

USPIJEVANJE KLONOVA BIJELE VRBE (*Salix alba* L.) U MJEŠOVITOJ KULTURI S CRNOM JOHOM (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) NA TRESETNO-GLEJNOM TIPU TLA U PODRAVINI*

GROWTH OF WHITE WILLOW (*Salix alba* L.) CLONES IN MIXED PLANTATION
WITH BLACK ALDER (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ON THE PEAT-CLAY
TYPE OF SOIL IN PODRAVINA (CROATIA)

Davorin KAJBA¹, Saša BOGDAN¹, Pavle VRATARIC²

SAŽETAK: Uzgoj selekcioniranih klonova bijele vrbe u asocijaciji s crnom johom, omogućava povećanje proizvodnje ukupne biomase, osigurava veću stabilnost ekosustava, uz mogućnost ostvarenja dva međuprihoda sječom bijele vrbe, s ciljem da se crna joha uzgaja kao glavna vrsta. Utjecaj crne joha na uspijevanje klonova bijele vrbe očituje se u smislu pozitivnih modifikacija u produkciji drvene mase do osme godine plantažne starosti. Broj klonova bijele vrbe s pozitivnim modifikacijama u mješovitim kulturama smanjuje se s povećanjem plantažne starosti, a kod plantažne starosti od 15 i 17 godina taj se utjecaj potpuno gubi. Crna joha osigurava bolji hranidbeni status klonova, povećava ukupni i hidrolizirajući dušik u tlu, kao i količinu dušika u biljkama uz znatno smanjenje učešća korovne vegetacije u mješovitoj kulturi.

Gljučne riječi: mješovita kultura, klonovi bijele vrbe, crna joha, modifikacije, fiksiranje dušika.

UVOD – Introduction

Tijekom posljednjih desetljeća intenzivnije se osnivaju pokusi uzgoja mješovitih kultura listača, kao i listača i četinjača. Crna joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) pripada vrstama šumskoga drveća koje posjeduju sposobnost fiksacije atmosferskog dušika, te pomoću svojih simbiotskih aktinomiceta na korijenovom sustavu pridonosi povećanju koncentracije dušika u tlu. Crna joha zbog toga kao leguminozna vrsta ima funkciju i meliorativne vrste, te se često uzgaja u mješovitim asocijacijama s drugim vrstama šumskoga drveća.

Selekcija stablastih vrba u Republici Hrvatskoj obavlja se glede različitih namjena, kao što je osnivanje kultura na optimalnim staništima, osnivanje predkultura na marginalnim staništima zbog lakše obnove vrijednijih vrsta listača nizinskih šuma i za specijalne namjene, kao što je proizvodnja biomase. Pokus mješovite kulture bijele vrbe i crne joha osnovan je kako bi se ustanovila njezina produkcijska sposobnost u odnosu na čistu kulturu bijele vrbe, odnosno crne joha.

Cilj istraživanja bio je utvrđivanje utjecaja crne joha na produkciju različitih genotipova bijele vrbe u smislu pozitivnih modifikacija. Njezin je utjecaj determiniran s učinkom joha fiksiranog dušika na rast bijele vrbe, kao i kroz selekciju genotipova s najboljom sposobnošću konverzije dostupnog dušika. Povećanje dušika u tlu u dosadašnjim istraživanjima odrazilo se i u povoljnijoj ishrani bijele vrbe dušikom, te smanjenjem korovne vegetacije u dijelu pokusa mješovite kulture bijele vrbe s crnom johom.

* Rad je izlagan na International Poplar Symposiumu II/IUFRO u Orléansu, (Francuska), održanom od 12. - 17. rujna 1999. godine

¹ Doc. dr. sc., Davorin Kajba i Saša Bogdan, dipl. inž., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska

² mr. sc., Pavle Vratarić, Uprava šuma Osijek, 31000 Osijek, Hrvatska

MATERIJAL I METODE RADA – Materials and methods

Eksperimentalna ploha mješovite kulture klonova bijele vrbe i crne johe pokriva ukupnu površinu od 8,66 ha na sjeverozapadnom dijelu Hrvatske u Podravini, na području Šumarije Kloštar Podravski. Pokus je osnovan



Slika 1. Mješovita kultura klonova bijele vrbe i crne johe – Plantažna starost 1 + 17 god.

Fig. 1 Mixed plantation of white willow clones with black alder – Plantation age 1 + 17 yrs.

u proljeće 1980. godine pod vodstvom pokojnog prof. dr. sc. A. Krstinića na tresetno-glejnom tipu tipa. Starost sadnica klonova bijele vrbe iznosila je 1/2 god., dok su sadnice crne johe iz lokalne populacije bile starosti 1 + 1 god. Klonovi bijele vrbe sađeni su s razmakom sađnje 4 x 4 m, dok je crna joha sađena između redova vrbe imala razmak 4 x 1 m. U eksperiment su uključena ukupno 24 klonova stablastih vrba, od kojih je 12 klonova sađeno bez crne johe, te je služilo kao kontrola.

Eksperiment je do sječe u osmoj godini plantažne starosti bio osnovan kao randomizirani blok sustav u četiri ponavljanja, sa po 25 biljaka bijele vrbe u ponavljanju.

