

RAST I PRIRAST CRNOGA ORAHA (*Juglans nigra* L.) U ISTOČNOJ HRVATSKOJ

GROWTH AND INCREMENT OF BLACK WALNUT (*Juglans nigra* L.) IN EASTERN REGION OF CROATIA

Juro ČAVLOVIĆ*, Krunoslav TESLAK*, Mario BOŽIĆ*,
Dario KREMER**, Zorica SPAJIĆ***

SAŽETAK: U radu je istraživana dinamika rasta i prirasta primjernih stabala crnoga oraha (*Juglans nigra* L.) u kulturama podignutim na području Vukovara u istočnoj Hrvatskoj, gdje se crni orah uzgaja više od jednog stoljeća unutar pojasa najkserotermnije subasocijacije lužnjakovo-grabovih šuma (*Carpino betuli-Quercetum roboris quercetosum cerris* Rauš 1969). Rezultati analize primjernih stabala u mladoj, srednjedobnoj i zreloj sastojini, pokazali su da kulminacija visinskog prirasta nastupa prije 20. godine starosti. U dobi od 50 godina crni orah na staništu I bonitetnog razreda postiže visinu od 30 metara i prsni promjer debla od 30 cm, a kontinuirano volumno prirašćuje i u dobi od 60 do 80 godina. Uspoređujući volumni rast stabala crnoga oraha s drugim vrstama, utvrđeno je da na kvalitetnom staništu crni orah do 60. godine starosti brže raste i bolje prirašćuje od hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), poljskog jasena (*Fraxinus angustifloa* Vahl) i crne johe (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), kao i od unešenog pensilvanskog jasena (*F. pennsylvanica* Marshall). Utvrđena dinamika rasta i prirasta, ciljana proizvodnja furnirskih trupaca te postojeći način gospodarenja, upućuju na duže sječive zrelosti u odnosu na Sjevernu Ameriku.

Ključne riječi: crni orah, rast, prirast

UVOD – Introduction

U uvjetima konstantnog narušavanja vodnog režima na prirodnim staništima hrasta lužnjaka (Prpić 2001, 2003, Prpić *et al.* 1997) i smanjenja prirasta kao indikatora tih promjena (Pranjić & Lukić 1989), problem obnove i sanacije lužnjakovih sastojina postaje sve izraženiji (Čavlović 1999, Čavlović *et al.* 2006). Pri sanaciji staništa čija je stabilnost narušena, nameće se pitanje prikladnosti pojedinih domaćih i stra-

nih vrsta za ostvarivanje ciljeva proširene biološke produkcije. Crni orah, vrsta poznata po vrlo vrijednom i dekorativnom drvetu (Bručić *et al.* 2000), prisutna je u hrvatskom šumarstvu već više od jednoga stoljeća unutar područja najkserotermnije subasocijacije (Rauš *et al.* 1992) lužnjakovo-grabovih šuma (*Carpino betuli - Quercetum roboris quercetosum cerris* Rauš 1969).

Crni orah počinje se uzgajati devedesetih godina 19. stoljeća u Baranji, a vrlo brzo i na Vukovarskom vlastelinstvu. U prvoj Osnovi gospodarenja za vlastelinske šume iz 1905. godine piše da se mješovite visoke šume manje vrijednih vrsta drveća trebaju pretvarati u čiste sastojine hrasta lužnjaka, te da se nastavi s osnivanjem mješovitih sastojina crnoga oraha (Sevnik 1926). Povećanje učešća crnog oraha na području vlastelinstva posljedica je s jedne strane sušenja lužnjakovih sastojina uslijed napada insekata (gubara,

* Izv. prof. dr. sc. Juro Čavlović, Krunoslav Teslak, dipl. ing., doc. dr. sc. Mario Božić, šum., Zavod za izmjeru i uređivanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, e-mail: cavlovic@sumfak.hr; bozic@sumfak.hr; kteslak@sumfak.hr.

** Dr. sc. Dario Kremer, Farmaceutski Botanički vrt Fran Kušan, Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Schrottova 39, Zagreb, e-mail: dkremer@pharma.hr.

*** Zorica Spajić, dipl. ing. šum., Fra Grge Martića 52, 88240 Posušje, BiH.

zlatokraja, hrastovog prelca) i gljiva (pepelnice), a s druge strane Presslerove teorije o najvećoj zemljišnoj renti. Zbog Presslerove teorije šumarski stručnjaci manje vrijedne vrste drveća, koje nisu mogle izdržati konkurenciju poljoprivrednih kultura, zamjenjuju kulturama crnog oraha (Sevnik 1926, Krajina 1973).

