

	A			B			C			D			E
	n db	Borítás(%) 1 1.5 2 >2m	n db	Borítás(%) 1 1.5 2 >2m	n db	Borítás(%) 1 1.5 2 >2m	n db	Borítás(%) 1 1.5 2 >2m	n db	Borítás(%) 1 1.5 2 >2m	n db	Borítás(%) 1 1.5 2 >2m	
<i>Cornus sanguinea</i>	78	25 30	28	10 6	2	7	13 7	11 0.5 10	28	1.5 4 7	25 15 5	1 1.5 2	
<i>Rosa carina</i>	11	10 20	2	1	-	21	10 10	20 2 10	38	2 25 15	2 15 5	-	
<i>Prunella elina</i>	17	2 5	13	4 1	-	4	2 10	5 1 3	4	1 7 2	1 2 2	-	
<i>Sambucus eburacea</i>	13	5 5	30	3 23	25	12	7 3	5 1 15	10	2 7 2	8 3 3	-	
<i>Acer tataricum</i>	16	3 3	92	18 7	3	130	10 10	17 2 5	55	5 8 15	5 10 10	-	
<i>Epoxycus verrucosus</i>	29	15 3	93	1 1	3	47	10 10	207 0.5 20	34	10 15	10 10 10	-	
<i>Lilastium vulgare</i>	2	1 1	-	1 1	-	2	1 1	2 1 2	10	5 7 10	7 10	-	
<i>Rubus avium</i>	1	1 2	26	10 15	3	21	1 15	21 7 20	41	10 7 10	7 10	-	
<i>Prunus spinosa</i>	1	1 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Berberis vulgaris</i>	3	1 3	-	1	-	-	1 1	-	-	1 1	-	-	
<i>Quercus cerris</i>	-	-	2	1	-	3	2 3	2 1 2	7	1 1	-	-	
<i>Viburnum lantana</i>	-	-	1	1 3	3 3	8	5 5	2 1 2	3	2 2	10 20 10	5	
<i>Crataegus monogyna</i>	-	-	-	-	-	-	-	1 1 1	-	-	0.5 0.5	-	
<i>Kyrtus yracaster</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	
<b>Fák</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>65</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>65</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>70</b>	
<b>a1...e1</b>	<b>0-4n</b>												
<b>a2...e2</b>													
<i>Cornus sanguinea</i>	14	7	44	3 12	15 3	87	10 25	15 1 15	75	20 22	1 1	-	
<i>Rosa carina</i>	6	1 3	2	1	-	3	0.5 5	7	4	0.5 1	-	-	
<i>Prunella elina</i>	1	1	1	1	-	16	5 10	5	11	1.5 0.5	-	-	
<i>Sambucus eburacea</i>	3	1 1	17	15	25	20	3 22	9 5 7	11	2 7	12 5	-	
<i>Acer tataricum</i>	34	10 6	18	5 4	19	19	3 5	39 2 8	95	6 15 10	10 10	-	
<i>Epoxycus verrucosus</i>	4	2 4	23	10 15	15	83	10 3	146 30 20	20	5 6 12	10 18	8	
<i>Lilastium vulgare</i>	6	1 1	21	1 5	5	32	2 7	31 1 4	13	0.5 6 10	18	8	
<i>Rubus avium</i>	2	1 1	-	-	-	-	-	-	3	0.5	-	-	
<i>Prunus spinosa</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Berberis vulgaris</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Quercus cerris</i>	1	1	2	1	-	3	2 3	2 1 2	7	1 1	-	-	
<i>Viburnum lantana</i>	-	-	1	1 3	3 3	8	5 5	2 1 2	3	2 2	10 20 10	5	
<i>Crataegus monogyna</i>	-	-	-	-	-	-	-	1 1 1	-	-	0.5 0.5	-	
<i>Kyrtus yracaster</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	
<b>Fák</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>70</b>	
<b>a1...b1</b>													
<b>a1...b2</b>													
<i>Cornus sanguinea</i>	1	1	4	3 5	5	1	5	1 1	1	-	-	-	
<i>Rosa carina</i>	6	2 6	3	1 1	2	3	1 1	2 3	1	-	-	-	
<i>Prunella elina</i>	17	6 20	13	1 2	3	130	10 10	17 2 5	20	5 6 12	10 18	8	
<i>Sambucus eburacea</i>	29	15 3	93	1 1	3	47	10 10	207 0.5 20	34	10 15	10 10 10	-	
<i>Lilastium vulgare</i>	2	1 1	-	1 1	-	2	1 1	2 1 2	10	5 7 10	7 10	-	
<i>Rubus avium</i>	1	1 2	26	10 15	3	21	1 15	21 7 20	41	10 7 10	7 10	-	
<i>Prunus spinosa</i>	1	1 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Berberis vulgaris</i>	3	1 3	-	1	-	3	2 3	2 1 2	7	1 1	-	-	
<i>Quercus cerris</i>	-	-	2	1	-	3	2 3	2 1 2	3	2 2	10 20 10	5	
<i>Viburnum lantana</i>	-	-	1	1 3	3 3	8	5 5	2 1 2	3	2 2	10 20 10	5	
<i>Crataegus monogyna</i>	-	-	-	-	-	-	-	1 1 1	-	-	0.5 0.5	-	
<i>Kyrtus yracaster</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Sorbus aucuparia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	
<b>Fák</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>85</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>70</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>70</b>	

6. táblázat A oserjék hajtvédenszítés és borítása a cseres-tölgyes erdő DNY-1 kitértedő szélén

**Transzszektek**

**k v e d r á t o k**

"A"	a <sub>1</sub>		a <sub>2</sub>		a <sub>3</sub>		a <sub>4</sub>		a <sub>5</sub>	
	n db	Borítás (%)	n db	Borítás (%)	n db	Borítás (%)	n db	Borítás (%)	n db	Borítás (%)
0-4 m	0.3	1 1.5 2 >2m	0.3	1 1.5 2 >2m	0.3	1 1.5 2 >2m	0.3	1 1.5 2 >2m	0.3	1 1.5 2 >2m
<i>Cornus sanguinea</i>	1	0.5 2	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rosa canina</i>	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Euonymus europaeus</i>	4	0.5	10	1	15	5	3	5	10	4
<i>Acer tataricum</i>	3	0.5 0.5 0.5	24	1 1	3	0.5	3	1	9	0.5
<i>Euonymus verrucosus</i>	128	30 15	19	1 3	3	1	1	1	3	1
<i>Ligustrum vulgare</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Prunus avium</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Prunus spinosa</i>	6	3 25 10 15	10	15	10	65	7	10	70	7
<i>Cornus mas</i>	15	7 10 1 3 5	0.5 0.5	1	1	1	2	0.5	1	1
<i>Quercus petraea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Acer campestre</i>	8	7 10	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Quercus cerris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Viburnum lantana</i>	9	0.5 3 3	10	0.5 2 3 2 15	1	0.5	3	0.5 1 1	1	0.5
<i>Crataegus monogyna</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sorbus domestica</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lonicera xylosteum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Carpinus betulus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sorbus aria</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rubus idaeus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Pák Σ</b>	<b>0</b>	<b>80 0</b>	<b>80 0</b>	<b>80 0</b>	<b>80 0</b>	<b>70 1</b>	<b>60 3</b>	<b>70 1</b>	<b>60 3</b>	<b>70</b>
"B"										
<i>Cornus sanguinea</i>	1	0.5 1 1	6	3	2	3	1	0.5	1	0.5
<i>Rosa canina</i>	16	2 1	4	0.5 0.5 2	2	1	1	1	1	1
<i>Euonymus europaeus</i>	2	1	3	0.5 1 3 10 20	1	1	5	3	10	3
<i>Acer tataricum</i>	29	5 5	50	5 10 5 3 19	1	1	13	0.5	22	1
<i>Euonymus verrucosus</i>	176	20 25 10 1	1	1 1	1	1	1	0.5	34	1
<i>Ligustrum vulgare</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Prunus avium</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Prunus spinosa</i>	4	5 15 20 5	3	1 5 35 60 4	0.5	10	60	4	9	0.5
<i>Cornus mas</i>	6	3 5 15 30 25 2	5	5 5	20	5	1	2	3	5
<i>Quercus petraea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Acer campestre</i>	9	1 5 10 5 3	3	1	1	1	1	1	1	1
<i>Quercus cerris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Viburnum lantana</i>	4	4 10 15	9	1 1 13 15	2	0.5 1	10	3	1	0.5
<i>Crataegus monogyna</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sorbus domestica</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lonicera xylosteum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Carpinus betulus</i>	4	2 10 2	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sorbus aria</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rubus idaeus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Pák Σ</b>	<b>0</b>	<b>10 0</b>	<b>90 1</b>	<b>80 2</b>	<b>80 2</b>	<b>70 1</b>	<b>50 1</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
"C"										
<i>Cornus sanguinea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rosa canina</i>	4	1 3 8 30	5	7 0.5	3	10	10	2	1	0.1
<i>Euonymus europaeus</i>	2	1	6	0.5	10	26	1	0.5	40	2
<i>Acer tataricum</i>	186	12 20 40 8	25	3 8	10	6	27	2 5 5 2	29	1
<i>Euonymus verrucosus</i>	25	2	1	1	1	1	1	1	13	1
<i>Ligustrum vulgare</i>	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Prunus avium</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Prunus spinosa</i>	2	1 1 2	5	0.5 1	10	3	2	0.5 0.5	2	0.5
<i>Cornus mas</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Quercus petraea</i>	14	1 6 12 3 40	7	1 1 2	2	5	2	1.5 1 5 10 4	9	1
<i>Acer campestre</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Quercus cerris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Viburnum lantana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Crataegus monogyna</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sorbus domestica</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lonicera xylosteum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Carpinus betulus</i>	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sorbus aria</i>	4	3 3	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rubus idaeus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Pák Σ</b>	<b>0</b>	<b>65 1</b>	<b>75 1</b>	<b>80 0</b>	<b>80 0</b>	<b>80 0</b>	<b>85 0</b>	<b>65</b>	<b>85 0</b>	<b>65</b>

7. táblázat. A cserjefaj átlagos niche-szélessége az erdőszegélyben és a belső sávokban