Kod plantažne starosti od osam godina, bijela vrba i crna joha posječene su u dijelovima eksperimenta, te smo dobili četiri podtretiranja:

- 24 klonova bijele vrbe u asocijaciji s crnom johom;
- 12 klonova bijele vrbe (sađeno bez crne johe, kontrola);
- 24 klonova bijele vrbe (crna joha posječena);
- crna joha (klonovi bijele vrbe posječeni).

U ovome radu obrađena je produkcija, prirast i preživljavanje klonova bijele vrbe i crne johe, te njihov međusobni utjecaj glede podtretiranja, kod plantažne starosti od 1 + 17 godina.

Tijekom prijašnjeg praćenja ovog kompleksnog eksperimenta izvršene su osim dendrometrijskih izmjera i brojne laboratorijske analize između plantažnih starosti pet i deset godina. Tada je izvršena procjena produkcije ukupne biomase u svim podpokusima, analiza kemijskih svojstava tla, analiza koncentracije hraniva u lišću, te količine korovne vegetacije (Krstinić & Komlenović 1986, Krstinić et al. 1989, Trinajstić et al. 1991, Krstinić 1994).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA – Results and discussion

U tablicama 1., 2. i 3. prikazani su podaci o volumnoj produkciji i preživljavanju klonova bijele vrbe za navedena podtretiranja (sa i bez crne johe, te crna joha posječena), za plantažnu starost 1 + 17 godina. Iz priloženih tablica vidljivo je postojanje genotipskih razlika između klonova u produkciji drvene mase, na koje je najviše utjecalo preživljavanje pojedinog klona. Kod većine klonova bijele vrbe nije zamijećena značajnija razlika u volumnoj produkciji glede njihova uzgoja sa ili bez crne johe.

U prethodnim istraživanjima kod plantažnih starosti do deset godina utvrđene su također genotipske razlike između klonova, kao i pozitivne modifikacije kod fenotipski nestabilnih klonova, uz povećanje koncentracije dušika u lišću bijele vrbe na dijelu pokusne plohe s crnom johom (Krstinić et al. 1989). Da joha povećava-

ju količinu dušika u tlu i omogućuju povećanje prirasta šumskih vrsta u mješovitim kulturama utvrdili su Plass (1977), Gadgil (1978), De Bell & Radwan (1979), Hall et al. (1979), Heilman & Stettler (1983), Fridrich & Dawson (1984), De Bell et al. (1985), Burgess & Hendrickson (1988).

Kod plantažne starosti od 17 godina možemo utvrditi da se volumen srednjeg stabla pojedinog klona nije signifikantno razlikovao, glede uvjeta njegova uzgoja u tri različita podtretiranja, kako je vidljivo i na slici 4. To je potvrđeno i visokim pozitivnim vrijednostima rang korelacije ($r = 0,92$ do $0,94$), dobivenima kod međusobne usporedbe volumne produkcije svakoga klona u različitim podtretiranjima (sa i bez crne johe, crna joha posječena).

Tab. 1 Klonovi stablastih vrba u asocijaciji s crnom johom - Plantažna starost 1 + 17 godina

Tab. 1 Arborescent White Willow clones with Black Alder - Plantation age 1+17 years

Red. br. No.	Oznaka klon-a Clone sign	Prsni promjer-D.B.H. širina Stan.			Visina-Height x (m)	Srednje stablo-Mean tree (m ³)	Drvena zaliha-Volume stock (m ³ /ha/kom)	Pros. prirast-Average increment (m ³ /ha)	Preživlja-vanje-Survival % (kom.)
		x (cm)	varijab. (mm)	dev.					
1.	Rep 1	24,9	185-315	3,5	26,5	0,5130	282,15	16,60	88 (550)
2.	V 093	26,2	160-305	3,4	29,5	0,6204	387,75	22,81	100 (625)
3.	11/1	27,3	190-315	4,0	29,0	0,6657	399,42	23,49	96 (600)
4.	Rep 3	26,4	200-315	3,2	29,0	0,6216	326,34	19,20	84 (525)
5.	V 99	26,8	195-315	3,2	29,5	0,6501	373,81	21,99	92 (575)
6.	V 158	21,8	140-270	3,4	29,0	0,4260	181,05	10,65	68 (425)
7.	S 118	23,6	190-265	2,0	27,5	0,4732	272,09	16,00	92 (575)
8.	S 71	25,2	160-310	4,4	28,0	0,5490	301,95	17,76	88 (550)
9.	MB 15	22,9	170-275	2,7	27,0	0,4781	286,86	16,87	96 (600)
10.	V 161	29,7	180-380	4,5	30,5	0,8016	480,96	28,29	96 (600)
11.	S 78	26,4	135-335	5,8	30,0	0,6390	335,47	19,73	84 (525)
12.	V 0240	27,7	235-305	1,9	30,0	0,7040	387,20	22,87	88 (550)
13.	S 70	25,8	185-300	2,8	29,0	0,5928	340,86	20,05	92 (575)
14.	S 110	22,0	175-270	2,6	28,5	0,4220	200,45	11,79	76 (475)
15.	V 052	21,0	140-250	2,5	28,0	0,3795	227,70	13,39	96 (600)
16.	Rep 4	26,9	150-310	5,6	27,5	0,6192	108,36	6,37	28 (175)
17.	Rep 2	25,4	150-350	4,5	29,0	0,5744	272,84	16,05	76 (475)
18.	S 86	26,8	235-295	1,6	29,5	0,6501	357,55	21,03	88 (550)
19.	Br1BB	27,3	200-310	2,6	29,0	0,6657	349,49	20,56	84 (525)
20.	S.a.c.	25,2	220-310	5,1	24,0	0,4874	36,55	2,15	12 (75)
21.	MAĐ 40	30,8	235-380	3,9	30,5	0,8748	502,43	29,55	92 (575)
22.	MB 368	27,4	210-350	3,4	30,0	0,6890	396,17	23,30	92 (575)
23.	MB 1	21,1	170-275	2,7	26,0	0,3609	171,45	10,08	76 (475)
24.	V 160	27,3	150-380	5,7	28,5	0,6565	344,69	20,03	84 (525)

