

8. MEDŽIŲ REAKCIJA Į ATMOSFEROS TARŠĄ IR KLIMATO POKYČIUS

L. Kairiūkštis, L. Skuodienė, R. Ozolinčius, V. Stakėnas,
V. Stravinskienė, J. Venslovienė

Vertinant Lietuvos, kaip regioninės sistemos, ekologinę būseną, didelis vaidmuo skiriamas miškams. Miškai, išsidėstę visoje krašto teritorijoje, 5-6 kartus labiau nei kita augalija, sąveikaudami su oro pernašomis, gerai atspindi atmosferinės taršos būklę ir gali būti kitų sistemų ekologinės būsenos indikatoriumi. Miškų degradacija ir žuvinimas, Europoje prasidėjęs 80-aisiais metais, buvo rimtas signalas žmonijai imtis naujų priemonių ir sustabdyti gamtos teršimą, organizuoti vykstančių pokyčių monitoringą, sustiprinti aplinkos apsaugą ir įgyvendinti priemones kovai su miškų nykimu ir degradacija.

Siekiant rasti ankstyvosios diagnostikos požymius, nusakančius medžių būsenos ir augimo pasikeitimus dėl oro užterštumo ir klimato pasikeitimų, tirtos lapstelių fiziologinės reakcijos į fizinius ir cheminius aplinkos pokyčius. Buvo nustatyta, kad, veikiant pakitusiems aplinkos faktoriams, stresinė būseną susidaro staiga, kai tik fizinis ar cheminis aplinkos pokytis pradeda veikti medį. Stresinė būklė tęsiasi ir gali būti "užregistruota" per keletą valandų, dienų ar mėnesių, biofizinių, biocheminių ir energinių pokyčių pavidalu ląstelėse. Vėliau, po metų ar daugiau, ji fiksuojama pokyčiais lajose. Adaptacija gali tęstis ilgą laiką, keletą metų, netgi keletą dešimtmečių ir tai gali sukelti skirtingas pasekmes.

Tęsiant tyrimus, 1995 metų užduotis buvo: išryškinti medžių stresinės būsenos fiziologinius, morfologinius ir dendrochronologinius parametrus, įvertinti defoliacijos ir priaugio pokyčius dėl atmosferinės taršos. Buvo siekiama įvertinti medžių spyglių bazinių charakteristiką, naudojant pastovesnį stresinės būsenos indikatorius - prolino ir cheminių elementų susikaupimą spygliuose. Atliktos medžių degradacijos morfologinės išraiškos paieškos, aiškinta medžių defoliacijos ir metinių rievų priaugio retrospektyvi koreliacija. Medžių defoliacija ir priaugio pokyčiai buvo vertinti visame miškų monitoringo tinkle 8x8 km, siekiant duoti pilnesnį Lietuvos regiono ekologinės būsenos vaizdą, išryškinant rajonus su palankesne ir nepalankia situacija.

Tyrimai kooperuoti su kitų Programos skirsnių vykdytojais. Miškų būklės regioninė indikacija Lietuvoje atlikta 320 pastovių stebėjimo plotelių (PSP) kombinuotame 8x8 km (nacionaliniame) ir 16x16 km (tarptautiniame) monitoringo tinkle. Iš viso įvertinta 15 medžių rūšių 7774 medžių, tarp jų 3536 pušų, 1983 eglių, 1158 beržų 304 drebulių ir kitų medžių rūšių būklė.

Tiriant atmosferos oro užteršimą miškuose 91 PSP buvo naudoti sorbciniai difuziniai davikliai SO₂, NO_x tyrimui. Čia ypatingas dėmesys buvo atkreiptas į Širvintų, Ukmergės, Trakų ir Šilutės rajonus, dėl būtinumo patikslinti užterštumo būklę minėtuose rajonuose, kurie parinkti kaip baziniai žmonių ir gyvulių imunitetui tirti. Sunkiųjų metalų susikaupimui samanose analizuoti surinkta 111 šilsamanės (Pleurozium Schreberi (Willd.) Mitt.) bandinių, paimti dirvožemio, taip pat pušies ir eglės spyglių bandiniai cheminių elementų ir prolino analizei. Apskritai lauko ekspedicinių tyrimų metu (18 tūkst.km maršrutu) buvo sukaupta iš visų respublikos rajonų tyrimams medžiaga, paimti dendrochronologiniai gręžiniai ir bandiniai atitinkamų skirsnelių analizėms.