Faj	$B_i$	
	erdőszegély	belső sávok
<i>Viburnum lantana</i>	3.73	3.14
<i>Acer tataricum</i>	3.45	2.47
<i>Rosa canina</i>	2.96	1.20
<i>Cornus sanguinea</i>	2.88	2.60
<i>Quercus petraea</i>	2.74	2.38
<i>Prunus spinosa</i>	2.46	2.16
<i>Quercus cerris</i>	2.08	1.21
<i>Prunus avium</i>	2.07	1.50
<i>Crataegus monogyna</i>	2.89	3.28
<i>Ligustrum vulgare</i>	2.69	3.13
<i>Euonymus verrucosus</i>	2.62	2.92
<i>Cornus mas</i>	2.37	2.62
<i>Euonymus europaeus</i>	1.84	2.45
<i>Acer campestre</i>	1.47	1.67

8. táblázat A gyepszint fajösszetétele és hajtásdensitása az I. transzszektben

- 1983 -

Faj	k v a d r á t o k															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	21	23	25	27	29	31
<i>Acer campestre</i>	1	1	-	1	-	1	1	2	-	-	-	-	1	-	3	-
<i>Acer platanoides</i>	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	1	1	3	5	3	1	10	3	1	1	1	2	2	2	1
<i>Carpinus betulus</i>	2	1	2	5	1	1	-	1	2	2	3	2	1	2	11	3
<i>Cornus mas</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	1	-	1	-
<i>Fagus sylvatica</i>	4	6	3	5	8	3	5	5	5	4	1	11	7	13	4	2
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	16	13	18	27	23	25	17	25	18	3	7	6	16	12	15
<i>Rosa sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Rubus idaeus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
<i>Ulmus scabra</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alliaria petiolata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-
<i>Asarum europaeum</i>	19	24	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asperula odorata</i>	1	59	85	30	12	19	18	8	17	8	4	2	48	1	-	-
<i>Brachypodium silvaticum</i>	-	3	-	58	464	106	135	136	165	2	-	-	31	2	1	28
<i>Carex divulsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	16
<i>Carex pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Chaerophyllum temulum</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Circaea lutetiana</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2	14	10
<i>Cirsium vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8	4	3
<i>Clematis vitalba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Dentaria bulbifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Elymus europaeus</i>	27	9	68	120	-	-	-	-	-	1	24	83	12	3	1	-
<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	-	-	-	2	-	16	1	-	1	1	13	-	59	129	24	2
<i>Festuca gigantea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	4	5	-	-
<i>Fragaria vesca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	47	-	14	73	90	107
<i>Galium aparine</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Galium schultzei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geranium robertianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Geum urbanum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	1	5	-	2
<i>Glechoma hederacea ssp. hirsuta</i>	2	3	-	-	-	1	8	14	12	4	29	-	2	3	2	7
<i>Hedera helix</i>	-	-	-	1	-	-	2	11	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lathyrus vernus</i>	-	1	4	5	3	-	2	-	2	6	-	-	-	-	-	-
<i>Melica uniflora</i>	-	3	57	-	-	384	335	656	269	404	73	1	-	-	-	-
<i>Mercurialis perennis</i>	1	28	12	11	-	-	1	-	2	-	-	-	8	5	4	1
<i>Mycelis muralis</i>	1	-	-	-	-	-	1	-	3	-	1	-	3	4	6	-
<i>Poa nemoralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
<i>Polygonum dumetorum</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	1	2	1	2	1	-	1	1
<i>Solanum nigrum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stachys sylvatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Stellaria holostea</i>	32	91	57	59	49	36	99	68	-	-	22	18	1	16	4	2
<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	5	2
<i>Torilis japonica</i>	1	3	4	3	9	-	7	1	17	6	4	23	7	2	1	4
<i>Urtica dioica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	16	9	3	-	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	-	-	1	83	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142	-
<i>Veronica officinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	26	-	-
<i>Viola hirta</i>	22	20	51	10	30	47	46	20	53	116	125	161	148	73	98	75
<i>Viola silvestris</i>	117	30	43	71	59	41	17	33	30	19	1	14	17	5	68	31

Faj	k v a d r á t o k															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	21	23	25	27	29	31
<i>Acer campestre</i>	1	1	-	1	-	2	1	-	-	-	-	1	1	-	2	-
<i>Acer platanoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	3	2	1	2	6	2	2	5	-	-	2	2	-	1	2	-
<i>Carpinus betulus</i>	2	2	2	3	1	-	-	1	1	-	3	1	1	2	1	3
<i>Cornus mas</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	2	-
<i>Euonymus verrucosus</i>	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Fagus sylvatica</i>	2	2	1	2	1	-	1	4	3	1	-	2	2	6	4	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	17	15	19	19	12	24	14	16	14	2	6	12	16	9	9
<i>Quercus cerris</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa canina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus idaeus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ulmus scabra</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<i>Alliaria petiolata</i>	1	7	9	18	3	9	1	-	7	5	15	37	8	3	-	-
<i>Anthriscus silvestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Asarum europaeum</i>	42	51	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asperula odorata</i>	25	94	228	31	19	28	18	7	6	-	4	3	61	1	-	-
<i>Brachypodium silvaticum</i>	1	5	-	35	181	27	79	52	112	19	-	11	10	5	3	55
<i>Carex divulsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	1	12
<i>Cerastium semidecandrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Chaerophyllum temulum</i>	-	-	33	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3	9	7	5
<i>Clematis vitalba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Dentaria bulbifera</i>	27	5	7	-	-	2	16	11	19	41	20	1	18	23	23	23
<i>Elymus europaeus</i>	20	10	49	104	-	-	-	-	9	4	25	4	-	3	1	1
<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	-	-	-	-	-	19	3	-	2	4	16	-	9	61	9	8
<i>Festuca gigantea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	6	2	-	-	-
<i>Fragaria vesca</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1	11	54	-	23	57	44	138
<i>Galium aparine</i>	4	-	3	-	-	-	-	-	1	1	2	1	15	1	-	1
<i>Galium schultesii</i>	-	-	-	-	-	-	4	6	29	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geranium robertianum</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
<i>Geum urbanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	2	5	-	1
<i>Glechoma hederacea ssp. hirsuta</i>	5	2	-	-	-	1	3	6	4	1	6	5	2	3	-	-
<i>Hedera helix</i>	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hieracium pilosella</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lathyrus vernus</i>	-	-	3	5	2	-	2	-	2	7	-	-	-	-	-	-
<i>Leontodon hispidus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Meibanthemum bifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Melica uniflora</i>	-	-	106	12	33	424	330	674	357	365	143	20	-	-	-	-
<i>Mercurialis perennis</i>	-	24	9	8	-	-	-	-	5	-	-	-	16	7	6	5
<i>Mycelis muralis</i>	2	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	5	3	3	2
<i>Poa nemoralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	10
<i>Polygonum dumetorum</i>	2	1	2	3	-	-	-	-	-	4	43	13	-	-	-	-
<i>Solanum nigrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Stellaria holostea</i>	26	67	39	32	20	29	65	39	-	-	18	26	3	9	5	5
<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	9	9
<i>Torilis japonica</i>	2	6	4	11	4	-	8	-	22	22	6	54	4	-	-	1
<i>Urtica dioica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	28	17	5	-	-
<i>Verbascum phlicoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	-	-	1	20	14	-	-	-	-	-	-	-	-	2	227	1
<i>Veronica officinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11	1	3
<i>Viola hirta</i>	2	10	10	9	16	32	41	25	52	65	131	155	99	52	73	166
<i>Viola silvestris</i>	171	46	75	71	54	52	21	42	22	24	15	18	17	2	62	58



Faj	k v a d r á t o k															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	21	23	25	27	29	31
<i>Acer campestre</i>	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	2	-	
<i>Acer platanoides</i>	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	3	2	-	4	6	4	1	7	1	-	3	2	3	6	2	
<i>Carpinus betulus</i>	1	1	3	3	1	1	1	3	-	3	3	4	5	12	7	
<i>Cornus mas</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2	-	2	-	
<i>Euonymus verrucosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Fagus sylvatica</i>	2	3	-	1	2	1	2	4	3	3	-	4	5	6	1	
<i>Fraxinus excelsior</i>	16	26	16	18	27	20	30	20	28	21	3	7	8	18	13	
<i>Quercus cerris</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rosa sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Rubus idaeus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	
<i>Ulmus scabra</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	
<i>Alliaria petiolata</i>	-	2	2	11	1	5	6	-	2	2	6	23	7	3	2	
<i>Asarum europaeum</i>	41	39	8	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
<i>Asperula odorata</i>	25	111	217	82	27	20	17	5	7	2	5	13	65	9	1	
<i>Brachypodium silvaticum</i>	1	1	-	23	154	36	57	46	105	43	-	27	76	9	82	
<i>Carex divulsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-	-	-	2	15	
<i>Chaerophyllum temulum</i>	-	2	34	7	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	
<i>Cirsaea lutetiana</i>	-	3	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	27	9	16	13	
<i>Cirsium vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Clematis vitalba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	
<i>Cruciata ciliata</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2	
<i>Dentaria bulbifera</i>	7	1	1	-	-	-	1	10	9	11	23	5	-	3	3	
<i>Elymus europaeus</i>	22	17	46	109	-	-	-	-	1	25	10	42	21	9	2	
<i>Epilobium montanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	
<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	-	-	-	-	-	35	3	-	3	1	6	1	2	54	1	
<i>Festuca gigantea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	63	30	18	-	-	
<i>Fraxinus vesca</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	20	75	4	54	130	77	
<i>Galium aparine</i>	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	2	2	-	6	
<i>Galium schultesii</i>	-	-	-	-	-	-	-	15	52	-	-	-	-	-	-	
<i>Geranium robertianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	1	-	-	
<i>Geum urbanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	12	10	7	5	
<i>Glechoma hederacea ssp. hirsuta</i>	5	1	1	-	2	1	6	4	2	-	15	8	26	20	7	
<i>Hedera helix</i>	-	-	-	-	-	-	2	9	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hieracium pilosella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
<i>Isopyrum thalictroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	
<i>Lactuca serriola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	
<i>Lathyrus vernus</i>	3	4	5	6	5	-	2	-	3	13	-	-	-	-	-	
<i>Majanthemum bifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
<i>Melica uniflora</i>	-	1	110	-	16	556	445	776	408	643	284	-	3	-	-	
<i>Mercurialis perennis</i>	-	7	-	5	-	-	1	-	1	-	-	4	3	4	5	
<i>Mycelis muralis</i>	4	2	-	-	-	1	4	-	2	-	1	2	11	9	5	
<i>Poa nemoralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	19	
<i>Polygonum dumetorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	33	2	1	-	3	
<i>Satureja vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Solanum nigrum</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Stachys silvatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Stellaria holostea</i>	37	90	21	75	53	64	104	59	-	-	12	41	22	34	25	
<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	6	6	18	
<i>Torilis japonica</i>	2	3	3	12	1	-	6	3	19	42	22	69	15	-	3	
<i>Urtica dioica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	26	20	8	-	
<i>Verbascum phlomoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	
<i>Veronica chamaedrys</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	12	319	13	
<i>Veronica officinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7	-	4	2	
<i>Viola hirta</i>	28	17	29	17	20	58	78	33	75	93	154	205	291	233	221	
<i>Viola silvestris</i>	127	34	58	61	61	60	32	46	39	27	15	31	16	6	80	
<i>Waldsteinia geoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	