Visoke vrijednosti rang korelacije, dobivene su također za drvenu masu klonova uspoređivanih kod dviju plantažnih starosti od 15 i 17 godina, a iznosile su od $r = 0,80$ do $0,95$. Iz toga možemo zaključiti da već i kod mlađe dobi nije više utvrđen utjecaj uzgoja u podtretiranjima na volumnu produkciju klonova.

Među testiranim klonovima prema produkciji i preživljavanju, pri vrhu se nalaze priznati klonovi (V 093, V 99, Br1BB i V 160). No u ovim je pokusima moguće izdvojiti i nove klonove, koji po produkciji, preživljavanju i kvaliteti debla nadmašuju ili su podjednaki spomenutim klonovima, a to su: MAĐ 40, 11/1, V 161 i S 86. Navedene klonove treba uvesti u masovnu reprodukciju, a pogodni su za osnivanje kultura na optimalnim staništima.

Od kemijskih svojstava tla mora se istaknuti da se utjecaj crne johe reflektira kroz viši sadržaj organske tvari, u višoj koncentraciji ukupnog N i hidrolizirajućeg N, smanjenjem C/N odnosa, te povećanju kiselosti tla u površinskom sloju (Krstinić et al. 1989). Utvrđeno

je da prisutnost bijele vrbe, zbog visokog sadržaja kalcija u lišću, bitno usporava acidifikacijske procese u tlu. Porast aciditeta u površinskim slojevima tla, na dijelu pokusa gdje je zastupljena ili je prije bila zastupljena crna joha, rezultat je intenzivnih nitrifikacijskih procesa. Rezultate koji potvrđuju ova istraživanja dobili su Borman & De Bell (1981), Hendrickson & Chatarpaul (1984), Burges & Hendrickson (1988). Utvrđeno je značajno smanjenje cinka u lišću bijele vrbe u asocijaciji s crnom johom. Cink značajno utječe na procese fiksacije N kod crne johe, odnosno pojačava aktivnost aktinomiceta u nodulima.

Isto tako prisutnost crne johe reducira količinu korovske vegetacije (Trinajstić i dr. 1991). Ovakve kulture su u početnoj fazi razvoja zbog otvorenog sklopa jako zakorovljene, što može utjecati i na privremeni gubitak hraniva zbog njegova korišćenja od korovne vegetacije. Korovna vegetacija u ovome slučaju čuva pojedine kemijske substance od ispiranja, koje se vraćaju drvenastim vrstama nakon procesa mineralizacije korovske vegetacije.

Tab. 2 Klonovi stablastih vrba (crna joha posječena) - Plantažna starost 1 + 17 godina

Tab. 2 Arborescent White Willow clones black alder has been cut - Plantation age 1+17 years

Red. br. No.	Oznaka klona-Clone sign	Prsni promjer-D.B.H. širina Stan.			Visina-Height x (m)	Srednje stablo-Mean tree (m ³)	Drvena zaliha-Volume stock (m ³ /ha/kom)	Prosj. prirast-Average increment (m ³ /ha)	Preživljavanje-Survival % (kom.)
		x (cm)	varijab. (mm)	dev.					
1.	Rep 4	22,9	200-310	3,6	27,5	0,4490	112,25	6,60	40 (250)
2.	Rep 3	28,6	215-360	4,2	28,0	0,7116	320,22	18,84	72 (450)
3.	Rep 1	25,7	210-300	2,9	28,5	0,5795	275,26	16,19	76 (475)
4.	S 70	26,3	195-305	3,4	28,5	0,6077	364,62	21,44	96 (600)
5.	MAĐ 40	31,9	210-390	4,6	31,0	0,9650	506,62	29,80	84 (525)
6.	V 161	28,7	185-385	6,1	30,0	0,7352	459,52	27,03	100 (625)
7.	Rep 2	26,8	165-335	4,1	29,5	0,6501	292,54	17,21	72 (450)
8.	V 160	26,8	150-320	4,6	29,0	0,6497	292,36	17,20	72 (450)
9.	MB 368	27,6	220-325	2,9	29,5	0,6897	396,58	23,33	92 (575)
10.	V 093	25,6	170-305	3,8	30,0	0,6002	345,11	20,30	92 (575)
11.	S 110	24,1	140-380	5,4	29,5	0,5196	272,79	16,05	84 (525)
12.	V 052	22,6	170-265	,6	28,0	0,4400	253,00	14,88	92 (575)
13.	V 0240	24,4	180-305	3,5	27,0	0,4922	237,12	13,95	76 (475)
14.	S.a.c.	22,0	130-345	5,8	27,5	0,4100	194,75	11,45	76 (475)
15.	S 118	23,8	105-320	5,1	27,5	0,4811	264,60	15,65	88 (550)
16.	S 71	25,8	170-325	4,7	28,5	0,5840	335,80	19,75	92 (575)
17.	MB 15	24,4	110-285	3,6	27,5	0,5064	291,18	17,13	92 (575)
18.	S 86	26,6	200-315	3,2	28,5	0,6224	342,32	20,14	88 (550)
19.	MB 1	21,6	120-320	5,0	26,5	0,3840	220,80	12,98	92 (575)
20.	S 78	25,4	190-315	3,7	28,0	0,5580	279,00	16,41	80 (500)
21.	Br1BB	26,2	180-325	4,2	29,0	0,6118	305,90	17,99	80 (500)
22.	11/1	27,6	180-320	3,5	29,5	0,6897	310,36	18,26	72 (450)
23.	V 158	24,9	195-300	3,0	29,0	0,5514	303,27	17,84	88 (550)
24.	V 99	25,7	185-320	4,0	30,5	0,6057	333,14	19,60	88 (550)