8.1. Pušies ir eglės charakteristika prolino, S ir N kiekiu spygliuose skirtingai teršiamuose rajonuose

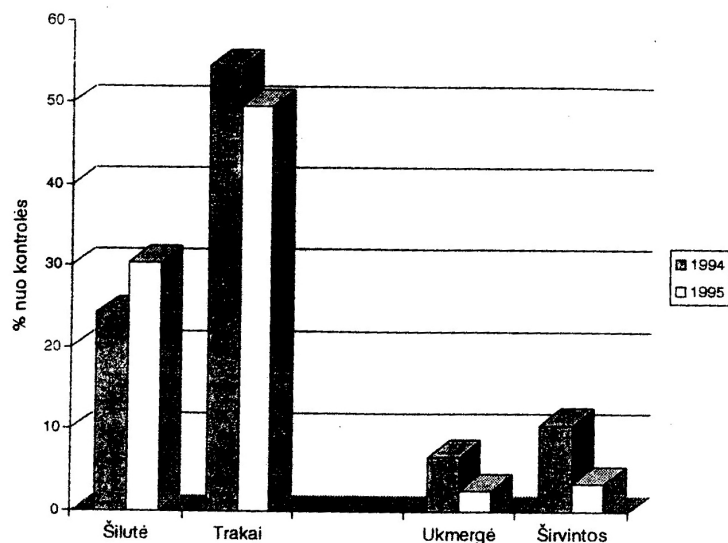
Siekiant išryškinti cheminės taršos poveikį miškui buvo tęsiami tyrimai dirbtinės taršos sąlygomis (Lietuvos miškų instituto stacionaruose) bei PSP miškų monitoringo tinkle.

Ankstesni tyrimo rezultatai, gauti vertinant medžių fiziologinę būseną pagal prolino kiekį spygliuose foninio užterštumo sąlygomis, leido išskirti tris degradacijos stadijas: stresinę, adaptacinę ir džiūvimo. Nustatyta, kad didėjant cheminiam poveikiui, atsakomosios-stresinės reakcijos metu, prolino kiekis spygliuose išauga 4 ir daugiau kartų. Pavyzdžiui, pirminės reakcijos į stiprų cheminį stresorių (stacionarieji bandymai) metu, prolino pušies spygliuose rasta nuo 2,0 iki 7,9 mg/100 g (ž.s.m.).

Šių metų tyrimai pušies ir eglės spygliuose Širvintų, Šilutės, Trakų ir Ukmergės rajonuose parodė tam tikrą Šilutės ir Trakų rajonų išskirtinumą pagal padidėjusį prolino kiekį spygliuose. Šilutės rajone paskutiniųjų (1995) metų pušies spygliuose prolino kiekio vidurkis lygus 1,50 mg/100 g (ž.s.m.), o antrųjų (1994 m.) - 1,64, kas sudaro 30,4% ir 24,2% daugiau lyginant su kontrole (1,15 mg/100 g ž.s.m.). Net 49,6 % daugiau prolino rasta paskutiniųjų ir 54,5 % antrųjų metų pušies spygliuose Trakų rajone. Pagal lajų defoliacijos rodiklius Šilutės ir Trakų rajonų PSP pušis ir eglė yra charakterizuojama atitinkamai 16% ir 23%. Tačiau tyrimų rezultatai foninio užterštumo sąlygomis bei stacionaruose su dirbtine chemine tarša, parodė, kad prolino kiekio padidėjimas spygliuose yra ankstyvesnės eilės medžių pažeidimo vertinimo rodiklis, lyginant su defoliacija. Todėl pušies spyglių charakteristika pagal prolino kiekį Šilutės ir Trakų rajonuose leidžia daryti prielaidą apie cheminių medžiagų padidinto kiekio buvimą aplinkoje, o medžių būseną charakterizuoti kaip stresinę. Tuo tarpu tik 3,5 % ir 2,6 % daugiau prolino už kontrolinius turėjo Širvintų ir Ukmergės eglės paskutiniųjų (1995) metų ir atitinkamai 10,6 %, 6,8 % - antrų metų spygliai. Tokia medžių charakteristika pagal prolino kiekį spygliuose rodo esant mažesnę stresinę įtampą šiuose medžiuose, ir tai galėtų būti siejama su žemesne fonine chemine tarša šiuose rajonuose. Prolino kiekio netolygų pasiskirstymą šių keturių tarpusavyje lyginamų rajonų paskutiniųjų ir antrų metų spygliuose iliustruoja prolino kiekio charakteristika (8.1 pav), išreikšta procentais nuo kontrolinio.