9. táblázat A gyepszint fajösszetétele és hajtásdensitása a  
II. transzszektben - 1985

Faj	k v a d r á t o k															
	2	4	6	8	10	12	14	16	17	19	21	23	25	27	29	31
<i>Acer campestre</i>	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-
<i>Acer platanoides</i>	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	5	3	6	3	2	6	2	3	7	3	7	4	-	3	4	3
<i>Carpinus betulus</i>	1	3	2	3	4	2	3	5	8	4	5	2	4	2	4	8
<i>Fagus sylvatica</i>	7	-	5	-	3	5	5	7	6	3	6	5	8	7	5	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	10	10	14	9	3	7	10	22	11	8	10	8	5	3	5	7
<i>Lonicera xylosteum</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa canina</i>	-	1	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus caesius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	-	-	-
<i>Rubus idaeus</i>	-	-	-	-	-	1	4	-	-	3	1	5	2	5	10	9
<i>Sambucus ebulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Sorbus torminalis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulmus scabra</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alliaria petiolata</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	1	3	2	-
<i>Asarum europaeum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	13	-	42	1
<i>Asperula odorata</i>	15	65	61	60	17	39	5	25	58	6	1	-	10	4	14	-
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	5	15	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	39
<i>Bromus racemosus</i>	-	4	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex divulsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	17	-
<i>Carex michelii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	172
<i>Chaerophyllum temulum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-
<i>Galamagrostis epigeios</i>	-	-	-	-	-	1	13	-	-	-	-	75	52	-	-	34
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	7	1	7	9	9	20	24	10
<i>Clematis vitalba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	3	-	1	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	-	-	-	67	22	-	-	12	40	24	-	-
<i>Dentaria bulbifera</i>	11	1	9	24	30	12	6	8	18	22	11	8	17	14	10	24
<i>Elymus europaeus</i>	11	15	21	22	25	21	23	9	12	105	80	51	67	7	3	36
<i>Epilobium montanum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	3	2	3
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	17	3	9	-	3	2	10
<i>Festuca gigantea</i>	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragaria vesca</i>	3	5	1	-	1	-	2	13	10	37	18	23	14	16	43	32
<i>Galium aparine</i>	3	4	4	8	-	-	2	-	-	10	4	-	-	-	3	1
<i>Galium schultesii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	92	-	-
<i>Geranium robertianum</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geum urbanum</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2	2	6	30	6
<i>Glechoma hederacea ssp. hirsuta</i>	2	-	-	-	-	2	-	-	2	2	2	31	7	1	6	6
<i>Hedera helix</i>	-	3	11	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactuca serriola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Majanthemum bifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
<i>Melica uniflora</i>	349	135	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mentha arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	8	14	31	6	-
<i>Mercurialis perennis</i>	7	-	-	1	8	-	-	-	2	2	2	-	1	1	2	3
<i>Mycelis muralis</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4	2
<i>Plantago media</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Poa nemoralis</i>	-	-	-	-	18	-	3	-	-	-	42	151	-	-	14	52
<i>Poa trivialis</i>	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum dumetorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	1	-	5	6	-
<i>Pulmonaria officinalis</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stachys silvatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	1	6	-	-	5
<i>Stellaria holostea</i>	-	3	12	-	4	27	56	22	29	52	24	2	16	11	13	12
<i>Taraxacum officinale</i>	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	9	1	-	3	7
<i>Torilis japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	30	7	28	14	1	-
<i>Urtica dioica</i>	3	-	2	-	1	2	4	9	5	4	2	3	2	4	3	2
<i>Veronica chamaedrys</i>	-	-	-	-	-	-	1	2	3	1	1	16	2	12	5	4
<i>Veronica officinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	4
<i>Viola hirta</i>	-	-	-	-	13	-	-	-	-	10	35	16	-	-	16	1
<i>Viola silvestris</i>	62	107	79	206	140	86	145	104	172	159	136	63	115	133	124	52

10.táblázat A dominancia-érték / $p_i$ max/ változása az I. és II. transzszektben

kvadrát szám	I. transzsekt $p_i$ max			kvadrát szám	II. transzsekt
	1983	1984	1985		$p_i$ max 1985
2	0.4835	0.4886	0.3848	2	0.7008
4	0.3043	0.2663	0.3008	4	0.3590
6	0.2043	0.3756	0.3875	6	0.3251
8	0.2449	0.2640	0.2449	8	0.5852
10	0.6734	0.4840	0.4000	10	0.5018
12	0.5639	0.6656	0.6450	12	0.3454
14	0.4759	0.5419	0.5569	14	0.5000
16	0.6673	0.7506	0.7462	16	0.3455
18	0.4395	0.5434	0.5340	17	0.4514
20	0.6003	0.5945	0.6521	19	0.3397
21	0.3316	0.2668	0.3906	21	0.3126
23	0.3966	0.3407	0.3339	23	0.2849
25	0.3645	0.2878	0.3906	25	0.2578
27	0.3101	0.1883	0.3574	27	0.2854
29	0.2840	0.4469	0.3798	29	0.2417
31	0.3282	0.3046	0.3075	31	0.3116

11. táblázat A cserjefajok levéllemez hosszúságának/ $l_L$ /, maximális szélességének/ $l_B$ / és hosszúság/szélesség arányának szezonális változásai 1982 és 1983-ban

1982	Ligustrum vulgare				Cornus sanguinea				Acer tataricum				Euonymus verrucosus				
	erdő		szegély		erdő		szegély		erdő		szegély		erdő		szegély		
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
V.20.	$l_L$	3.60	0.57	4.12	0.76	5.25	1.31	6.35	1.07	6.61	1.68	7.16	1.43	4.11	0.76	4.52	0.87
	$l_B$	1.46	0.25	1.51	0.29	2.72	0.81	3.19	0.72	4.76	1.34	5.10	1.00	2.04	0.50	2.06	0.57
	$l_L/l_B$	2.47		2.73		1.93		1.99		1.39		1.40		2.01		2.19	
VI.17.	$l_L$	4.31	0.99	5.08	1.00	6.44	1.12	5.93	1.41	7.01	1.41	7.38	1.41	4.40	0.80	4.39	1.04
	$l_B$	1.55	0.30	1.55	0.31	3.55	0.75	3.13	0.95	5.21	1.38	5.40	1.17	2.18	0.38	2.06	0.67
	$l_L/l_B$	2.78		3.28		1.81		1.89		1.35		1.37		2.02		2.13	
VII. 7.	$l_L$	4.58	0.85	4.90	1.09	6.57	1.28	6.74	1.27	6.74	1.27	7.57	1.37	4.54	1.04	4.44	0.98
	$l_B$	1.58	0.30	1.57	0.29	3.64	1.02	3.21	0.85	4.85	1.17	5.43	1.32	2.15	0.57	2.14	0.64
	$l_L/l_B$	2.90		3.12		1.80		2.06		1.39		1.39		2.11		2.07	
VIII. 4.	$l_L$	4.77	0.92	4.51	1.02	6.50	1.31	5.67	1.52	6.45	1.31	6.96	1.61	4.47	0.88	4.57	1.05
	$l_B$	1.63	0.31	1.46	0.26	3.49	1.00	3.19	1.11	4.81	1.27	5.11	1.31	2.10	0.48	2.07	0.49
	$l_L/l_B$	2.93		3.09		1.86		1.78		1.34		1.36		2.13		2.21	
VIII.17.	$l_L$	4.17	1.31	4.89	1.10	5.99	1.12	5.14	1.31	6.48	1.49	6.45	1.46	3.95	0.86	4.16	1.25
	$l_B$	1.54	0.40	1.59	0.33	3.17	0.95	2.81	0.90	4.95	1.29	4.60	1.41	1.91	0.48	1.97	0.70
	$l_L/l_B$	2.71		3.08		1.89		1.83		1.31		1.40		2.07		2.11	
IX. 9.	$l_L$	3.82	1.22	4.30	1.24	5.96	1.33	5.73	1.48	5.78	1.36	6.02	1.71	4.25	0.88	3.95	1.10
	$l_B$	1.46	0.40	1.35	0.27	3.18	0.90	3.21	1.06	4.58	1.37	4.61	1.43	1.98	0.51	1.77	0.67
	$l_L/l_B$	2.62		3.19		1.87		1.79		1.26		1.31		2.15		2.23	
X.14.	$l_L$	4.05	0.99	4.38	0.85	6.56	1.07	6.08	5.44	5.95	1.41	6.41	1.30	3.76	0.77	3.73	0.81
	$l_B$	1.46	0.27	1.39	0.27	3.52	0.78	3.04	1.16	4.75	1.26	4.89	1.22	1.88	0.45	1.64	0.51
	$l_L/l_B$	2.77		3.15		1.86		2.00		1.25		1.31		2.00		2.27	
1983																	
V.18.	$l_L$	-	-	-	-	-	-	-	-	7.19	1.39	7.80	1.44	5.31	0.68	5.13	0.49
	$l_B$	-	-	-	-	-	-	-	-	5.42	1.21	5.65	1.22	2.66	0.59	2.35	0.31
	$l_L/l_B$	-	-	-	-	-	-	-	-	1.33		1.38		2.00		2.18	
VI. 9.	$l_L$	4.88	1.15	4.67	1.20	6.23	1.36	6.26	1.26	5.91	1.99	7.21	1.50	5.01	0.84	4.94	0.71
	$l_B$	1.65	0.63	1.65	0.34	3.51	0.77	3.82	0.88	4.23	1.23	5.05	1.13	2.48	0.62	2.28	0.46
	$l_L/l_B$	2.96		2.83		1.77		1.64		1.40		1.43		2.02		2.17	
VI.22.	$l_L$	5.06	1.23	4.98	1.04	5.58	1.37	6.15	1.29	5.63	1.66	6.72	1.76	4.44	1.21	4.87	0.86
	$l_B$	1.56	0.34	1.71	0.31	3.09	0.85	3.72	0.99	4.20	1.31	4.43	1.38	2.14	0.62	2.27	0.49
	$l_L/l_B$	3.24		2.91		1.81		1.65		1.34		1.52		2.07		2.15	
IX. 2.	$l_L$	4.57	0.94	4.62	1.02	5.45	1.50	5.66	1.21	6.03	1.95	6.84	1.77	4.31	1.21	4.65	1.00
	$l_B$	1.40	0.27	1.64	0.36	3.17	0.73	3.46	0.93	4.23	1.45	4.45	1.49	1.94	0.59	2.13	0.54
	$l_L/l_B$	3.26		2.82		1.72		1.64		1.43		1.54		2.22		2.18	