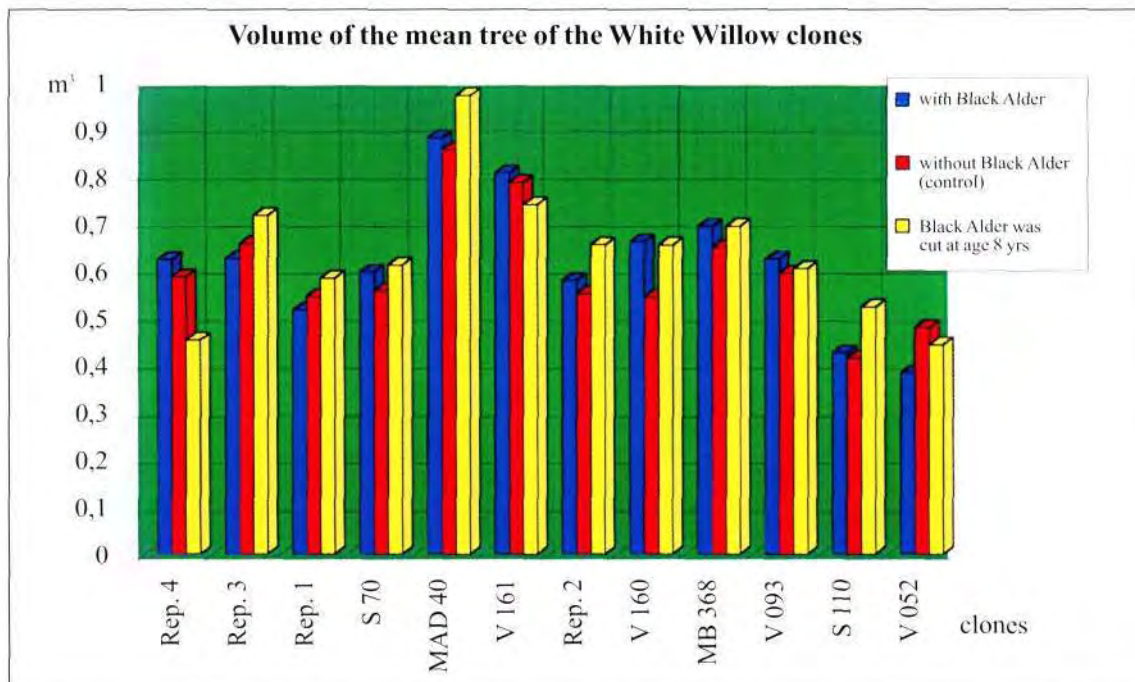
Tab. 3 Klonovi stablastih vrba bez crne joha (kontrola) - Plantažna starost 1 + 17 godina

Tab. 3 Arborescent White Willow clones without Black Alder (control) - Plantation age 1+17 years

