

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

Prispjelo - *Received*: 06. 06. 2006.
Prihvaćeno - *Accepted*: 09. 10. 2006.

UDK: 630*174.7

**Sanja Perić*, Ivan Seletković*, Jasnica Medak*, Ivan Pilaš*,
Vlado Topić****

ISTRAŽIVANJE USPIJEVANJA ŠEST VRSTA ČETINJAČA U EKOLOŠKI KARAKTERISTIČNIM REGIJAMA HRVATSKE

RESEARCH OF THRIVING OF SIX CONIFEROUS SPECIES IN ECOLOGICALLY CHARACTERISTIC REGIONS OF CROATIA

SAŽETAK

Šumarski institut, Jastrebarsko započeo je 1960- tih godina osnivanje komparativnih pokusa različitih autohtonih i alohtonih vrsta četinjača s ciljem odabira ekološki i ekonomski što produktivnije šumske vrste za pošumljavanje slobodnih šumskih i vanšumskih površina kojih na području Republike Hrvatske ima oko 330 000 ha. Ova istraživanja odnose se na tri komparativna pokusa šest vrsta četinjača osnovanih u tri različita bioklimata tj. ekološki različita šumska područja. U pokuse su uključene tri domaće (obična smreka, obični bor, crni bor) i tri unešene šumske vrste (europski ariš, američki borovac, zelena duglazija). To su ekonomski najinteresantnije vrste četinjača koje se kod nas često koriste za osnivanje šumskih kultura. Kod osnivanja šumskih kultura treba se obavezno voditi računa o produktivnoj sposobnosti tla pojedinog područja (edafskim karakteristikama), klimatskim prilikama tog područja kao i o poznavanju ekoloških zahtjeva i bioloških svojstava svake vrste. Uspjeh pošumljavanja i osnivanja kultura četinjača ovisi o visokom stupnju harmonizacije između posebnih zahtjeva vrste i produktivnosti tla.

U ovom radu prikazan je trend postotnih odnosa preživljenja po vrstama drveća i lokalitetima od osnivanja pokusa pa sve do 32-e godine starosti biljaka. Izmjerene su visine i prsni promjeri svih šest vrsta četinjača (obična smreka, obični bor, crni bor, europski ariš, američki borovac, zelena duglazija), analiziran je visinski i debljinski prirast, te su podaci statistički obrađeni. Utvrđen je i kemijski sastav lisne mase pojedine vrste drveća za svaki lokalitet, kao jednog od važanih indikatora rasta i razvoja vrste. Za sva tri lokaliteta (Lokve, Slatki potok, Durgutovica) na najbližim meteorološkim postajama analizirana je klima

* Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko

**Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Put Duilova 11, 21000 Split

pojednog područja (Meteorološke postaje Karlovac, Bjelovar i Vinkovci) sa slijedećim parametrima: srednja godišnja temperatura zraka, apsolutna maksimalna i minimalna temperatura zraka, srednja godišnja relativna vlaga zraka, srednja godišnja količina oborina te maksimalne i minimalne godišnje oborine. Cilj je usporediti ranije spomenute parametre po lokalitetima i utvrditi njihov utjecaj na uspijevanje pojedinih vrsta drveća posađenih u pokuse.

ključne riječi: komparativni pokusi, četinjače, preživljenje, visinski i debljinski rast, koncentracije hraniva