Šiuo metu esantis aukštas sieros teršalų kiekis atmosferoje daro neigiamą įtaką miškams. Dėl tos priežasties tiriant medžių bioindikacinę reikšmę, tyrinėtojų darbai dažniau siejasi su sieros ir kitų elementų analize augaluose. Atlikus spyglių cheminę analizę pavyzdžiuose, paimtuose iš vienodais atstumais išsidėsčiusių respublikos miškuose 101 PSP, buvo paskaičiuotos vidutinės sieros vertės pušies ir eglės 1992-1995 metų spygliuose. Iš gautųjų rezultatų matyti, kad pušies ir eglės spygliai sieros vidutiniškai turi nuo 0,97±0,08 mg/g iki 1,29 ± 0,07 mg/g.

Kad pušies ir eglės spygliai nėra indiferentiški sierai, esančiai aplinkoje, gerai iliustruoja mūsų stacionarieji bandymai. Bandymuose reguliariai 1988-1995 metais buvo įterpiama dirbtinė cheminė tarša į aplinką "rūgščių lietų" pavidalu ir laistant dirvos paviršių skirtingos koncentracijos sieros rūgštimi bei kitų cheminių elementų tirpalais. Iš gautųjų spyglių cheminės analizės rezultatų matyti, kad visuose trijuose tęstinio eksperimento variantuose, kuriuose į teršalų sudėtį įėjo sieros



8.1. pav. Pušies (Šilutė, Trakai) ir eglės (Ukmergė, Širvintos) charakteristika proolino kiekiu (%) pirmų (1995) ir antrų (1994) metų spygliuose

rūgštis, pušies ir eglės spygliai pasisavino ir išlaikė didesnę jos koncentraciją per visą eksperimento laikotarpį. Pavyzdžiui, vidutiniškai sieros eglės spygliuose silpnai teršiant sierra, rasta 3,36 mg/g ir stipriai teršiant - 4,24 mg/g. Pušies spygliuose per tą patį eksperimentinį laikotarpį sieros rasta atitinkamai 1,87 iki 3,14 mg/g. Šio stacionariojo eksperimento kontrolinėje medyno dalyje pušies ir eglės spygliuose buvo rasta tik nuo 1,4 iki 2,2 mg/g sieros.

Gautieji duomenys apie sieros kiekį pušies ir eglės spygliuose gana plačiame geografiniame tinkle respublikoje leidžia sąlyginai charakterizuoti mūsų pasirinktus palyginimui Trakų, Šilutės kaip labiau teršiamus ir Ukmergės, Širvintų kaip sąlyginai mažiau užterštus rajonus. Tačiau bendras sieros kiekis, rastas pušies ir eglės spygliuose Trakų, Šilutės, Ukmergės ir Širvintų rajonuose, nerodo esant išskirtinai didesnės sieros junginių kiekio aplinkoje.

8.2. Medžių atsako aplinkos pokyčiams morfologinė išraiška

Tiriant medžius kaip aplinkos pokyčio indikatorius, svarbus vaidmuo tenka lajos ir stiebo morfologijai. Daugiamečiai morfologinių medžių lajos pokyčių tyrimai leidžia išskirti kelias nespecifinių reakcijų grupes: a) prieaugio (liemens, šakų, lapijos, masės ir kt.) pokyčiai; ir b) su tuo susiję struktūriniai pokyčiai lajoje (įvairių morfologinių rodiklių santykiai, spyglių amžius, lajos sodrumas, vidutinis spyglių ilgis ir t.t.).

Skiriami 4 prieaugio tipai:

- *pirmasis tipas*, kada, atsiradus poveikiui, prieaugis iš pradžių padidėja, o po to mažėja. Tokiu reakcijos tipu atsakoma į silpnus, ilgalaikius, apskritai neigiamai augimo procesus veikiančius faktorius;

- *antrasis tipas*, kai prieaugis iš pradžių šiek tiek sumažėja, o po to staigiai didėja. Tokia prieaugio reakcija būdinga stipriems, staigiems, apskritai skatinantiems medžio augimą veiksniams;

- *trečiasis tipas*, kai prieaugis iškart staigiai mažėja. Tai stiprių, augimą žlugdančių aplinkos pokyčių išdava;

- *ketvirtasis tipas*, kai prieaugis palaipsniui didėja. Tai atsakas į silpnus, apskritai teigiamai augimą veikiančius faktorius.