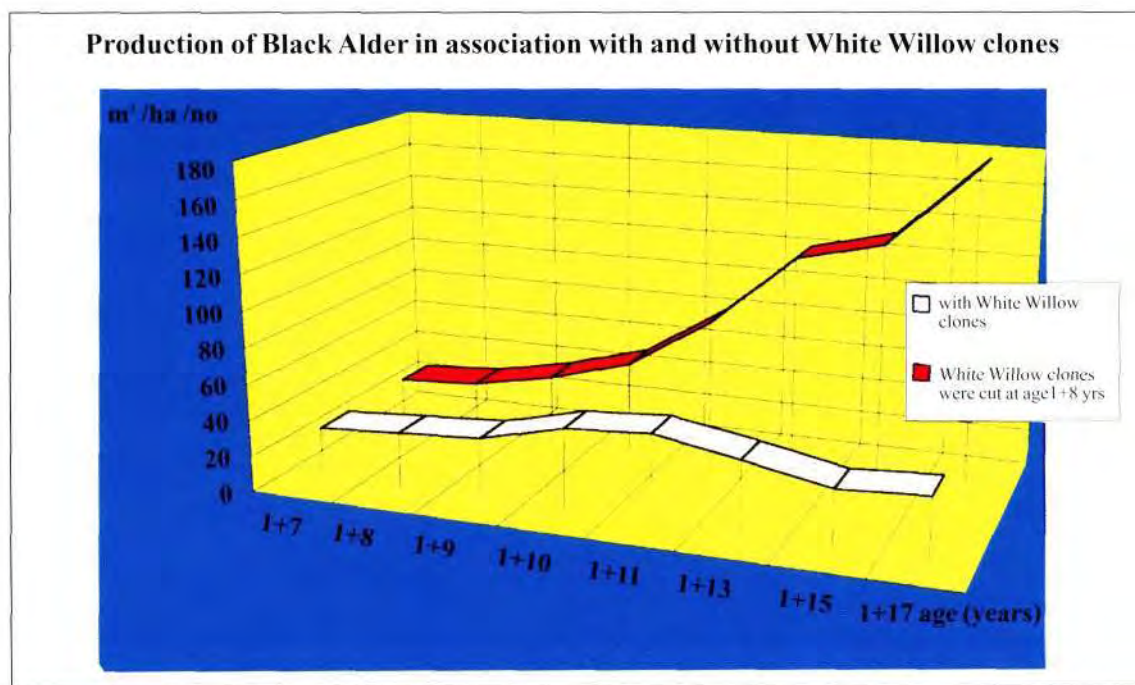
Red. br. No.	Oznaka klona-Clone sign	Prsni promjer-D.B.H. širina Stan.			Visina-Height x (m)	Srednje stablo-Mean tree (m ³)	Drvena zaliha-Volume stock (m ³ /ha/kom)	Prosj. prirast-Average increment (m ³ /ha)	Preživljavanje-Survival % (kom.)
		x (cm)	varijab. (mm)	dev.					
1.	Rep 4	26,3	220-300	2,1	27,0	0,5821	72,76	4,28	20 (125)
2.	Rep 3	27,4	205-350	2,9	28,0	0,6522	268,71	15,81	66 (412)
3.	Rep 1	25,2	150-420	4,5	27,5	0,5413	263,61	15,51	78 (487)
4.	S 70	25,3	170-325	3,7	28,0	0,5535	290,59	17,09	84 (525)
5.	MAĐ 40	30,8	165-400	5,5	29,0	0,8506	297,71	17,51	56 (350)
6.	V 161	29,5	215-370	3,3	29,5	0,7816	429,91	25,29	88 (550)
7.	Rep 2	24,8	155-305	3,4	29,0	0,5468	246,06	14,47	72 (450)
8.	V 160	24,8	130-335	5,2	28,5	0,5397	269,85	15,87	80 (500)
9.	MB 368	26,7	140-345	3,6	29,5	0,6451	314,19	18,48	78 (487)
10.	V 093	25,4	120-320	3,5	30,0	0,5908	346,80	20,40	94 (587)
11.	S 110	21,7	155-280	2,6	28,5	0,4109	230,92	13,58	90 (562)
12.	V 052	23,3	110-270	2,9	28,5	0,4757	261,63	15,39	88 (550)

Eksperiment uzgoja selekcioniranih klonova bijele vrbe u mješovitoj kulturi s crnom johom pokazao je, za razmake sadnje 4 x 4 m za bijelu vrbu i 4 x 1 m za crnu johu, da je utjecaj crne joha na produkciju klonova bijele vrbe zanemariv tijekom prvih pet godina plantažne dobi. Od pete do osme godine plantažne dobi utjecaj crne joha na produkciju klonova bijele vrbe, u smislu pozitivnih modifikacija, značajan je.

Od osme do desete godine plantažne dobi utjecaj crne joha na uspijevanje klonova bijele vrbe vrlo je izražen u smislu negativnih modifikacija. Tu činjenicu objašnjavamo jakom kompeticijom bijela vrba - crna joha, pri čemu dolazi do pojave redukcije njihovih krošnja, što uvjetuje smanjenje prirasta. Pri plantažnoj dobi od 10 do 13 godina značajno se reducira broj klonova s pozitivnim modifikacijama, a kod dobi od 15 i 17 godina on se potpuno gubi.



Slika 2. Volumen srednjeg stabla klonova bijele vrbe (sa i bez crne joha, crna joha posječena) – Plantažna starost 1 + 17 god.