UVOD

INTRODUCTION

Na području Republike Hrvatske ima oko 75 000 ha osnovanih kultura četinjača. Slobodnih šumskih i vanšumskih površina koje su produktivno sposobne za osnivanje istih ima oko 330 000 ha. Najvećim dijelom te površine se nalaze u mediteranu, submediteranu i u unutrašnjosti na bujadarama i vrištinama (MATIĆ, DOKUŠ, ORLIĆ 1992). Kontinuirani rad na selekciji vrsta i njihovih provenijencija kao i praćenje uspijevanja istih u različitim edafskim, klimatskim i produkcijskim sposobnostima pojedinog lokaliteta omogućuju nam dobivanje rezultata za kvalitetnije gospodarenje kulturama četinjača. Jedan od osnovnih principa osnivanja šumskih kultura je korištenje odgovarajuće vrste u njoj najoptimalnijim stanišnim uvjetima (ORLIĆ 1979). To se može primjeniti samo u slučaju poznavanja ekoloških zahtjeva i bioloških svojstava pojedine vrste drveća kao i produktivnog kapaciteta staništa. Posljednjih 40-tak godina hrvatski znanstvenici provodili su niz istraživanja u šumskim kulturama četinjača i objavili veliki broj radova (KOMLENOVIĆ i dr. 1975; KOMLENOVIĆ 1976, 1987; ORLIĆ 1979, 1993; DOKUŠ, ORLIĆ 1986; MATIĆ 1986; ORLIĆ i KOMLENOVIĆ 1988). Također je niz znanstvenika iz drugih zemalja istraživalo tu problematiku (HOLMSGARD i BANG 1977; SCHROBER 1978; HANSEN i BAKER 1979; ROYCE i BARBOUR 2001; LINDSTROM 2002; LACLAN 2002; MEUNIER i dr. 2002; NIINEMETS i dr. 2002 i dr.).

Ovaj rad prikazuje rezultate uspijevanja šest vrsta četinjača u komparativnim pokusima osnovanim na tri ekološki različita staništa u Hrvatskoj. Uz prikaz osnovnih klimatskih parametara utvrđen je i kemijski sastav lisne mase šumskoga drveća kao važan indikator uspijevanja svake vrste. Kruženje i usvajanje hraniva su procesi od presudne važnosti za zdravlje šumskog ekosustava (NILSSON i dr. 1995). Nedostaci pojedinog staništa u smislu uvjeta za ishranu drveća utječu na fiziološku kondiciju stabala, a time i na zdravstveno stanje i stabilnost šumskih ekosustava. Cilj je ovog rada usporediti ranije spomenute parametre po lokalitetima i utvrditi njihov utjecaj na uspijevanje pojedinih vrsta drveća posađenih u pokuse.

MATERIJAL I METODE RADA

MATERIAL AND METHODS OF WORK

Komparativni pokusi šest vrsta četinjača (obični bor (*Pinus sylvestris* L.), crni bor (*Pinus nigra* Arnold), obična smreka (*Picea abies* Karst.), europski ariš (*Larix decidua* Mill.), zelena duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) i američki borovac (*Pinus strobus* L.) na lokalitetima Durgutovica, Slatki potok i Lokve osnovani su 1969. godine na ukupnoj površini od 4,5 ha. Veličina pokusa na jednom lokalitetu sa zaštitnim pojasom je 1,5 ha, a razmak sadnje biljaka je 2x2 m. Od svake vrste posađeno je u jednom pokusu 432 biljke, odnosno 1296 biljaka u sva tri pokusa. Ukupan broj biljaka svih vrsta u jednom pokusu je 2592 komada, tj. 7776 biljaka u tri pokusa.

Na sva tri lokaliteta obnovljene su oznake ploha pojedine vrste drveća i rubne granice pokusa te oznake prsnih visina, provedena je registracija preživljenja te izmjere prsnih promjera i visina. Napravljena je analiza prsnih promjera i visina kao i debljinskog i visinskog prirasta. Podaci visina i prsnih promjera analizirani su jednostrukom analizom varijance i testirani Scheffe testom.

Zbog utvrđivanja kemijskog sastava lisne mase šumskoga drveća uzeti su uzorci biljnog materijala (iglice) pomoću lovačke puške sačmarice i to iz gornjeg osvijetljenog dijela krošnje. Za svaku vrstu uzet je kompozitni uzorak od 5 stabala po vrsti. Analize biljnog materijala obavljene su u laboratoriju Šumarskog instituta, Jastrebarsko. Uzorci biljnog materijala osušeni su na 105 °C, a zatim su usitnjeni i spaljeni mokrim postupkom. U uzorcima su određeni ukupni dušik po Kjeldahlu, fosfor kolorimetrijski na UV/VIS spektrofotometru, a kalij, kalcij i magnezij izravno iz filtrata AAS-om (AOAC 1996).