12. táblázat A cserjék levélterülete ( $L_A, cm^2$ ) és levéltömege ( $L_W, mg$ ) 1981-ben

1981	<i>Ligustrum vulgare</i>						<i>Cornus sanguinea</i>						<i>Acer tataricum</i>						<i>Euonymus verrucosus</i>						
	erdő		szegély		erdő		szegély		erdő		szegély		erdő		szegély		erdő		szegély		erdő		szegély		
	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	$L_A$	$L_W$	
IV.30.	$\bar{x}$	3.60	11.3	2.72	14.0	9.92	33.6	5.50	28.8	23.42	63.9	23.21	87.2	7.32	18.8	3.83	15.8	0.882	2.51	0.647	2.86	6.02	13.0	4.99	18.9
	$s$	0.467	1.43	0.553	2.86	1.237	5.12	0.677	3.14	3.034	9.33	2.742	9.69	0.816	1.67	0.739	3.44	0.816	1.67	0.739	3.44	5.76	13.1	4.99	22.9
V.13.	$\bar{x}$	3.61	9.5	4.13	20.3	13.42	37.6	12.14	53.4	24.51	71.1	33.52	180.3	1.714	4.11	1.222	6.85	6.02	13.0	4.99	18.9	0.816	1.67	0.739	3.44
	$s$	0.712	1.96	0.599	3.51	1.470	3.69	2.226	12.06	3.118	10.29	4.881	15.22	0.816	1.67	0.739	3.44	0.816	1.67	0.739	3.44	5.76	13.1	4.99	22.9
V.21.	$\bar{x}$	3.46	10.2	-	-	12.20	34.5	11.62	54.2	22.58	66.3	25.16	133.1	1.714	4.11	1.222	6.85	22.58	66.3	25.16	133.1	5.76	13.1	4.99	22.9
	$s$	1.479	4.76	-	-	2.207	5.72	3.247	17.16	3.027	10.45	5.917	37.20	1.714	4.11	1.222	6.85	3.027	10.45	5.917	37.20	5.76	13.1	4.99	22.9
V.29.	$\bar{x}$	3.51	9.2	4.35	24.2	14.01	39.7	14.57	64.2	22.72	71.6	31.50	190.2	4.75	19.9	5.39	24.2	22.72	71.6	31.50	190.2	4.75	19.9	5.39	24.2
	$s$	0.676	1.94	0.772	5.68	1.049	3.78	4.727	17.43	4.026	15.94	3.983	17.20	1.392	3.14	1.441	7.25	4.026	15.94	3.983	17.20	1.392	3.14	1.441	7.25
VI. 4.	$\bar{x}$	4.32	12.3	5.86	36.9	14.06	41.2	16.46	80.0	22.58	72.8	31.02	191.6	7.09	15.9	5.39	24.5	22.58	72.8	31.02	191.6	7.09	15.9	5.39	24.5
	$s$	0.704	2.30	1.546	9.17	2.582	7.72	2.740	15.80	4.432	15.15	3.026	20.92	0.973	2.64	0.681	3.60	4.432	15.15	3.026	20.92	0.973	2.64	0.681	3.60
VI.11.	$\bar{x}$	3.59	10.2	6.61	45.6	11.48	35.0	15.53	71.0	24.14	79.1	24.77	136.5	6.61	14.9	5.34	24.2	24.14	79.1	24.77	136.5	6.61	14.9	5.34	24.2
	$s$	1.048	3.31	0.661	6.31	3.035	10.69	3.629	13.78	7.109	25.04	4.372	22.32	1.603	3.14	0.631	3.51	7.109	25.04	4.372	22.32	1.603	3.14	0.631	3.51
VI.24.	$\bar{x}$	5.01	14.8	6.59	51.7	13.30	40.9	19.17	99.2	27.01	89.9	30.71	189.5	5.92	13.5	5.52	26.4	27.01	89.9	30.71	189.5	5.92	13.5	5.52	26.4
	$s$	0.601	2.22	1.169	13.00	2.614	9.39	0.643	11.66	3.073	7.80	1.379	15.35	1.198	2.81	1.032	5.89	3.073	7.80	1.379	15.35	1.198	2.81	1.032	5.89
VII. 1.	$\bar{x}$	3.49	9.90	6.38	49.7	15.93	50.9	18.45	98.2	25.56	81.1	26.19	156.7	5.85	13.1	5.13	25.2	25.56	81.1	26.19	156.7	5.85	13.1	5.13	25.2
	$s$	1.156	3.38	0.771	6.19	2.078	8.06	3.795	27.24	3.352	12.13	5.188	33.62	1.685	3.64	1.606	8.69	3.352	12.13	5.188	33.62	1.685	3.64	1.606	8.69
VII.10.	$\bar{x}$	4.91	15.3	5.91	44.5	12.43	36.7	14.37	78.9	20.18	64.7	27.80	179.6	7.28	16.7	6.65	34.5	20.18	64.7	27.80	179.6	7.28	16.7	6.65	34.5
	$s$	0.951	3.38	0.542	4.61	3.773	10.91	9.448	15.55	2.882	9.81	2.829	29.5	0.857	2.12	1.228	6.68	2.882	9.81	2.829	29.5	0.857	2.12	1.228	6.68
VIII. 5.	$\bar{x}$	5.40	18.2	6.07	45.2	15.65	52.8	16.96	108.0	19.97	67.5	25.01	156.8	7.90	18.3	6.05	34.4	19.97	67.5	25.01	156.8	7.90	18.3	6.05	34.4
	$s$	1.014	4.40	0.776	8.33	2.642	8.7	4.614	30.60	5.502	24.44	4.310	37.13	2.187	4.28	0.924	4.61	5.502	24.44	4.310	37.13	2.187	4.28	0.924	4.61
VIII.25.	$\bar{x}$	5.07	17.2	7.36	54.6	15.50	54.2	18.08	114.2	20.34	78.1	26.11	164.0	6.57	16.7	7.56	45.6	20.34	78.1	26.11	164.0	6.57	16.7	7.56	45.6
	$s$	0.609	1.63	1.345	12.23	1.219	5.52	1.273	11.17	2.004	14.35	5.633	42.95	0.624	2.14	0.769	6.55	2.004	14.35	5.633	42.95	0.624	2.14	0.769	6.55
IX. 9.	$\bar{x}$	5.20	18.7	6.64	52.2	15.08	53.9	17.10	103.0	19.85	75.1	25.88	139.5	7.46	20.2	6.79	38.7	19.85	75.1	25.88	139.5	7.46	20.2	6.79	38.7
	$s$	0.669	3.68	0.631	7.90	2.850	10.94	2.098	16.10	1.486	8.76	4.406	25.36	0.841	1.54	0.529	4.46	1.486	8.76	4.406	25.36	0.841	1.54	0.529	4.46
IX.24.	$\bar{x}$	5.44	19.6	7.47	57.2	15.88	55.5	15.89	98.2	19.25	76.9	21.05	128.3	7.62	19.3	6.95	41.3	19.25	76.9	21.05	128.3	7.62	19.3	6.95	41.3
	$s$	0.750	2.76	0.997	8.17	1.791	4.73	1.613	16.89	3.982	18.62	4.695	24.87	0.679	1.7	1.869	10.43	3.982	18.62	4.695	24.87	0.679	1.7	1.869	10.43
X. 9.	$\bar{x}$	5.03	17.1	7.21	47.3	14.18	49.5	14.74	82.0	18.17	73.5	24.75	131.4	6.42	16.1	5.84	29.16	18.17	73.5	24.75	131.4	6.42	16.1	5.84	29.16
	$s$	0.507	3.63	0.855	7.39	3.063	10.94	1.368	10.57	3.441	18.50	2.249	10.00	0.422	0.75	1.142	7.28	3.441	18.50	2.249	10.00	0.422	0.75	1.142	7.28

13. táblázat A cserjék átlagos levélhosszúsága ( $L_L$ ) és levél szélessége ( $L_B$ ) a vizsgálati évek június-szeptember közötti időszakában

	1981		1982		1983	
	erdő	szegély	erdő	szegély	erdő	szegély
<i>Ligustrum</i>	$L_L$ 4.33(0.47)	5.2(0.32) xxx	4.3(0.37)	4.7(0.32) +	4.8(0.25)	4.8(0.20) NS
<i>vulgare</i>	$L_B$ 1.6 (0.12)	1.8(0.05) xxx	1.6(0.06)	1.5(0.10) NS	1.5(0.13)	1.7(0.04) NS
<i>Cornus</i>	$L_L$ 6.5 (0.39)	6.3(0.35) NS	5.8(0.53)	6.3(0.29) NS	5.6(0.42)	6.0(0.32) NS
<i>sanguinea</i>	$L_B$ 3.2 (0.24)	3.8(0.24) xxx	3.1(0.17)	3.4(0.22) x	3.3(0.22)	3.7(0.19) +
<i>Acer</i>	$L_L$ 7.0 (0.40)	7.4(0.41) x	6.5(0.46)	6.9(0.64) NS	5.9(0.21)	6.9(0.26) xx
<i>tataricum</i>	$L_B$ 4.5 (0.31)	5.3(0.33) xxx	4.9(0.23)	5.0(0.41) NS	4.2(0.02)	4.6(0.35) NS
<i>Euonymus</i>	$L_L$ 4.8 (0.30)	4.5(0.31) +	4.3(0.23)	4.3(0.24) NS	4.6(0.37)	4.8(0.15) NS
<i>verrucosus</i>	$L_B$ 2.2 (0.15)	2.1(0.17) NS	2.1(0.12)	2.0(0.14) NS	2.2(0.27)	2.2(0.08) NS

xxx  $P < 0.1$  %    xx  $P < 1$  %    x  $P < 5$  %    +  $P < 10$  %    NS szignifikánsan nem különböznek