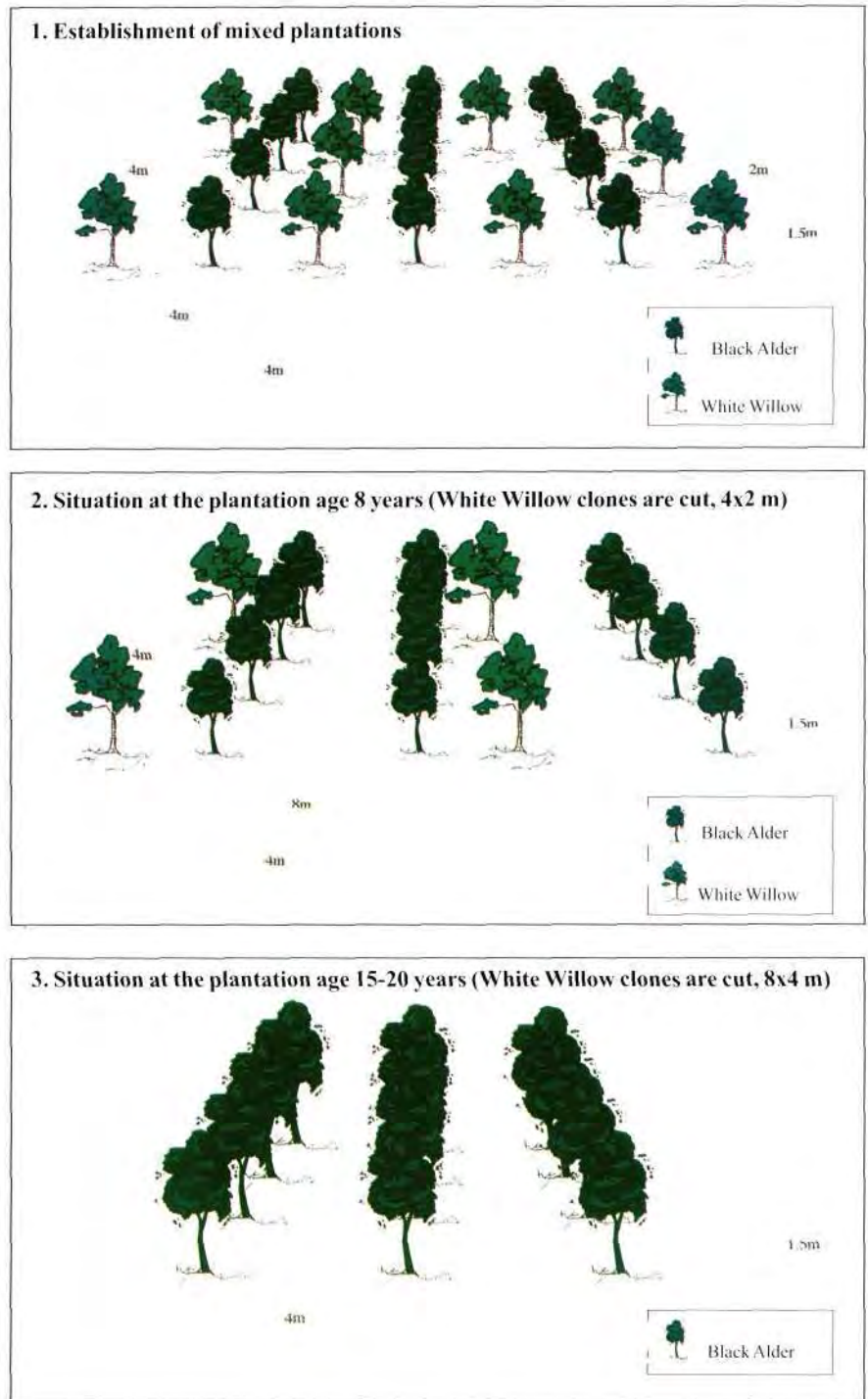
Slika 3. Produkcija crne joha u asocijaciji sa i bez klonova bijele vrbe

Općenito vrijedi pravilo da se broj klonova bijele vrbe s pozitivnim modifikacijama u mješovitim kulturama smanjuje s povećanjem plantažne starosti.

Klonovi stablastih vrba koji se preporučuju za uzgoj u asocijaciji s crnom johom na području Podravine, na staništima crne johe su: V 161, MB 368, MAĐ 40, V 160, Br 1BB, S 86, Rep 2, V 99, 11/1 i V 093.

Ako se želi uzgajati crna joha kao glavna vrsta, kod spomenutih razmaka sadnje, bijelu vrbu treba posjeći u osmoj godini plantažne dobi, jer ona nakon osme godine nadrasla i potiskuje crnu johu. Kod plantažne dobi od sedamnaest godina bijela vrba je u potpunosti nadrasla crnu johu, što se ogleda u drvenoj zalihi po ha crne johe, na pokusnoj plohi, gdje je bijela vrba kod plantažne dobi od osam godina posječena. Drvena masa crne johe u tom dijelu pokusa iznosi 178,05 m³/ha, sa ukupno 1490 stabala/ha (Sl. 3). Broj stabala crne johe po hektaru, na pokusnoj plohi crna joha (bijela vrba posječena), zadovoljava normative za tu vrstu (M i n š e k 1960).

Da bi se unaprijedio uzgoj bijele vrbe u mješovitim kulturama s crnom johom, predlažemo da budući razmaci sadnje te zahvati u kulturama budu nešto modificirani u odnosu na izneseno. Predlažemo da se takve kulture ubuduće osnivaju uz razmake sadnje 4 x 4 m za bijelu vrbu, s tim da u svakom drugom redu budu posađene sadnice na razmacima od 2 m i 4 x 1,5 m za crnu johu (Sl. 4). Sječa bijele vrbe izvršila bi se u dva navrata. Prva bi bila kod plantažne dobi od osam godina, i to u onim redovima gdje je bijela vrba posađena u razmacima sadnje od 2 m, te druga u plantažnoj dobi od 15 do 20 godina kada bi se izvršila sječa preostalih stabala bijele vrbe. Nakon prve sječe kultura bi imala razmake sadnje 8 x 4 m za bijelu vrbu, te 4 x 1,5 m za crnu johu.