Visiems prieaugio tipams būdingos dvi fazės: "aktyvioji", kada, stiprėjant arba išliekant tokiam pat išoriniam poveikiui, prieaugis keičiasi, ir "pasyvioji", kada, nors ir stiprėjant poveikiui, jis išlieka "stabilus", t.y. be ryškesnių pokyčių.

Išorinio veiksnio poveikyje kinta ne tik liemens prieaugis, bet vyksta ir ūglių prieaugio perturbacija lajoje. Ši perturbacija (perpaskirstymas) taip pat paklūsta atitinkamiems dėsningumams. Tokie ūglių prieaugio perpaskirstymo dėsningumai būdingi tiek visai medžio lajai, tiek ir atskirai medžio šakai. Pavyzdžiui, jeigu faktorius apskritai teigiamai veikia medžio augimą, didėja medžio fitomasa, suminis ūglių ilgis, spyglių masė pakankamai ilgą laiką, tai galima išskirti tokias ūglių prieaugio perturbacijos fazes (8.2 pav., A).

I - apatinėje lajos dalyje ūglių prieaugis padidėja, o viršutinėje šiek tiek sumažėja;

II - prieaugis padidėja visoje lajoje;

III - prieaugio padidėjimo "banga" pasislenka laja aukštyn, apatinių šakų prieaugis mažėja;

IV - didžiausio prieaugio padidėjimas esti viršutinėje lajos dalyje, tuo tarpu kai apatinėje jis gali būti netgi mažesnis nei kontrolinių medžių.

Jeigu faktorius apskritai žlugdo medžio augimą, tai fiksuojamos tokios prieaugio perturbacijos fazės (8.2 pav., B):

I - prieaugis sumažėja apatinėje lajos dalyje, o viršutinėje gali net padidėti;

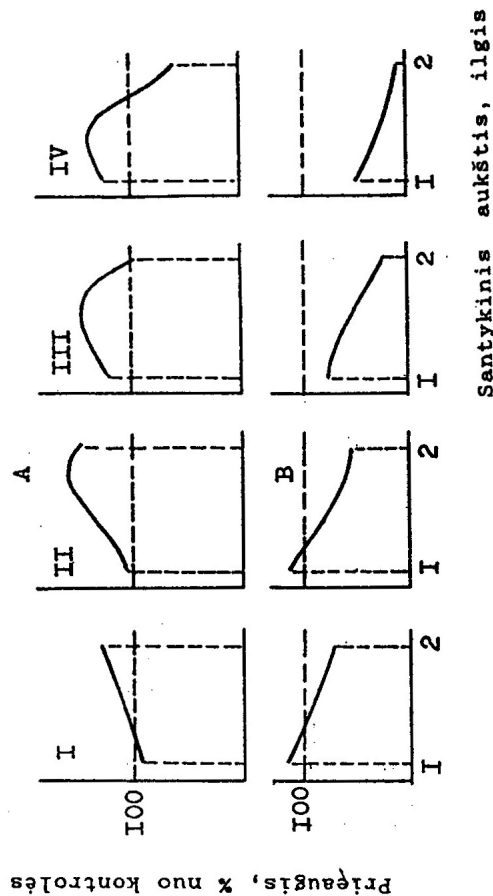
II - prieaugis sumažėja per visą lają, tuo tarpu viršutinės lajos dalies ir jų prieaugis lieka toks kaip kontrolinis;

III - prieaugis sumažėja visoje lajoje, bet labiausiai - apatinėje jos dalyje

IV - prieaugis intensyviai sumažėja per visą lają, skirtumai tarp prieaugio sumažėjimo atskirose lajos dalyse jau esti nelabai ryškūs.

Analogiškai, veikiant išoriniams faktoriams, perpasiskirsto prieaugis išilgai šakos: jeigu dėl kokių nors priežasčių šakos suminis ūglių ilgis keičiasi (padidėja ar sumažėja), tai ūglių prieaugių pasiskirstymas išilgai šakos atitinka tuos pačius dėsningumus kaip prieaugio pasiskirstymas vertikaliame lajos profilyje. Skirtumas tik tas, kad apatinę lajos dalį atitinka bazalinė šakos dalis, o viršutinę - apikalinė (šakos viršūnė).