14. táblázat A cserjék átlagos levélterülete ( $L_A, \text{cm}^2$ ) a vizsgálati évek június-szeptember közötti időszakában

	1981		1982 <sup>†</sup>		1983 <sup>†</sup>	
	erdő	szegély	erdő	szegély	erdő	szegély
<i>Ligustrum vulgare</i>	4.71(0.743)	6.54(0.577) xxx	4.53(0.560)	4.85(0.619) NS	5.01(0.613)	5.38(0.345) NS
<i>Cornus sanguinea</i>	14.37(1.639)	16.89(1.520) xxx	12.08(1.610)	14.33(1.560) NS	12.54(1.775)	14.74(1.506) NS
<i>Acer tataricum</i>	22.10(2.852)	26.50(3.070) xx	21.25(2.415)	23.07(3.948) NS	16.54(0.644)	21.35(2.424) x
<i>Euonymus verrucosus</i>	6.92(0.731)	6.15(0.864) NS	5.69(0.597)	5.98(1.391) NS	6.42(1.333)	6.67(0.454) NS

+ a középértékek a  $L_A = L_A C \times (L_L \times L_B)$  egyenlet alapján számolt levélterületek átlagai

xxx  $P < 0.1 \%$     xx  $P < 1 \%$     x  $P < 5 \%$     NS szignifikánsan nem különböznek

15. táblázat A cserjék levélterületének /L<sub>A</sub>/ és levéltömegének /L<sub>w</sub>/ összefüggései - 1981  
(n = 10)

C O R M U S S A N G U I N O S A															
Erdő					Szegély										
Erdő					Szegély										
	b	a	r	r	b	a	r	r	r						
IV.30.	+ 0.003708	- 0.003173	0.8965	0.9013	+ 0.004179	+ 0.005743	0.9013	- 0.002856	+ 0.002966	+ 0.003236	+ 0.002966	0.9286	+ 0.003236	+ 0.002966	0.9163
V.13.	+ 0.002224	+ 0.007718	0.8864	0.7279	+ 0.003943	+ 0.005905	0.7279	- 0.006365	- 0.006365	+ 0.003159	- 0.006365	0.9575	+ 0.003159	+ 0.003159	0.9575
V.21.	+ 0.002455	+ 0.004543	0.9466	0.9026	+ 0.004756	- 0.001255	0.9026	- 0.005024	- 0.005024	+ 0.003160	- 0.005024	0.9157	+ 0.003160	- 0.005024	0.9022
V.29.	+ 0.001638	+ 0.016493	0.4553	0.8420	+ 0.003105	+ 0.018959	0.8420	- 0.012337	- 0.012337	+ 0.003696	- 0.012337	0.9337	+ 0.003696	+ 0.003696	0.7239
VI.04.	+ 0.002795	+ 0.001353	0.9346	0.8065	+ 0.004650	+ 0.003426	0.8065	+ 0.003108	+ 0.002573	+ 0.003108	+ 0.002573	0.9090	+ 0.003108	+ 0.002573	0.8936
VI.11.	+ 0.003477	- 0.004945	0.9873	0.6702	+ 0.002576	+ 0.031620	0.6702	- 0.003866	- 0.003866	+ 0.003438	- 0.003866	0.9759	+ 0.003438	+ 0.003438	0.9583
VI.24.	+ 0.002766	+ 0.004256	0.7798	0.9070	+ 0.017893	- 0.243751	0.9070	+ 0.028144	+ 0.028144	+ 0.002287	+ 0.028144	0.9015	+ 0.002287	+ 0.002287	0.9495
VII.1.	+ 0.002101	+ 0.017440	0.5415	0.8793	+ 0.015042	- 0.021102	0.8793	- 0.001096	- 0.001096	+ 0.003213	- 0.001096	0.8879	+ 0.003213	- 0.001096	0.9236
VII.10.	+ 0.002806	+ 0.001812	0.9703	0.9951	+ 0.005042	+ 0.005015	0.9951	- 0.00498	- 0.00498	+ 0.003180	- 0.00498	0.9345	+ 0.003180	- 0.00498	0.9101
VIII.25.	+ 0.003043	+ 0.005158	0.9246	0.9728	+ 0.006452	- 0.001479	0.9728	- 0.019847	- 0.019847	+ 0.004372	- 0.019847	0.9844	+ 0.004372	+ 0.004372	0.7432
VIII.5.	+ 0.003547	- 0.000838	0.7829	0.8431	+ 0.007398	- 0.019446	0.8431	- 0.048022	- 0.048022	+ 0.006199	- 0.048022	0.8656	+ 0.006199	- 0.048022	0.8139
IX.9.	+ 0.003650	- 0.001257	0.9624	0.7269	+ 0.007613	- 0.022810	0.7269	- 0.006328	- 0.006328	+ 0.004150	- 0.006328	0.7041	+ 0.004150	+ 0.004150	0.9701
IX.24.	+ 0.002576	+ 0.014542	0.9750	0.9575	+ 0.010029	- 0.061198	0.9575	- 0.009170	- 0.009170	+ 0.004471	- 0.009170	0.9564	+ 0.004471	+ 0.004471	0.9195
X.9.	+ 0.003533	- 0.000657	0.9895	0.4600	+ 0.003561	+ 0.029710	0.4600	- 0.021637	- 0.021637	+ 0.005233	- 0.021637	0.9733	+ 0.005233	+ 0.005233	0.8349

L I G U S T R U M V U L G A R E															
Erdő					Szegély										
Erdő					Szegély										
	b	a	r	r	b	a	r	r	r						
IV.30.	+ 0.002746	+ 0.001375	0.8969	0.9509	+ 0.004916	+ 0.006204	0.9509	+ 0.003374	+ 0.003374	+ 0.003195	+ 0.003374	0.8353	+ 0.003195	+ 0.003195	0.6095
V.13.	+ 0.002692	- 0.000245	0.9759	0.9635	+ 0.005649	- 0.002992	0.9635	- 0.001621	- 0.001621	+ 0.001621	- 0.001621	0.7914	+ 0.001621	- 0.001621	0.9537
V.21.	+ 0.003196	+ 0.000878	0.9915	0.9915	+ 0.006814	+ 0.006814	0.9915	- 0.002388	- 0.002388	+ 0.002388	- 0.002388	0.9946	+ 0.002388	- 0.002388	0.9577
V.29.	+ 0.002724	- 0.000377	0.9518	0.7470	+ 0.005496	+ 0.000247	0.7470	+ 0.000506	+ 0.000506	+ 0.002023	+ 0.000506	0.9735	+ 0.002023	+ 0.002023	0.9878
VI.04.	+ 0.003218	- 0.001597	0.9861	0.7020	+ 0.006720	+ 0.001246	0.7020	- 0.000249	- 0.000249	+ 0.001926	- 0.000249	0.8299	+ 0.001926	+ 0.001926	0.9552
VI.11.	+ 0.003118	- 0.001016	0.9882	0.7964	+ 0.006858	+ 0.006446	0.7964	+ 0.002168	+ 0.002168	+ 0.002168	+ 0.002168	0.9825	+ 0.002168	+ 0.002168	0.7804
VI.24.	+ 0.003591	- 0.003230	0.9710	0.9904	+ 0.006527	+ 0.012697	0.9904	- 0.000213	- 0.000213	+ 0.002311	- 0.000213	0.9069	+ 0.002311	+ 0.002311	0.9343
VII.1.	+ 0.005848	- 0.000315	0.9866	0.9904	+ 0.006527	+ 0.012697	0.9904	- 0.000856	- 0.000856	+ 0.002086	- 0.000856	0.9655	+ 0.002086	+ 0.002086	0.9343
VII.10.	+ 0.003367	- 0.001232	0.9476	0.6695	+ 0.005697	+ 0.010807	0.6695	- 0.00018	- 0.00018	+ 0.002267	- 0.00018	0.9144	+ 0.002267	- 0.00018	0.9838
VIII.5.	+ 0.004230	+ 0.004646	0.9747	0.8700	+ 0.009426	- 0.012028	0.8700	+ 0.001950	+ 0.001950	+ 0.001950	+ 0.001950	0.9968	+ 0.001950	+ 0.001950	0.8834
VIII.25.	+ 0.002432	+ 0.003127	0.9933	0.8326	+ 0.007664	- 0.001800	0.8326	- 0.002072	- 0.002072	+ 0.002861	- 0.002072	0.8336	+ 0.002861	+ 0.002861	0.9521
IX.9.	+ 0.005255	- 0.000577	0.9542	0.6046	+ 0.000566	- 0.004668	0.6046	+ 0.010231	+ 0.010231	+ 0.001197	+ 0.010231	0.6411	+ 0.001197	+ 0.001197	0.6910
IX.24.	+ 0.003531	+ 0.000349	0.9612	0.9345	+ 0.007653	+ 0.000068	0.9345	+ 0.008411	+ 0.008411	+ 0.001422	+ 0.008411	0.6581	+ 0.001422	+ 0.001422	0.9497
X.9.	+ 0.005391	- 0.003206	0.9392	0.7746	+ 0.006696	- 0.000970	0.7746	+ 0.007525	+ 0.007525	+ 0.005329	+ 0.007525	0.7450	+ 0.005329	+ 0.005329	0.8807



16. táblázat

Az erdőszegélyben és az erdőben mért  $RL_WGR$  / $g \cdot g^{-1} \cdot nap^{-1}$ / és  $RL_AGR$  / $cm^2 \cdot cm^{-2} \cdot nap^{-1}$ / értékek összehasonlítása a vegetációs periódus tavaszi-nyár eleji / 1. / és nyári-őszi / 2. / időszakában differencia módszerrel