Klima pojedinih područja predstavljena odgovarajućim meteorološkim postajama (Meteorološke postaje Karlovac (za Lokve), Bjelovar (za Slatki Potok) i Vinkovci (za Durgutovicu), sa slijedećim parametrima: srednja godišnja temperatura zraka, apsolutna maksimalna i minimalna temperatura zraka, srednja godišnja relativna vlaga zraka, srednja godišnja količina oborina te maksimalne i minimalne godišnje oborine.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

Rezultati registracije preživljenja biljaka po vrstama za sva tri lokaliteta (Tablica 1.), koji su dobiveni evidencijom broja biljaka u 2001. godini, uspoređivani su s podacima na samom početku osnivanja pokusa (1969) te s podacima evidencije iz 1973. i 1978. godine.

Kao što se vidi iz Tablice 1. podaci o preživljenju razlikuju se po godinama, ali se ipak mogu uočiti neke zakonitosti. Za sve promatrane godine najveći postotak preživljenja registriran je kod obične smreke i američkog borovca. Visoki postotak preživljavanja ima i crni bor na lokalitetima Durgutovica i Slatki Potok (35,53%),

Tablica 1. Preživljenje biljaka po vrstama i lokalitetima
Table 1. Survival of plants by species and localities

Podatak	Vrsta							Sumarno za objekt
	Godina	OB	CB	OS	EA	ZD	AB	
	Pokus: Durgutovica							
Posađeno (kom.)	1969.	432	432	432	432	432	432	2592
Preživljenje, %	1969.	71	88	93	73	80	83	81
Popunjeno (kom.)	1970.	32	37	11	33	6	13	132
Preživljenje, %	1973.	72	88	87	74	68	81	78
Preživljenje, %	1978.	58	85	84	69	60	70	70
Broj biljaka	2001.	70	164	332	123	213	266	1168
Preživljenje, %	2001.	15	35	75	27	49	60	43
	Pokus: Slatki potok							
Posađeno (kom.)	1969.	432	432	432	432	432	432	2592
Preživljenje, %	1969.	86	91	100	96	86	96	92
Popunjeno (kom.)	1970.	56	25	-	68	-	8	157
Preživljenje, %	1973.	85	90	83	41	20	94	69
Preživljenje, %	1978.	84	85	82	41	16	78	64
Broj biljaka	2001.	222	244	317	157	69	240	1249
Preživljenje, %	2001.	46	53	73	31	16	55	45
	Pokus: Lokve							
Posađeno (kom.)	1969.	432	432	432	432	432	432	2592
Preživljenje, %	1969.	81	91	99	90	95	98	92
Popunjeno (kom.)	1970.	63	22	-	55	-	7	147
Preživljenje, %	1973.	82	88	97	73	69	96	84
Preživljenje, %	1978.	76	74	97	73	65	96	81
Broj biljaka	2001.	46	71	340	190	145	249	1041
Preživljenje, %	2001.	9	16	79	39	34	57	38
	Sumarno za vrstu							
Posađeno (kom.)	1969.	1296	1296	1296	1296	1296	1296	7776
Preživljenje, %	1969.	79	90	97	86	87	92	88
Popunjeno (kom.)	1970.	151	84	11	156	6	28	436
Preživljenje, %	1973.	80	89	89	63	52	90	77
Preživljenje, %	1978.	73	81	88	61	47	81	72
Broj biljaka	2001.	338	479	989	470	427	755	3458
Preživljenje, %	2001.	23	35	76	32	33	57	42