Slika 4. 1) Osnivanje mješovite kulture; 2) Prva sječa klonova bijele vrbe kod razmaka sadnje 4 x 2 m (plantažna starost 8 god.); 3) Druga sječa bijele vrbe kod plantažne starosti od 15. - 20. godine (ostaje samo crna joha)

Na taj način osigurao bi se međuprihod u celuloznom drvetu bijele vrbe, a za nesmetani razvoj crne johe osiguralo bi se dovoljno svjetla. Korištenjem visokoga tečajnoga prirasta bijele vrbe od osme do 15. ili 20. godine plantažne dobi, moguće je ostvariti drugi međuprihod u trupcima za bijelu vrbu, a nakon sječe bijele vrbe omogućiti nesmetani razvoj crne johe kao glavne kulture.

Tab. 4 Preživljavanje i produkcija crne joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) u asocijaciji sa i bez bijele vrbe
 Tab. 4 Survival and production of Black Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) in association with and without White Willow

Red. broj- No.	Tretiranje- Treatment	Plantažna starost- Plantation age (god) (years)	Broj stabala kod sadnje- Trees/ha (kom/ha)	Broj stabala kod starosti 1+17 god- Trees/ha at the plantation age 1+17yrs (kom/ha)	Srednji prsni promjer- Average D.B.H. (cm)	Stand. dev. s (cm)	C. V. (%)	Visina- Height (m)	Drvena masa- Volume stock (m ³ /ha/kom)	Opaska- Remarks
1.	Crna joha - bijela vrba posječena Black Alder (White Willow has been cut)	1 + 17	2500	1490 (59,6%)	13,9 (7,0-25,5)	3,6	25,9	18,5	178,05	Sječa klon. vrbe kod plant. starosti 8 god. Willow clones were cut at plantation age of 8 yrs.
2.	Crna joha s bijelom vrbom Black Alder with White Willow	1 + 17	2500	1195 (47,8%)	8,1 (4,5-14,5)	2,1	26,0	12,0	33,46	24 % stabala savinuto. 24% of trees have plagiotropic growth.

ZAKLJUČCI – Conclusions

1. Uzgoj selekcioniranih klonova bijele vrbe u asocijaciji s crnom johom omogućava povećanje proizvodnje ukupne biomase, osigurava veću stabilnost ekosustava, uz mogućnost ostvarenja dva međuprihoda sječom bijele vrbe, a cilj je uzgoj crne joha kao glavne vrste.
2. Utjecaj crne joha na uspijevanje klonova bijele vrbe očituje se u smislu pozitivnih modifikacija u produkciji drvene mase do osme godine plantažne starosti, kada bijela vrba nadržava i potiskuje crnu johu. Broj klonova bijele vrbe s pozitivnim modifikacijama u mješovitim kulturama smanjuje se s povećanjem plantažne starosti, a kod dobi od 15 i 17 godina taj se utjecaj potpuno gubi.
3. Za unapređenje uzgoja klonova bijele vrbe i crne joha predložena je mogućnost realizacije dvaju međuprihoda sječom bijele vrbe, kod osme i između 15. i 20. godine plantažne starosti, te daljnjem uzgoju crne joha kao glavne vrste.
4. Crna joha osigurava bolji hranidbeni status klonova, povećava ukupni i hidrolizirajući dušik u tlu, kao i količinu dušika u biljkama uz znatno smanjenje učešća korovne vegetacije u mješovitoj kulturi.

LITERATURA – References

- Bormann, B. T., De Bell, D. S., 1981: Nitrogen Content and Other Soil Properties related to Age of Red Alder Stands. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 428-432.
- Burgess, D., Hendrickson, O., 1988: Early Development of Poplar and Willow Clones interplanted with Alder. Worall, J. et al., Univ. B. C., Vancouver: 212-219.
- De Bell, D. S., Radwan, M. A., 1979: Growth of Nitrogen relations of Coppiced Black Cottonwood and Red Alder in Pure and Mixed Plantations. *Bot. Gaz.* 149: 97-101.
- De Bell, D. S., Whitesell, C. D., Schubert, T. H., 1985: Mixed Plantations of *Eucalyptus* and Leguminous Trees Enhance Biomass Production. USDA, Forest Service, 6 p.
- Friedrich, J. M., Dawson, J. D., 1984: Soil Nitrogen Concentration and *Juglans nigra* Growth in Mixed Plots with Nitrogen Fixing *Alnus*, *Eleagnus*, *Laspedeza* and *Robinia* Species. *Canadian Journal of Forestry Research* 14 (6): 317-332.
- Gadgil, R. L., 1978: Biological nitrogen fixation in forestry – research and practice in Australia and