Faj		1.		2.	
		$RL_WGR$ $10^{-3}$	$RL_AGR$ $10^{-3}$	$RL_WGR$ $10^{-3}$	$RL_AGR$ $10^{-3}$
Ligustrum vulgare	n	4	4	8	8
	$\bar{d}$	+30.65	+24.67	-3.92	-1.38
	sd	12.121	7.943	10.914	9.761
	t	+ 2.53 <sup>+</sup>	+ 3.11 <sup>+</sup>	-0.40 <sup>NS</sup>	-0.14 <sup>NS</sup>
Cornus sanguinea	n	6	6	7	7
	$\bar{d}$	+17.62	+16.72	-5.28	-5.42
	sd	5.715	4.965	5.134	4.539
	t	+ 3.08 <sup>x</sup>	+ 3.37 <sup>x</sup>	-1.03 <sup>NS</sup>	-1.19 <sup>NS</sup>
Acer tataricum	n	6	6	7	7
	$\bar{d}$	+ 1.33	+ 1.48	+0.76	+0.14
	sd	16.286	11.265	6.867	4.760
	t	+ 0.08 <sup>NS</sup>	- 0.13 <sup>NS</sup>	+0.11 <sup>NS</sup>	+0.03 <sup>NS</sup>
Euonymus	n	6	6	7	7
	$\bar{d}$	+13.51	+ 4.61	+0.02	+1.01
	sd	12.982	15.229	0.020	4.775
	t	+ 1.04 <sup>NS</sup>	+ 0.30 <sup>NS</sup>	+0.08 <sup>NS</sup>	+0.21 <sup>NS</sup>

x :  $P < 5 \%$ ,    + :  $P < 10 \%$ ,    NS : nem szignifikáns

17. táblázat A szárazanyagra vonatkoztatott víztartalom (%) és a WSD összefüggése a tőle nedvességtartalmával (%) valamint az SLW -vel 1981 és 1982-ben

	W %-tőle nedv.tart. %		W %-SLW		WSD %-tőle nedv.tart. %	
	1981 n=10	1982 n=5	1981 n=11	1982 n=6	1981 n=6	1982 n=6
Ligustrum vulgare	erdő szegély 0.6361 <sup>x</sup>	erdő szegély 0.7907 <sup>NS</sup>	erdő szegély -0.9129 <sup>xxx</sup>	erdő szegély -0.8472 <sup>xxx</sup>	erdő szegély -0.6927 <sup>NS</sup>	erdő szegély -0.7754 <sup>x</sup>
Acer tataricum	0.7015 <sup>x</sup>	0.6147 <sup>+</sup>	0.9919 <sup>xxx</sup>	0.6332 <sup>NS</sup>	-0.9077 <sup>xx</sup>	-0.6477 <sup>NS</sup>
Cornus sanguinea	0.8052 <sup>xx</sup>	0.8477 <sup>xx</sup>	0.9953 <sup>xxx</sup>	0.8992 <sup>x</sup>	-0.7075 <sup>NS</sup>	-0.9664 <sup>xx</sup>
Euonymus verrucosus	0.6509 <sup>x</sup>	0.6595 <sup>x</sup>	0.8921 <sup>x</sup>	0.8521 <sup>x</sup>	-0.6089 <sup>NS</sup>	-0.6293 <sup>NS</sup>

xxx: P<0.1%, xx: P<1%, x: P<5%, +: P<10%, NS: nem szignifikáns

18. táblázat. A cserjefajok szukkulencia paraméter-hányadosának szezonális változása a cseres-tölgyes erdőben és a szegélyében

1981	Ligustrum vulgare		Acer tataricum		Cornus sanguinea		Euonymus verrucosus	
	erdő	szegély	erdő	szegély	erdő	szegély	erdő	szegély
IV. 30.	1.00	1.18	0.74	0.81	1.12	1.43	0.76	0.89
V. 13.	1.03	1.18	0.73	0.79	1.06	1.28	0.75	0.96
V. 21.	1.09	-	0.66	0.78	0.99	1.24	0.81	0.97
VI. 4.	0.95	1.18	0.68	0.81	0.94	1.11	0.74	0.96
VI. 11.	0.94	1.28	0.69	0.78	1.01	1.16	0.78	0.92
VII. 1.	1.00	1.31	0.67	0.77	0.99	1.10	0.73	0.96
VII. 10.	0.97	1.30	0.65	0.84	0.88	1.18	0.73	1.06
VIII. 5.	0.97	1.34	0.65	0.73	0.86	1.12	0.71	0.96
VIII. 25.	0.92	1.40	0.67	0.72	0.82	1.12	0.74	1.00
IX. 9.	1.00	1.52	0.65	0.68	0.85	1.12	0.77	1.08
X. 9.	1.01	1.65	0.67	0.69	0.84	1.14	0.74	1.00
1982								
VI. 17.	1.06	0.99	0.61	0.72	0.79	1.00	0.74	0.85
VII. 7.	1.00	1.14	0.61	0.70	0.85	0.89	0.68	0.91
VIII. 4.	0.88	1.02	0.51	0.66	0.74	0.83	0.67	0.72
VIII. 17.	1.01	1.06	0.50	0.61	0.64	0.83	0.66	0.76
IX. 9.	0.64	0.60	0.42	0.52	0.52	0.71	0.53	0.64
X. 14.	0.94	1.14	0.64	0.56	0.83	0.83	0.80	0.81

19. táblázat. A cserjék erdőbeni és szegélyszéli WSD középértékeinek összehasonlítása (1982)

		Ligustrum vulgare	Cornus sanguinea	Acer tataricum	Euonymus verrucosus
V. 20.	sd	5.56 NS	1.49 NS	1.76 NS	1.87 NS
	t	0.09	1.18	1.68	2.50
VI. 17.	sd	2.01 x	3.14 x	1.69 x	3.50 x
	t	4.20	0.45	1.69	2.97
VI. 24.	sd	2.20 x	2.29 x	1.81 x	1.81 x
	t	3.54	3.13	3.28	1.30
VII. 14.	sd	3.22 x	3.95 x	1.42 x	2.41 x
	t	3.15	4.84	4.54	4.10
VIII. 4.	sd	4.47 NS	3.89 NS	3.39 NS	4.28 NS
	t	0.11	2.37	2.76	0.97
VIII. 17.	sd	4.03 NS	1.84 NS	4.39 NS	2.55 NS
	t	1.28	0.48	1.64	3.52
IX. 9.	sd	5.15 NS	2.82 NS	9.38 NS	2.40 NS
	t	1.39	0.26	0.04	2.40
X. 14.	sd	5.11 NS	4.92 NS	8.66 NS	3.07 NS
	t	1.43	0.19	0.02	1.57

20. táblázat. A cserjefajok WRI és WSDRI rezponziós indexei a cseres-tölgyes erdő ÉK-i szegélyében a vegetációs periódusok első (1.) és második felében (2.)

Faj	1981			
	1.		2.	
	(ápr. 30.-jún. 11.)		(júl. 1.-szept. 9.)	
	WRI	WSDRI	WRI	WSDRI
<i>Ligustrum vulgare</i>	33.71		29.26	
<i>Acer tataricum</i>	18.70		16.31	
<i>Cornus sanguinea</i>	19.25		18.55	
<i>Euonymus verrucosus</i>	27.89		29.76	

Faj	1982			
	1.		2.	
	(máj. 20.-júl. 14.)		(aug. 4.-szept. 9.)	
	WRI	WSDRI	WRI	WSDRI
<i>Ligustrum vulgare</i>	23.62	1.58	31.08	1.19
<i>Acer tataricum</i>	17.01	1.07	6.99	2.21
<i>Cornus sanguinea</i>	17.99	1.73	12.19	0.84
<i>Euonymus verrucosus</i>	20.22	1.61	12.56	1.76

## 21. táblázat

A fotoszintetikus pigmentek levéltérületre vonatkoztatott koncentrációja 1981- és 1982-ben

	Ligustrum vulgare			Acer tataricum			Cornus sanguinea			Euonymus verrucosus			
	kl a	kl b	kar	kl a	kl b	kar	kl a	kl b	kar	kl a	kl b	kar	
1981													
V. 21.	e	1.96	1.20	0.67	2.37	1.47	0.82	2.25	1.40	0.75	2.10	1.27	0.71
	sz	1.75	1.00	0.68	2.54	1.79	1.03	2.60	1.58	0.93	1.94	1.09	0.72
VI. 11.	e	2.17	1.41	0.75	2.91	1.91	1.01	2.57	1.63	0.85	2.13	1.63	0.79
	sz	2.64	1.50	0.94	4.16	2.72	1.44	3.56	2.26	1.18	2.97	2.27	1.11
VII. 1.	e	2.41	1.52	0.82	2.88	1.99	1.10	2.64	1.65	0.88	2.20	1.45	0.74
	sz	2.86	1.67	0.99	3.21	2.01	1.19	3.25	1.94	1.11	3.12	1.83	1.13
VIII. 5.	e	2.61	1.62	0.89	2.89	1.87	1.06	2.23	1.45	0.80	2.17	1.40	0.73
	sz	2.59	1.55	0.94	2.98	1.86	1.18	3.29	2.05	1.19	3.11	1.81	1.07
1982.													
VI. 6.	e	2.60	1.17	0.98	2.16	1.01	0.72	2.06	0.93	0.65	1.83	0.82	0.63
	sz	1.99	0.92	0.68	2.25	1.08	0.81	2.05	0.99	0.70	2.23	1.02	0.81
VII. 7.	e	2.36	1.11	0.81	2.12	0.96	0.76	2.24	1.10	0.75	1.90	0.86	0.65
	sz	2.46	0.82	0.92	2.49	1.26	0.93	1.90	0.91	0.77	2.26	1.04	0.80
VIII. 4.	e	2.15	0.97	0.73	1.80	0.74	0.70	2.15	0.86	0.81	1.82	0.88	0.69
	sz	2.23	0.87	0.76	2.26	0.90	0.87	1.96	0.85	0.72	1.91	0.70	0.72
VIII. 17.	e	2.27	1.55	0.67	1.98	0.97	0.72	2.04	0.85	0.62	1.84	0.89	0.60
	sz	2.29	1.00	0.86	2.19	0.95	0.62	2.13	0.67	0.77	2.30	0.93	0.85
IX. 9.	e	1.87	0.87	0.64	1.81	0.79	0.72	1.72	0.70	0.60	1.67	0.66	0.63
	sz	1.39	0.45	0.52	1.77	0.78	0.68	1.44	0.56	0.61	1.68	0.56	0.64
X. 14.	e	1.97	0.70	0.79	1.65	0.69	0.68	1.06	0.39	0.43	1.31	0.59	0.54
	sz	1.18	0.29	0.56	0.89	0.31	0.44	0.61	0.13	0.35	1.17	0.37	0.44

e: erdő sz: ÉK-1 erdőszegély széle

22. táblázat A különböző pigmentkomponensek rezponziós indexe

	1981			1982		
	kl a	kl b	kar	kl a	kl b	kar
Ligustrum	2.18	2.35	2.05	1.94	2.44	1.97
vulgare						
Acer	1.59	1.60	1.53	1.45	1.46	1.56
tataricum						
Cornus	1.32	1.35	1.29	1.72	1.90	1.53
sanguinea						
Euonymus	1.66	1.76	1.53	1.37	1.54	1.31
verrucosus						