OB- obični bor OS- obična smreka ZD- zelena duglazija
CB- crni bor EA- europski ariš AB- američki borovac

dok je na lokalitetu Lokve mali postotak preživljenja (16%). Rezultat je to velikih šteta uslijed snjegoloma i vjetroizvala. Najniži postotak preživljenja za cijelo promatrano razdoblje pokazuju europski ariš, zelena duglazija i obični bor. Ako promatramo preživljenje po vrstama drveće za 2001. godinu vidimo kako se ono kreće u rasponu od 9% kod običnog bora na lokalitetu Lokve do 79% kod obične

smreke na istom lokalitetu. Američki borovac i obična smreka imaju ujednačen postotak preživljenja na sva tri lokaliteta što nam ukazuje na široku ekološku amplitudu tih vrsta. Europski ariš i zelena duglazija su vrste koje se nisu pokazale tolerantne u izboru staništa te imaju najniže preživljenje u 2001. godini (32-33%). Na ukupno preživljenje od samo 23% za obični bor najviše je utjecalo rezultat velikog raspona po lokalitetima od 9% (Lokve) do 46% (u Slatkom Potoku).

U 1., 10. i 32. godini najveći postotak preživljenja registriran je kod obične smreke, a u 5. kod američkog borovca. Najniži postotak preživljenja u 1. godini pokazao je europski ariš, u 5. i 10. zelena duglazija, a u 32. obični bor.

Tablica 2. Meteorološki podaci po postajama
 Table 2. Weather data by weather stations

Postaja	Temperatura zraka na 2 m, °C					Sred. god. rel. vlaga zraka, %	Oborine, mm		
	Srednja godišnja	Amplituda sred. god. temperature		Apsolutna max. temp.	Apsolutna min. temp.		Srednja godišnja	Min. god. suma	Max. god. suma
KARLOVAC	11,2	9,9	12,3	37,0	-21,8	77	1061,5	896,5	1187,7
BJELOVAR	10,8	9,8	11,8	36,9	-18,8	80	813,6	655,2	957,8
VINKOVCI	11,8	10,5	14,2	36,7	-21,0	82	673,2	470,0	790,5

Istražena je i klima pojedinih područja sa slijedećim parametrima: srednja godišnja temperatura zraka, apsolutna maksimalna i minimalna temperatura zraka, srednja godišnja relativna vlaga zraka, srednja godišnja količina oborina te maksimalne i minimalne godišnje oborine. Podaci su prikazani u Tablici 2.

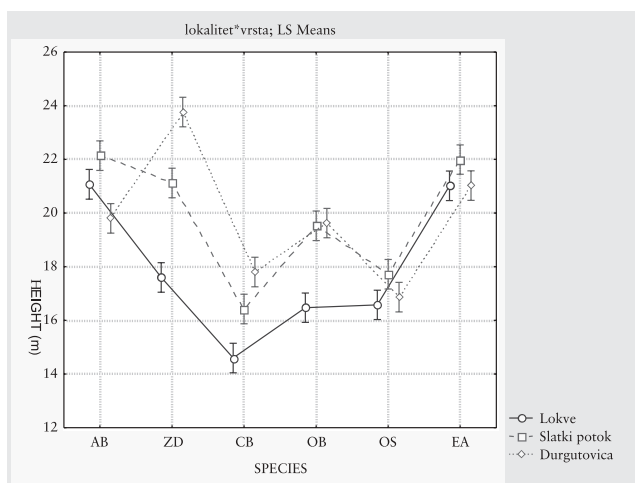
Visine Heights

Europski ariš (22,00m) i američki borovac (22,14m) su vodeće vrste po visinama na lokalitetima Slatki potok i Lokve. Na lokalitetu Durgutovica višlja od njih je zelena duglazija (23,76 m). Najniže visine zabilježene su kod obične smreke i crnog bora na svim lokalitetima. Ovi podaci podudaraju se sa podacima ranijih izmjera (ORLIĆ 1979,1983). Odnos vrsta je u skladu s njihovim biološkim svojstvima i ekološkim zahtjevima. Europski ariš i američki borovac su superiornije vrste u pogledu intenziteta visinskog rasta u mladosti u odnosu na običnu smreku i crni bor.