Prieaugio reakcija į kokį nors poveikį vyksta ekologiniame fone. Ekologinio fono kitimas savo ruožtu turi įtakos poveikio dydžiui. Kada poveikio ir ekologinio fono kitimo vektoriai sutampa, reakcijos įgauna didžiausias vertes. Pavyzdžiui, didžiausias medžio prieaugio sumažėjimas fiksuojamas mažiausio augimo periodo metu (tai gali būti tiek sezoniniame augime, tiek ir mažiausiais augimo periodais, nustatytais dendrochronologiniais metodais), o padidėjimas - didžiausio.



8.2 pav. Ūglių prieaugio perturbacijos fazės, esant "teigiamam" (A) ir "neigiamam" (B) poveikiui: I-IV – perturbacijos fazės; 1 – viršūniniai menturiai arba apikaliniai tarpubambliai; 2 – apatiniai menturiai arba bazaliniai tarpubambliai.

Sandaros pokyčiai lajoje, vidutiniai ūglių ir spyglių dydžiai savo kiekybine išraiška esti ne tokie raiškūs. Sakykim, jeigu prieaugio reakciją prilyginsime 1,0, tai sandaros pokyčiai, priklausomai nuo nagrinėjamo dydžio, bus lygūs tik 0,20-0,93. Senų medžio dalių (ūglių) netekimas, veikiant neigiamiems aplinkos stresoriams, taip pat yra viena iš nespecifinių morfologinių reakcijų išraiška. Mūsų nustatyta, kad senų spyglių kritimo procesai, veikiant neigiamam faktoriui, intensyvėja, pereinant nuo viršutinės lajos dalies į apatinę. Kitaip sakant, tose lajos vietose, kur dėl išorinio poveikio labiausiai "gęsta" prieaugio procesai, ten suaktyvėja ir senų spyglių praradimas. Stiprėjant išoriniam poveikiui, keičiasi ne tik įvairūs medžių morfologiniai rodikliai - ūglių orientacija, spyglių ir lajų dydis, sakotakių skaičius ir pan., bet ir atskirų medžio dalių santykiai. Ryškiausi pavyzdžiai galėtų būti spyglių ir ūglių santykis. Esant nepalankiems medžio augimo pokyčiams, šis santykis iš pradžių padidėja, po to mažėja. Tokie pokyčiai pirmiausia pasireiškia apatinėje lajos dalyje, po to apima ir aukščiau esančias šakas.

Apibendrintai pasakytina, kad vienamačiai morfologiniai lajų pokyčiai neatspindi medžio fiziologinės būsenos ir stresinę būklę sukeliančių faktorių. Medžio adaptacija aplinkos pokyčiams per fiziologinių-biocheminių ir energinių procesų grandinę spygliuose ir lapuose priima tam tikrą daugiamatį lajos morfologinį pokytį, paklūsta atitinkamam prieaugio formavimo tipui, labiausia padedančiam užimti viršaujančią padėtį klasinėje medyno ardo sandaroje.

8.3. Aplinkos užterštumo poveikis medžių radialiajam prieaugiui

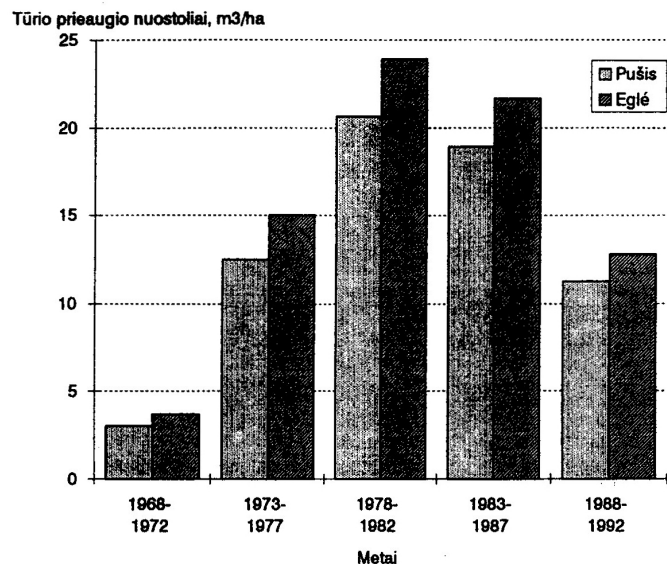
Vykdam miškų ir gamtinės aplinkos monitoringą, labai svarbu nustatyti koreliacinį ryšį tarp medžio lajos sodrumo (defoliacijos) ir jo metinio radialiojo prieaugio. Tai padėtų lengviau ir patikimiau indikuoti gamtinės aplinkos būklę retrospektyviais medžių rėvių analizės metodais. Tuo tarpu šie klausimai dar mažai ištirti. Literatūroje randami fragmentiški ir labai prieštaringi duomenys.