24. táblázat A fotoszintetikus pigmentkoncentrációk 1981 és 1982 évi /május-szeptember/

közéértékeinek t-próbás összehasonlítása az erdőben és az erdőszegély szélén

		erdő (1981-1982)			szegély (1981-1982)		
		mg·g <sup>-1</sup>	mg·dm <sup>-2</sup>	mg·g <sup>-1</sup>	mg·dm <sup>-2</sup>		
		sd	t	sd	t	sd	t
Ligustrum vulgare	kl a	0.290	4.93 <sup>xxx</sup>	0.187	0.21 <sup>NS</sup>	0.317	0.95 <sup>NS</sup>
	kl b	0.218	7.73 <sup>xxx</sup>	0.147	2.06 <sup>+</sup>	0.183	4.21 <sup>xx</sup>
	kar	0.137	3.64 <sup>xx</sup>	0.078	0.24 <sup>NS</sup>	0.077	2.61 <sup>x</sup>
Acer tataricum	kl a	0.502	3.82 <sup>xx</sup>	0.152	5.19 <sup>xx</sup>	0.569	1.46 <sup>NS</sup>
	kl b	0.347	7.29 <sup>xxx</sup>	0.127	7.23 <sup>xxx</sup>	0.367	3.81 <sup>xx</sup>
	kar	0.183	3.49 <sup>x</sup>	0.064	4.32 <sup>xx</sup>	0.158	2.53 <sup>x</sup>
Cornus sanguinea	kl a	0.663	2.05 <sup>+</sup>	0.137	2.80 <sup>x</sup>	0.530	4.11 <sup>xx</sup>
	kl b	0.423	5.12 <sup>xxx</sup>	0.090	7.21 <sup>xxx</sup>	0.374	5.94 <sup>xxx</sup>
	kar	0.196	2.50 <sup>x</sup>	0.050	2.78 <sup>x</sup>	0.156	4.22 <sup>xx</sup>
Euonymus verrucosus	kl b	0.467	4.96 <sup>xx</sup>	0.044	7.62 <sup>xxx</sup>	0.482	1.02 <sup>NS</sup>
	kl a	0.412	7.41 <sup>xxx</sup>	0.085	7.22 <sup>xxx</sup>	0.529	2.78 <sup>x</sup>
	kar	0.153	4.96 <sup>xx</sup>	0.023	4.54 <sup>xx</sup>	0.172	0.81 <sup>NS</sup>

xxx: P < 0.1 %, xx: P < 1 %, x: P < 5 %, +: P < 10 %, NS: nem szignifikáns

25. táblázat A kl a/b és a kl/kar pigmentarányok 1981 és 1982 évi (május-szeptember) középértékeinek t-próbás összehasonlítása az erdőben és az erdőszegély szélén

		erdő		szegély	
		kl a/b	kl/kar	kl a/b	kl/kar
Ligustrum	sd	0.140	0.306	0.218	0.243
vulgare	t	3.15 <sup>x</sup>	0.95 <sup>NS</sup>	4.08 <sup>xxx</sup>	0.86 <sup>NS</sup>
Acer	sd	0.085	0.154	0.103	0.332
tataricum	t	8.02 <sup>xxx</sup>	4.22 <sup>xx</sup>	6.68 <sup>xxxx</sup>	0.72 <sup>NS</sup>
Cornus	sd	0.095	0.195	0.284	0.212
sanguinea	t	7.86 <sup>xxx</sup>	2.72 <sup>x</sup>	3.77 <sup>xx</sup>	4.48 <sup>xx</sup>
Euonymus	sd	0.107	0.145	0.195	0.126
verrucosus	t	6.52 <sup>xxx</sup>	4.83 <sup>xx</sup>	4.56 <sup>xx</sup>	4.46 <sup>xx</sup>

xxx: P < 0.1 %, xx: P < 1 %, x: P < 5 %, NS: nem szignifikáns

## 26 táblázat

A fák leveleinek fotoszintetikus pigmenttartalma az erdőben /e/ és az erdőszegély szélén /sz/

	Quercus petraea						Quercus cerris						
	mg · g <sup>-1</sup>			mg · dm <sup>-2</sup>			mg · g <sup>-1</sup>			mg · dm <sup>-2</sup>			
	kl a	kl b	kar	kl a	kl b	kar	kl a	kl b	kar	kl a	kl b	kar	
1982													
VI. 17.	e	3.59	1.55	1.21	1.68	0.72	0.57	6.61	2.95	2.19	2.01	0.89	0.67
	sz	2.74	0.88	0.77	1.82	0.53	0.56	4.06	1.78	1.36	2.76	1.20	0.92
VII. 7.	e	4.48	1.93	1.50	2.22	0.95	0.74	7.85	3.35	2.60	2.19	0.94	0.72
	sz	3.60	1.41	1.30	2.47	0.96	0.89	4.12	1.64	1.32	3.16	1.26	1.02
VIII. 17.	e	3.96	1.66	1.26	1.94	0.84	0.64	5.60	2.53	1.74	2.18	0.97	0.68
	sz	3.45	1.13	1.18	2.40	0.78	0.82	3.09	0.95	1.05	2.57	0.81	0.87
IX. 9.	e	3.74	1.16	1.29	1.75	0.55	0.60	4.93	1.43	1.74	2.18	0.67	0.77
	sz	3.47	1.04	1.21	2.25	0.67	0.79	3.03	0.90	0.98	3.00	0.92	0.98
X. 14.	e	3.07	1.22	1.13	1.49	0.59	0.55	4.42	1.52	1.64	1.70	0.58	0.63
	sz	2.84	0.95	1.04	1.74	0.58	0.63	2.28	0.82	0.82	2.14	0.77	0.77

27. táblázat A fotoszintetikus pigmenttartalom, a specifikus levéltömeg és a szárazanyagra vonatkoztatott víztartalom változása a transzjekték mentén 1984. június 22. -én

Acer tataricum									Alnus vulgare						
ÉK	Om	kl a	kl b	kar	kla/b	kl/kar	SL <sub>w</sub>	W	kl a	kl b	kar	kla/b	kl/kar	SL <sub>w</sub>	W
		mg·g <sup>-1</sup> (Sza.)				g·dm <sup>-2</sup>	% (Sza.)	mg·g <sup>-1</sup> (Sza.)							
	0m	3.48	1.68	1.18	2.07	4.36	0.43	119.12	2.24	0.96	0.83	2.34	3.85	0.54	165.25
	2m	0.485	0.258	0.132			0.037	2.933	0.473	0.265	0.116			0.091	33.964
	4m	4.71	2.39	1.57	1.97	4.53	0.35	125.96	3.76	1.83	1.17	2.05	4.78	0.39	167.70
	8m	0.474	0.233	0.096			0.026	8.784	0.948	0.457	0.269			0.061	19.125
	0m	5.28	2.70	1.73	1.96	4.62	0.33	130.32	5.14	2.67	1.57	1.93	4.98	0.30	234.09
	2m	0.297	0.112	0.090			0.010	5.669	0.181	0.248	0.072			0.045	5.616
	4m	5.36	2.74	1.73	1.95	4.68	0.31	133.29	4.85	2.60	1.52	1.87	4.89	0.30	200.81
	8m	0.448	0.303	0.114			0.037	13.062	0.063	0.045	0.053			0.004	23.616
DKY	0m	3.47	1.59	1.27	2.18	3.99	0.44	109.89	2.05	0.85	0.78	2.41	3.74	0.62	142.76
	2m	0.496	0.229	0.140			0.025	3.172	0.082	0.139	0.069			0.034	21.727
	4m	6.04	3.21	1.94	1.88	4.77	0.26	146.93	6.34	2.06	2.13	2.10	4.64	0.22	247.62
	8m	0.242	0.177	0.158			0.027	13.685	2.150	0.428	0.586			0.021	29.577
	0m	5.67	3.06	1.82	1.85	4.80	0.26	134.12	4.76	2.63	1.44	1.81	5.12	0.27	200.48
	2m	0.136	0.177	0.118			0.021	9.655	0.309	0.352	0.124			0.016	17.55
	4m	5.62	2.86	1.84	1.96	4.61	0.30	131.02	4.61	2.46	1.40	1.87	5.07	0.29	203.16
	8m	0.351	0.105	0.087			0.025	6.231	0.465	0.084	0.111			0.037	19.438
Erdő	0m	5.04	2.44	1.67	2.07	4.48	0.30	123.15	4.16	2.08	1.25	2.00	4.98	0.34	197.63
	2m	0.497	0.289	0.177			0.030	12.322	0.516	0.390	0.168			0.052	21.600
Cornus sanguinea									Euonymus verrucosus						
ÉK	Om	3.24	1.62	1.08	2.00	4.48	0.35	170.44	4.30	2.13	1.45	2.02	4.44	0.26	215.01
	2m	0.517	0.333	0.145			0.070	15.066	0.950	0.522	0.326			0.042	39.913
	4m	5.37	2.88	1.63	1.86	5.07	0.23	226.21	4.24	2.10	1.40	2.02	4.54	0.26	195.13
	8m	0.940	0.368	0.274			0.017	16.553	0.768	0.388	0.186			0.011	20.587
	0m	5.58	2.90	1.61	1.93	5.26	0.20	238.30	5.33	2.90	1.57	1.84	5.24	0.24	250.11
	2m	1.092	0.743	0.234			0.041	33.488	0.764	0.439	0.333			0.050	35.674
	4m	5.16	2.82	1.57	1.83	5.09	0.25	225.41	6.98	3.90	2.05	1.79	5.30	0.15	200.64
	8m	0.182	0.199	0.025			0.014	10.144	0.675	0.551	0.239			0.004	10.310
Erdő	0m	4.97	2.43	1.48	2.05	4.99	0.24	198.22	5.47	2.67	1.81	2.05	4.49	0.25	195.30
	2m	0.371	0.155	0.076			0.039	18.108	1.023	0.474	0.234			0.036	31.650