Grafički prikaz srednjih visina te 95% interval pouzdanosti po vrstama drveća i lokalitetima dan je na Slici 1.

Iz Slike 1. se vidi kako na lokalitetima Lokve i Slatki Potok najniže visine ima crni bor, dok na lokalitetu Durgutovica ima obična smreka. Najuzi raspon visina ima europski ariš. Statistički je dokazano da postoje signifikantne razlike po lokalitetima.

Podaci visina analizirani su jednostrukom analizom varijance i testirani Scheffe testom. Prema Scheffe multiple comparison testu visine su podijeljene u tri grupe koje se međusobno razlikuju. Signifikantne razlike postoje između crnog bora i



Slika 1. Srednje visine po vrstama drveća i lokalitetima
 Photo 1. Average heights by tree species and localities

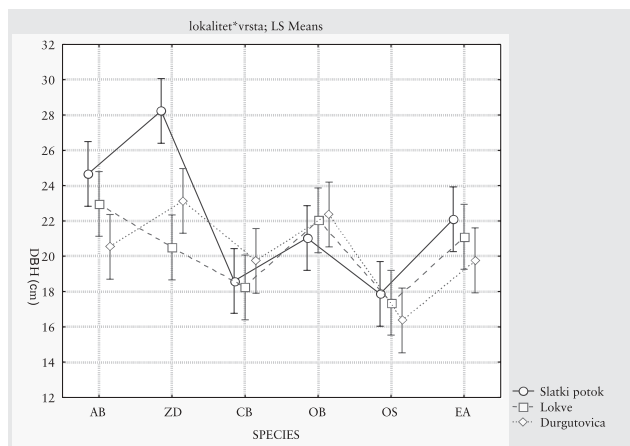
Tablica 3 ANOVA test za visine stabala po lokalitetima
 Table 3 ANOVA test for tree heights by localities

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Species-Lokve	5	103,5885833	20,7177167	44,71	< 0,0001
Spec-Slatki potok	5	83,44702778	16,68940556	116,84	< 0,0001
Spec-Durgutovica	5	89,37409444	17,87481889	331,66	< 0,0001

svih ostalih vrsta. Između američkog borovca i europskog ariša ne postoji signifikantna razlika u visini. Te vrste pokazuju najveće visine na lokalitetu Slatki Potok. Treću grupu čine zelene duglazija, obična smreka i obični bor. Iz rezultata se vidi dominacija stranih vrsta u visini na lokalitetu Lokve i postojanje signifikantne razlike između zelene duglazije i preostale dvije strane vrste (američki borovac i europski ariš). Za razliku od lokaliteta Lokve na lokalitetu Slatki potok prema Scheffe testu ne postoji signifikantna razlika u visini između stranih vrsta drveća (američki borovac, zelena duglazija, europski ariš). Domaće vrste drveća signifikantno se razlikuju jedna od druge. Pojedinačno svaka od njih razlikuje se u visini od svih stranih vrsta. Na lokalitetu Durgutovica vrste su prema istom testu podijeljene u pet grupa. Samo se američki borovac i obična smreka signifikantno ne razlikuju. Između svih ostalih vrsta postoji signifikantna razlika u visini.

Prsni promjeri Diameter breast height

U 32-oj godini starosti u prosjeku najveće prsne promjere postigle su zelena duglazija i američki borovac. Podaci su prikazani na Slici 2.