- New Zealand. For. Res. Institute, N. Z. Forest Service: 317-332.
- Hall, R. B., Mc Nabb, H. S. Jr., Maynard, C. A., Green, T., 1979: Toward Development of Optimal *Alnus glutinosa* Symbiosis. Bot. Gaz. 140 (Suppl.): 120-126.
- Heilman, P., Stettler, R. F., 1983: Phytomass Production in Young Mixed Plantations of *Alnus rubra* and Cottonwood in Western Washington. Canadian Journal of Microbiology 28 (8):1007-1013.
- Hendrickson, C., Chatarpaul, L., 1984: Nitrification Potential in Alder Plantation. Can. Jour. of For. Research, Vol. 14, No 4: 543-546.
- Krstinić, A., Komlenović, N., 1986: The effect of Black Alder (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn) on the Growth of White Willow (*Salix alba* L.) Clones. 18 th IUFRO World Congress, Proc. Div. 1, Vol. II: 436-445.
- Krstinić, A., Komlenović, N., Vidaković, M., 1989: Selection of white willow clones (*Salix alba* L.) suitable for growing in mixed plantations with black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Annales Forestales, 15/2: 17-36, Zagreb.
- Krstinić, A., 1994: Genetics of Black Alder (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn.), Annales Forestales, 19/2:33-72, Zagreb.
- Mlinšek, D., 1960: Rast in gospodarska vrednost črne jelše. Pomurske tiskarne u Murskoj Soboti, 32 p.
- Plass, W. T., 1977: Growth and Survival of Hardwoods and Pine Interplanted with European Alder. U. S. Forest Service Res. paper NE - 376, 10 p.
- Trinajstić, I., Komlenović, N., Krstinić, A., Kajba, D., 1991: Dinamika i značenje korovne vegetacije u kulturama bijele vrbe (*Salix alba* L.) i crne johe (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn) na treseno-glejnim tlima Podravine. Fragmenta herbológica Vol. 20, No 1-2:35-47, Zagreb.

SUMMARY: *The aim of this investigation concerning the alder growing in the mixed plantations is to determine the effects of alder-fixed N on the growth of various white willow clones and the selection of genotypes with the best ability of alder-fixed N conversion. It is also important to establish the overall effects of the black alder on the soil and the weed vegetation and to determinate the extent to which alders affect the survival and the production of willow growing in association with them in mixed plantations.*

The experiment involving the plantation of white willow clones with black alder covers an area of 8.66 ha in the northwestern part of Croatia, in Kloštar Podravski. It was set up in the spring of 1980 with white willow clones, aged 1/2, and black alder, aged 1+1, on the peat-clay soil. The white willow plants were planted at a 4 x 4 m spacing. In this experiment the white willow was represented by 24 clones, of which 12 were planted without the black alder as a control plot.

At the plantation age of 8, the white willow and the black alder were felled in portions of the experiment, and after the felling the following test plots were formed.

Plot 1 - Salix alba, 12 clones

Plot 2 - Salix alba, 24 clones with Alnus glutinosa

Plot 3 - Salix alba, 24 clones, A. glutinosa felled

Plot 4 - A. glutinosa, S. alba felled

Up to the plantation age 8, the experiment involving 24 (respectively 12) white willow clones, was designed as a randomized block in 4 replications, with 25 plants per small plot. Black alder was represented by plants of local provenance.

The experiment of the white willow selected clone growing in the mixed culture with the black alder showed that, with the planting spacings of 4 x 4 m and 4 x 1 m for the white willow and the black alder respectively, the influence of the black alder on the white willow clone production is neglectable during the first five years of plantations age. From the fifth to the eight year of planta-

tion age the influence of the black alder on the white willow clone production in terms of positive modifications is significant. Besides, by the black alder presence the amount of weed vegetation is reduced. From the eighth to the tenth year of the plantation age, the black alder influence on the white willow clone growing is very pronounced in terms of negative modifications. This fact is explained by a very keen white willow – black alder competition, resulting in the reduction of their tree crowns that causes the decrease of increment. At the plantation age of 10 – 13, the number of clones with positive modifications is reduced considerably, while at the age of 15 and 17 years this influence is completely lost. The generally valid rule is that with plantation ageing the number of clones with positive modifications reduces.

The arborescent willow clones recommendable for growing in association with the black alder on its habitats in Podravina have been selected, namely: V 161, MB 368, MAđ 40, V 160, Br 1BB, S 86, Rep 2, V 99, 11/1 and V 093.

To improve the white willow growing in the mixed cultures with the black alder, it is suggested that such cultures are established with a 4 x 4 m spacing for the white willow planting and that in every second row the seedlings are planted at a spacing of 4 x 2 m. The black alder would be planted at a 4 x 1,5 m spacing. The first white willow felling will be done at the plantation age of eight years, and this in the rows with the planting at a 4 x 2 m spacing. The planting spacing of the culture then would be 8 x 4 m for the white willow and 4 x 1,5 m for the black alder. At the plantation age of 15 to 20 years, the felling of all other white willow trees would be done. In this way, after the first felling an intermediate yield of the white willow pulp wood be ensured and sufficient light for an undisturbed growth of the black alder would be provided. By using the high current white willow increment from the eight to the fifteenth or twentieth year, the second intermediate yield in logs for the white willow could be achieved, and after the white willow felling the free development of the black alder as the main culture would be made possible.

Key words: mixed plantations, *Salix alba* clones, *Alnus glutinosa*, modification, N-fixation