28. táblázat A fotoszintetikus pigmenttartalom, a specifikus levéltömeg és a szárazanyag-  
ra vonatkoztatott víztartalom változása a transzjekt<sup>SZ</sup>ek mentén 1984. augusztus  
16 -án

		Acer tataricum							
		kl a	kl b	kar	kl a/b	kl/kar	SL <sub>17</sub>	W	
		mg·g <sup>-1</sup> (Sza.)					g·dm <sup>-2</sup>	% (Sza.)	
ÉK	0m	$\bar{x}$	3.02	1.48	1.04	2.04	4.33	0.45	83.40
		s	0.524	0.307	0.165			0.053	9.914
	2m	$\bar{x}$	3.97	1.88	1.29	2.12	4.55	0.37	93.65
		s	0.460	0.283	0.131			0.047	6.982
	8m	$\bar{x}$	5.10	2.30	1.41	2.21	5.27	0.31	105.06
		s	0.666	0.534	0.326			0.046	22.252
DNy	0m	$\bar{x}$	3.18	1.44	1.15	2.20	4.01	0.42	86.57
		s	0.687	0.422	0.215			0.051	29.858
	2m	$\bar{x}$	3.81	2.10	1.25	1.82	4.74	0.35	81.78
		s	0.37	0.27	0.14			0.058	6.238
	8m	$\bar{x}$	4.99	2.61	1.67	1.91	4.54	0.31	90.04
		s	0.605	0.244	0.268			0.030	3.618
Erdő	$\bar{x}$	4.90	2.58	1.66	1.90	4.51	0.39	88.04	
	s	0.780	0.350	0.246			0.059	18.670	
		Ligustrum vulgare							
ÉK	0m	$\bar{x}$	2.42	1.20	0.80	2.01	4.51	0.53	155.03
		s	0.587	0.228	0.190			0.073	19.617
	2m	$\bar{x}$	3.29	1.70	1.04	1.93	4.81	0.45	148.80
		s	0.560	0.140	0.180			0.064	29.635
	8m	$\bar{x}$	3.89	2.11	1.20	1.85	5.01	0.34	196.34
		s	0.919	0.556	0.246			0.057	40.257
D Ny	0m	$\bar{x}$	2.40	1.21	0.90	1.98	4.02	0.62	113.43
		s	0.863	0.389	0.273			0.129	38.708
	2m	$\bar{x}$	3.37	1.82	1.12	1.86	4.63	0.41	111.63
		s	0.406	0.328	0.095			0.052	1.718
	8m	$\bar{x}$	4.59	2.57	1.38	1.79	5.20	0.30	152.19
		s	0.229	0.259	0.070			0.032	12.476
Erdő	$\bar{x}$	3.50	1.64	1.12	2.13	4.53	0.44	190.06	
	s	0.418	0.338	0.147			0.055	18.960	

29. táblázat A fotoszintetikus pigmenttartalom, a specifikus levéltömeg és a szárazanyagra vonatkoztatott víztartalom változása a transzloktek mentén 1985. augusztus 7.-én

		Acer tataricum						Ligustrum vulgare									
		kl a	kl b	kar	kla/b	kl/kar	SL <sub>v</sub>	W	kl a	kl b	kar	kla/b	kl/kar	SL <sub>v</sub>	W		
		mg·g <sup>-1</sup> (Sza.)				g·dm <sup>-2</sup>		%(Sza.)		mg·g <sup>-1</sup> (Sza.)				g·dm <sup>-2</sup>		%(Sza.)	
ÉK	0m	4.65	1.00	1.59	2.47	4.11	0.46	109.20	4.19	1.63	1.42	2.57	3.75	0.63	144.95		
		0.553	0.289	0.116			0.020	3.428	1.936	0.791	0.672			0.225	23.430		
2m		7.18	3.46	2.28	2.07	4.65	0.37	131.86	8.13	4.00	2.74	2.03	4.43	0.29	239.79		
		0.709	0.367	0.312			0.029	6.899	0.968	0.434	0.372			0.046	14.197		
4m		6.30	2.85	2.13	2.21	4.20	0.34	136.64	8.11	3.88	2.69	2.09	4.46	0.31	231.09		
		0.645	0.541	0.207			0.035	8.013	0.866	0.449	0.115			0.032	26.392		
8m		7.64	3.43	2.51	2.23	4.41	0.34	141.57	8.04	3.65	3.00	2.20	4.20	0.35	228.00		
		0.269	0.273	0.093			0.038	10.622	0.324	0.314	0.659			0.003	9.843		
DNY	0m	3.71	1.70	1.52	2.18	3.56	0.63	113.17	3.76	1.53	1.48	2.46	3.57	0.73	145.35		
		0.504	0.275	0.157			0.073	10.541	0.282	0.090	0.063			0.033	5.493		
2m		5.95	3.03	2.23	1.96	4.03	0.39	148.00	7.38	3.76	2.65	1.96	4.53	0.33	233.48		
		0.661	0.424	0.341			0.048	6.954	0.649	0.407	0.259			0.005	42.320		
4m		6.72	2.92	2.21	2.30	4.36	0.33	140.24	6.31	2.90	2.13	2.18	4.32	0.33	236.75		
		0.721	0.380	0.376			0.022	20.788	0.456	0.126	0.115			0.025	15.235		
8m		6.58	3.16	2.43	2.08	4.01	0.35	162.79	7.18	3.83	2.12	1.88	5.20	0.28	264.61		
		0.353	0.266	0.246			0.066	24.227	0.264	0.388	0.215			0.006	51.245		
Erdő		6.26	2.98	2.25	2.10	4.11	0.35	153.09	6.83	3.07	2.51	2.22	3.94	0.34	244.90		
		0.530	0.102	0.365			0.042	11.89	0.360	0.059	0.245			0.018	10.369		
Cornus sanguinea								Euonymus verrucosus									
ÉK	0m	4.59	1.91	1.65	2.40	3.93	0.48	142.66	5.37	2.70	2.08	1.99	3.88	0.36	200.99		
		1.121	0.473	0.336			0.029	5.303	0.504	0.284	0.167			0.028	11.782		
2m		6.71	2.90	2.42	2.31	3.97	0.31	188.36	5.40	2.36	1.72	2.29	4.51	0.38	161.57		
		1.833	1.040	0.632			0.086	20.988	0.682	0.327	0.356			0.019	6.286		
4m		8.06	4.13	2.83	1.95	4.30	0.25	209.41	8.86	4.94	3.23	1.79	4.27	0.24	249.53		
		0.506	0.074	0.269			0.011	3.195	1.421	1.233	0.271			0.025	3.453		
8m		6.75	3.07	2.29	2.19	4.29	0.30	190.10	8.19	4.17	2.99	1.96	4.13	0.24	261.57		
		1.052	0.628	0.326			0.029	12.77	0.923	0.442	0.243			0.011	13.651		
Erdő		7.15	3.49	2.31	2.05	4.60	0.29	232.70	7.48	4.09	2.49	1.83	4.65	0.25	275.33		
		1.286	0.059	0.433			0.039	16.969	2.788	1.853	0.682			0.061	44.746		
Cornus mas																	
DNY	0m	2.93	1.16	1.17	2.53	3.50	0.59	136.97									
		0.333	0.368	0.125			0.008	17.703									
2m		4.90	2.32	1.99	2.11	3.63	0.35	173.02									
		0.728	0.248	0.223			0.067	48.935									
4m		6.00	2.97	2.21	2.02	4.06	0.27	201.21									
		0.649	0.366	0.154			0.009	3.783									
8m		6.44	3.63	2.20	2.45	4.50	0.26	223.83									
		1.147	0.933	0.140			0.038	22.309									
Erdő		5.51	2.66	2.01	2.07	4.06	0.32	214.75									
		1.542	0.798	0.552			0.054	20.686									

30. táblázat Az össz-pigment tartalom ( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) összefüggése a specifikus levéltömeggel, a specifikus levélterülettel és az Sza-ra vonatkoztatott víztartalommal

		Acer tataricum	Ligustrum vulgare
		r	r
1984.VI.22.	P-SL <sub>W</sub>	0.9710 <sup>xx</sup>	0.9810 <sup>xx</sup>
	P-SL <sub>A</sub>	0.9729 <sup>xx</sup>	0.9864 <sup>xx</sup>
	P-W <sub>%</sub>	0.8349 <sup>x</sup>	0.9680 <sup>xx</sup>
1984.VIII.16.	P-SL <sub>W</sub>	0.8349 <sup>+</sup>	0.9590 <sup>xx</sup>
	P-SL <sub>A</sub>	0.6385 <sup>NS</sup>	0.9804 <sup>xx</sup>
	P-W <sub>%</sub>	0.5509 <sup>NS</sup>	0.4550 <sup>NS</sup>
1985.VIII.7.	P-SL <sub>W</sub>	0.9609 <sup>xx</sup>	0.9403 <sup>x</sup>
	P-SL <sub>A</sub>	0.9892 <sup>xx</sup>	0.9314 <sup>x</sup>
	P-W <sub>%</sub>	0.8875 <sup>x</sup>	0.9168 <sup>x</sup>

xx: P < 1 %, x: P < 5 %, +: P < 10 %, NS: nem szignifikáns

31. táblázat. A cserjék mezofillum szukkulencia indexe ( $S_m$ )

		erdő	$S_m$	erdőszegély széle
Ligustrum	x	0.27		0.33
vulgare	xx	0.27		0.33
	xxx	0.32		0.52
	xxxx	0.25		0.27
Acer	x	0.15		0.16
tataricum	xx	0.18		0.20
	xxx	0.16		0.23
	xxxx	0.17		0.17
Cornus	x	0.21		0.23
sanguinea	xx	0.24		0.32
	xxx	0.27		0.36
	xxxx	0.22		0.21
Euonymus	x	0.21		0.22
verrucosus	xx	0.24		0.27
	xxx	0.24		0.34
	xxxx	0.25		0.25
Cornus mas	xxxx	0.27		0.35

x = 1981. évi szezonális, xx = 1982. évi szezonális, xxx = 1984. évi nyári, xxxx = 1985. évi nyári vizsgálatok W % és klorofill-tartalom középértékei alapján