Slika 2. Srednji prsni promjeri po vrstama drveća i lokalitetima
Photo 2. Average d.b.h by tree species and localities

Zelena duglazija pokazuje najveći raspon unutar jedne vrste na promatranim lokalitetima. Najveće vrijednosti prsnih promjera pokazuju sve vrste osim borova (crni i obični bor) na lokalitetu Slatki potok. Statistički je dokazano da postoje značajne razlike u prsnim promjerima po lokalitetima, po vrstama i da postoji interakcija lokalitet x vrsta. Podaci su analizirani jednostrukom analizom varijance, te testirani Scheffe testom. Prema Scheffe multiple comparison testu za prsne promjere na lokalitetu Lokve ne postoji značajna razlika između šest istraživanih vrsta, što pokazuje i granična vrijednost F od 0,0416. Na lokalitetu Slatki potok vrste su prema istom testu podijeljene u tri grupe. Strane vrste zelena duglazija i američki borovac pokazuju najveće prsne promjere i one se značajno ne razlikuju. Europski ariš i obični bor značajno se ne razlikuju od američkog borovca, ali postoji razlika između njih i zelene duglazije, te crnog bora i obične smreke. Promatranjem grupa A, B i C dobivenih prema Scheffe testu sve domaće vrste značajno se ne razlikuju od europskog ariša. Scheffe test za prsne promjere na lokalitetu Durgutovica prikazuje četiri različite grupe. Obična smreka se značajno razlikuje od svih preostalih vrsta. Ona pokazuje na ovom lokalitetu najniže vrijednosti prsnih promjera. Osim obične smreke još se značajno razlikuju obični i crni bor, crni bor i zelena duglazija te zelena duglazija i obična smreka

Rezultati analize uzetih uzoraka biljnog materijala prikazani su u Tablici 4.

Koncentracije većine elemenata u iglicama svih analiziranih vrsta spadaju u klasu optimalne opskrbljenosti. Na osnovu toga možemo zaključiti da je stanje ishrane svih vrsta zadovoljavajuće te su staništa na kojima se uzgajaju pogodna za njihov rast i razvoj s biljnohranidbenog stajališta. Promatrajući preživljenje, visine, prsne promjere i koncentracije biogenih elemenata u iglicama globalno možemo zaključiti kako gotovo sve vrste šumskog drveća najbolje uspijevaju na lokalitetu Slatki potok.

Tablica 4. Koncentracije (mg/g) dušika, fosfora, kalija, kalcija i magnezija po vrstama drveća i lokalitetima
 Table 4. Concentrations (mg/g) of nitrogen, phosphorous, potassium, calcium and magnesium by tree species and localities

	Lokalitet	Ob.bor	C.bor	Duglazija	Smreka	Borovac	Ariš
N (mg/g)	Durgutovica	15.30	10.90	15.30	13.30	19.20	25.80
	Lokve	15.10	12.00	16.10	11.90	17.20	24.50
	Slatki potok	13.40	13.00	16.70	13.00	15.40	30.80
P (mg/g)	Durgutovica	1.33	1.06	1.30	1.57	1.50	1.92
	Lokve	1.09	0.96	0.99	1.02	1.33	1.41
	Slatki potok	1.47	1.33	1.30	1.81	1.78	1.91
K (mg/g)	Durgutovica	4.60	5.80	5.80	6.00	4.90	6.60
	Lokve	3.60	5.20	5.40	4.20	4.00	7.00
	Slatki potok	5.20	7.50	4.30	6.50	4.20	7.00
Ca (mg/g)	Durgutovica	5.60	3.90	8.30	11.90	5.40	4.00
	Lokve	6.40	2.90	8.00	6.70	6.80	4.00
	Slatki potok	7.00	4.80	13.30	12.90	8.70	4.10
Mg (mg/g)	Durgutovica	0.69	1.00	1.44	0.84	1.66	1.63
	Lokve	0.30	0.62	1.02	0.52	1.14	1.84
	Slatki potok	0.49	0.79	1.90	0.80	1.90	1.93

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Na osnovu dobivenih rezultata u komparativnim pokusima šest vrsta četinjača osnovanim na tri lokaliteta možemo zaključiti slijedeće:

Za promatrane godine (1969, 1973, 1978, 2001) veći postotak preživljenja imaju obična smreka i američki borovac dok manji postotak imaju europski ariš, zelena duglazija i obični bor.