Darbo tikslas: įvertinti spygliuočių miškų prieaugio pakitimus dėl technogeninio teršimo neigiamo poveikio bei nustatyti prieaugio nuostolius įvairiais atstumais nuo stacionariojo taršos šaltinio, įvertinti medžių lajų defoliacijos ir radialiojo prieaugio koreliacinius ryšius.

Ištyrus nustatyta, kad iki užterštumo pradžios eglės ir pušies radialusis prieaugis Jonavos miškuose svyravo periodiškai. Šie svyravimai artimi saulės aktyvumo 11 ir 22 metų ciklams, kurie savo ruožtu paklūsta klimatinio fono dinamikai. Prieaugio maksimumai sutapo su palankiais medžių augimui šiltais periodais. Prieaugio minimumai buvo sąlygoti šaltesnių laikotarpių. Vietinės taršos zonos pastebimas ryškus prieaugio sumažėjimas. Atskirais laiko tarpais Jonavos "Achomos" zonoje pušynų prieaugis tesiekė 60-75%, o eglėnų 50-70% kontrolinių medynų tų metų prieaugio. Paskutiniaisiais metais stebima prieaugio nuostolių mažėjimo tendencija. Kartu išryškėjo bendras dėsningumas: mažėjant prieaugiui sąlyginai didėja vėlyvosios medienos procentas.

Ryški medžių lajų defoliacija, kaip jų stresinės - adaptacinės būklės požymis, turi atvirkštinį ryšį su prieaugiu: labiausiai defoliuotų medžių prieaugis mažiausias, sąlyginai sveikų - didžiausias. Koreliacija tarp einamųjų metų defoliacijos ir prieaugio retrospektyviai vertinant už ilgesnį laikotarpį silpnėja: už paskutinius 3 metus - 0,68, už

5 metus - 0,52, už 10 metų - 0,45. Prieaugių laiko sekos retrospektyvi matematinė analizė leido fiksuoti pirmuosius neigiamus pušų prieaugio pokyčius dėl foninės atmosferos taršos pietinėje Lietuvoje, datuotus penktuoju - šeštuoju šio amžiaus dešimtmečiu; medžių tūrio nuostoliai per 3 dešimtmečius taršos objektų zonoje vidutiniškai sudaro $2,6-3,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (8.3 pav.).



8.3 pav. Pušies ir eglės tūrio prieaugio nuostoliai dėl lokalinės taršos

8.4. Medžių defoliacija Lietuvos miškuose ir jos sąsaja su kaimyninėmis valstybėmis

Medžių lapų praradimas (defoliacija) yra vienas iš medžių reakcijos į padidintą atmosferos oro teršimą požymių. Šį požymį naudoja visos Europos Bendrijos šalys atlikdamos nepertraukiamą miškų būklės pokyčių stebėjimą (monitoringą). Pagal jį vertinamas miškų defoliacijos laipsnis. Šiuo požiūriu atliekamas miškų būklės vertinimas koordinuojamas specialaus EB centro. Taigi ir tyrimai ECOSLIT programoje kartu yra ir darbai EB Projekte ICP-Forest.

Ištyrus medžių būklę Lietuvoje (8.1 lent.), matyti, kad visai sveikų rasta tik 19,4% medžių. Apie 56% medžių praradę 11-25% spyglių bei lapų, apie 20% medžių įvertinti kaip turintys 26-60% defoliaciją. Virš 60% asimiliacinio aparato netekimas konstatuotas 1,2% medžių. Žuvusių rasta net 3,4% medžių. Vidutiniškai ir stiprią defoliaciją, pagal Europoje priimtus standartus, turi 24,9% medžių. Vidutinė visų rūšių medžių defoliacija 1995 m. buvo $24,2 \pm 0,2\%$. Spygliuočių buvo didesnė nei lapuočių.