Obična smreka i američki borovac imaju harmoniziran postotak preživljenja na sva tri promatrana lokaliteta. To pokazuje široku ekološku amplitudu tih vrsta drveća.

Europski ariš i američki borovac imaju najveće vrijednosti na lokalitetima Slatki potok i Lokve, dok na lokalitetu Durgutovica slijede vrijednosti zelene duglazije. Najniže vrijednosti na svim lokalitetima pokazuju obična smreka i crni bor.

Statističke analize pokazuju signifikantne razlike u prsnim promjerima i visinama za sve promatrane vrste i lokalitete, kao i postojanje interakcije između lokaliteta i vrste.

Najviše vrijednosti prsnih visina imaju zelena duglazija i američki borovac, dok su najniže vrijednosti zabilježene kod obične smreke i crnog bora.

Slatki potok je lokacija na kojoj su sve promatrane vrste drveća pokazale najbolje uspijevanje promatrajući preživljenje, visine, prsne promjere i koncentracija biogenih elemenata.

LITERATURA

REFERENCES

- DOKUŠ, A., S. ORLIĆ, 1986: Šumske kulture i plantaže. Monografija, Šumarski institut, Jastrebarsko: 87 - 91, Jastrebarsko
- GONDA, H. E., 1998: Height diameter and volume equations, growth intercept and needle length site quality indicators, and yield equations for young ponderosa pine plantations in Neuquen, Patagonia, Argentina. A thesis submitted to Oregon State University, 198 pp
- HANSEN, E., J. B. BAKER, 1979: Biomass and nutrient removal in short rotation intensively cultured plantations. In Proceedings of Symposium on Impact of Intensive Harvesting on Forest Nutrient Cycling, 13 - 16 Aug. 1979, State University of New York, College of Environment Science and Forestry, Syracuse: 130 - 150
- HOLMSGARD, E.; C. BANG, 1977: A species trial with conifers, beech (*Fagus sylvatica*) and oak (*Quercus robur*). The first ten years, *Det Forstlige Forsogsvesen i Danmark* (1977), 35 (2), 159 - 196, *Forestry Abstract* 1979. Vol 40, No 5.
- KOMLENOVIĆ, N., 1975: Proučavanje metoda podizanja i uzgoja intenzivnih nasada četinjača brzog rasta. Osnovne ekološke značajke objekata istraživanja; Šumarski institut, Jastrebarsko
- KOMLENOVIĆ, N., 1976: Koncentracija dušika i fosfora u iglicama kao pokazatelj gnojidbe kultura četinjača na području vriština. V. Kongres JDPZ. Jug. društvo za proučavanje zemljišta: 123 - 130
- KOMLENOVIĆ, N., 1978: Utjecaj mineralnih gnojiva na ishranu i rast obične smreke (*Picea abies* Karst.) na lasiviranom akričnom (vrištinskom) tlu. *Annales Forestales* 8/5: 91-122, Zagreb
- LINDSTROM, H, 2002: Intra-tree models of juvenile wood in Norway spruce as an input to simulation software, *Silva Fennica*. 36(2) , 521 - 534
- LÖRGENSEN, S. J., 1976: The influence of Spacing on the Growth and Development of Conifers Plantations, *International Review of Forestry Research*, Vol 2
- MAEUNIER, S., J. C. REUL, G. LAFLAMME, A. ACHIM, 2002: Comparative resistance of white spruce and balsam fir to overturning, *Canadian Journal of Forestry*. 32 (4), 642 - 652
- MALKÖNEN, E., 1974: Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. *Communicatioes Instituti Forestalis Fenniae* 84.5 : 1 y 87
- MARTINOVIĆ, J., N. KOMLENOVIĆ, 1967: Forestry objects. In *Excursion Guide 3rd Congress YSSS. Yug. Soc. of Soil Science*: 153 - 170, Zadar
- ORLIĆ, S., 1979: Prvi rezultati komparativnog pokusa uzgajanja nekih domaćih i stranih vrsta četinjača. *Šumarski list* 103, 9 - 10: 433 - 444, Zagreb
- ORLIĆ, S., 1993: Uspijevanje domaćih i stranih vrsta četinjača u mladim kulturama na području bujadinca i vrištine Hrvatske, *Radovi*, Vol. 28, 1 - 2: 91 - 103, Jastrebarsko
- ORLIĆ, S., N. KOMLENOVIĆ, 1988: Uspijevanje kultura četinjača i njihov utjecaj na kemijska svojstva tla na različitim staništima. *Radovi* 75, 115 - 121, Jastrebarsko
- ORLIĆ, S., N. KOMLENOVIĆ, P. RASTOVSKI, M. OCVIREK, 1991: Prvi proredni zahvat, produkcija biomase i njezin kemizam u kulturi obične smreke (*Picea abies* Karst.). "elika Buna". *Radovi*, Vol. 26, 1: 77 - 93, Jastrebarsko
- PERIE, C., A. D. MUNSON, 2000: Ten-year responses of soil quality and conifer growth to silvicultural treatments, *Soil science of American journal* 64, 1815 - 1826
- SCHROBER, R., 1978: First resultat of cultivation trials with first and other conifers from Japan in comparision with North American and European conifers, II. Results of the trials, *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* (1978.) 149 (11/12) 197 - 223, *Forestry Abstracts* 1979. Vol. 40, No 9

- SOKAL, R. R., 1995: Biometry : The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. W. H. Freeman Company
WILLIARD, H.C., 1971: Site Indeks, Comparisons for Tree Species in Northern Minnesota, USA Forest Service, NC-65, Separat

RESEARCH OF THRIVING OF SIX CONIFEROUS SPECIES IN ECOLOGICALLY CHARACTERISTIC REGIONS OF CROATIA

Summary

Forest Research Institute, Jastrebarsko has started in the 1960s establishment of comparative experiments of various autochthonous and alochthonous coniferous species with an aim of selecting ecologically and economically most productive forest species for afforestation of forest areas and other areas not yet afforested. There are 330 000 hectares of such areas in The Republic of Croatia. This research concentrates on three comparative experiments on six coniferous species established in three different bioclimatic units, i.e. ecologically different forest areas. Three autochthonous species were included in the experiments (Common spruce, Scotch pine, Black pine) and three alochthonous species (European larch, Northern white pine, Douglas fir). These are economically most interesting species of conifers and are frequently used in Croatia for the establishment of forest cultures. The following aspects should by all means be taken into consideration in establishing forest cultures: productive capacity of the soil of an area in question (edaphic characteristics), climatic conditions of the area and ecological requirements and biological properties of each species. Success of afforestation and establishment of conifer cultures depends on a high degree of harmonization among special requirements of the species and soil productivity.

This paper describes a trend of survival percentage relationships by tree species and localities from the establishment of the experiment up to 32nd year of the age of the plants. Heights and d.b.h of all six coniferous species (Common spruce, Scotch pine, Black pine, European larch, Northern white pine and Douglas fir) were measured, height and diameter growth were analysed and the data were statistically processed. Chemical composition of the leaf mass for particular tree species and for each locality was defined as one of important indicators of growth and development of the species. The climate of each locality (Lokve, Slatki potok, Durgutovica) was analysed on the closest weather stations for respective areas (weather stations Karlovac, Bjelovar and Vinkovci) with the following parameters: average annual air temperature, average annual quantity of precipitation and maximal and minimal quantities of annual precipitation. The aim is to compare previously mentioned parameters by localities and to define their influence on thriving of particular tree species planted in the experiment.

Key words: comparative trial, coniferous species, survival, height, DBH, mineral nutrient concentration