Vidutinė spygliuočių defoliacija - 25,6% (1994 m. buvo 23,4), o lapuočių - 20,6 (1994 m. buvo 22,2). Iš visų

8.1 lentelė. Medžių pasiskirstymo defoliacijos klasėmis dinamika

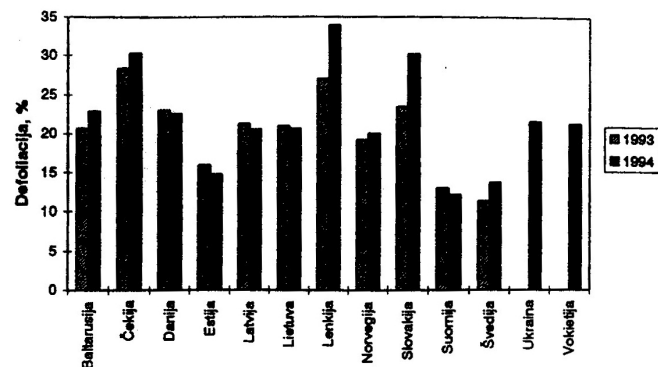
Metai	Medžių skaičius	PSP skaičius	Defoliacijos klasė				
			0	1	2	3	4
1987	3816	159	41,5	43,7	10,9	3,9	0,0
1988	23136	964	79,0	18,0	3,0	0,0	0,0
1989	23016	963	37,7	41,4	19,1	1,7	0,1
1990	23042	958	31,5	48,1	18,8	1,4	0,2
1991	22836	952	24,6	51,5	22,1	1,5	0,3
1992	1807	74	16,3	66,1	15,9	0,8	0,8
1993	5654	235	21,1	51,4	23,9	3,0	0,6
1994	1761	73	14,8	59,8	23,5	1,5	0,4
1995	7774	320	19,4	55,7	20,3	1,2	3,4

medžių rūšių blogiausia eglė būklė (vidutinė defoliacija - 28,6%), o geriausia - uosių ir juodalksnių.

Lyginant su 1994 metais, šiek tiek padidėjo sveikų medžių skaičius, bet daugiau negu 8 kartus padidėjo ir žuvusių medžių skaičius. Tokią šių metų miškų būklės situaciją galima būtų aiškinti dviem aspektais. Pirmia, tai, kad pagerėjo kai kurių medžių rūšių būklė, einant į 1997/8 laukiamą vienuolikos metų chronologinį maksimumą. Antra - dėl atmosferinės taršos, sausų, karštų vasarų ir šiltų vėjotų žiemų apnikti žievėgraužio tipografo invazijos išdžiūvo daug eglė.

Pažymėtina, kad Lietuvoje vidutinė visų rūšių medžių defoliacija tiek 1993, tiek ir 1994 metais buvo labai artima medžių defoliacijai Latvijoje ir Baltarusijoje (8.4 pav.). Pastoviai blogesnė miškų būklė yra Lenkijoje, Čekijoje, Slovakijoje ir Danijoje, o geresnė - šiaurinių kaimynių (Švedijos, Estijos ir Suomijos) miškų būklė. Tokį miškų būklės zoniškumą, matyt, lemia teršalų paplitimo mažėjimas einant į šiaurę.

Atlikus Respublikos zonavimą pagal atskirų medžių rūšių defoliaciją (8.5 pav.) matome, kad blogiausia visų rūšių medžių būklė 1995 metais buvo centrinėje ir pietinėje Respublikos dalyse, Mažeikių, Šiaulių, Žemaitijos aukštumų Kėdainių, Kauno, Elektrėnų, Vilniaus, įskaitant pietų vakarų rajonus, kur defoliacija sudarė 25-28%. Tradiciškai geriausia būklė buvo šiauriniuose Biržų, Pasvalio, Rokiškio, Kupiškio rajonuose, kur defoliacija siekė tik 13-21%.



8.4. pav. Vidutinė medžių defoliacija kai kuriose Europos valstybėse 1993 ir 1994 metais



8.5. Pav. Vidutinė visų rūšių medžių defoliacija Lietuvoje 1995 m.

*Lietuvos Valstybinė mokslo programa
Regioninio vystymosi & ekologinio tvarumo
istoriniame kontekste: Lietuvos pavysdėi.
(ECOSLIT)*

Trukmė 1992-1997

1995 m. ataskaitos santrauka

*Redakcinė kolegija: L. Kairiūkštis, Z. Rudzikas.
A. Gorkaulytė 12, Vilnius, 2600, Lietuva, 1996*