Potvrđivanje opravdanosti introdukcije neke strane vrste treba se temeljiti na utvrđivanju obilježja rasta i prirasta dotične vrste u novim stanišnim uvjetima. Općenito, poznavanje dinamike rasta i prirasta sastojine osnova je za planiranje prorednih zahvata, te određivanje odgovarajuće zrelosti sastojine za obnovu.

Na prirast pojedinih stabala utječu razni ekološki čimbenici (opskrba hranjivom, svjetlom i vodom), genetske predispozicije stabala, starost, stanje krošnje, razna oštećenja, te uzgojni postupci (Becker 1991). Obilježja rasta i prirasta pojedinačnih stabala, ma koliko god ona bila dobar reprezentant populacije, ne mogu se u potpunosti prenijeti na sastojinu. U slučajevima

kada ne postoje stalne pokusne plohe za sustavno praćenje razvoja elemenata strukture sastojine, analiza rasta primjernih stabala je način za utvrđivanje osobitosti rasta i prirasta određene vrste drveća (Pranjić 1975). Kako je to slučaj s kulturama crnoga oraha, na području istočne Hrvatske, metoda analize reprezentativnih stabala korištena je u ovome radu.

Cilj rada je na temelju analize procesa rasta i prirasta reprezentativnih stabala crnoga oraha različite starosti utvrditi preliminarne rezultate koji ukazuju na osnovna obilježja rasta i prirasta crnoga oraha na području istočne Hrvatske. Isto tako, cilj je dobivena obilježja rasta i prirasta volumena stabala crnog oraha usporediti s postojećim rezultatima rasta i prirasta stabala naših najznačajnijih vrsta nizinskih šuma (hrast lužnjak, poljski jasen, crna joha) kao prilog raspravi o opravdanosti introdukcije i važnosti crnoga oraha na području Podunavlja.

MATERIJAL I METODE – Material and methods

Terenska istraživanja provedena su u kulturama crnoga oraha u Gospodarskoj jedinici “Jelaš”, Šumarija Vukovar, Uprava šuma Podružnica Vinkovci. Gospodarska jedinica “Jelaš” smještena je na zapadnim obroncima Fruške gore, na brežuljkastom terenu čija nadmorska visina postupno opada od sjevera prema jugu, od 132 m do 115 m nadmorske visine. Matični supstrat na najvećem je dijelu kontinentalni prapor, a na manjem močvarni prapor na kojemu se razvio černozelem, te manjim dijelom i eutrično smeđe tlo. Na ovome području nema bara u kojima bi se dulje zadržavala voda, uzrokujući zamočvarenje staništa. Prema Köppenovoj klasifikaciji klima istraživanog područja pripada klimatskom tipu Cfbwx. To je umjerenom toplom klimom s jednolično raspoređenim oborinama tijekom godine. Srednja godišnja količina oborina iznosi 660,6 mm. U takvim stajbinjskim uvjetima razvija se najkserotermnija zajednica lužnjakovih šuma: šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s cerom (*Carpino betuli* - *Quercetum roboris quercetosum cerris* Rauš 1969) koja potencijalno zauzima 96 % obrasle površine.

Ukupna površina Gospodarske jedinice “Jelaš” iznosi 1763,42 ha, a od toga na obraslu površinu otpada 1718,08 ha. Uređajni razred sjemenjače crnoga oraha zauzima 509,09 ha, što je 34 % obrasle površine. Upravo sjemenjače crnoga oraha predstavljaju najkvalitetnije sastojine na području ove gospodarske jedinice, a nastale su sjetvom sjemena oraha u redove na prethodno pripremljenom šumskom ili poljoprivrednom zemljištu. U plugom izorane brazde na međusobnom razmaku od 2, 4 pa i više metara, sijan je na svakih 20 cm po jedan plod oraha, na prosječnoj dubini od 10 do 20 cm. Tijekom sljedeće tri godine između redova crnoga oraha

uzgajane su poljoprivredne kulture, a nakon toga je međuredno u mješovitim kulturama najčešće sađen bagrem (mlađe sastojine), odnosno cer i hrast lužnjak (starije sastojine). Budući da je osnovom gospodarenja predviđena zamjena manje vrijednih vrsta (cer, bagrem) crnim orahom, kao i obnova tijekom rata devastiranih sastojina, očekuje se daljnje povećanje udjela uređajnog razreda crnoga oraha na području ove gospodarske jedinice.

Za obaranje primjernih stabala odabrane su tri sastojine različite starosti i različitih sastojinskih prilika. Iz skupina: 1) čiste sastojine crnoga oraha I dobnog razreda; 2) čiste sastojine crnoga oraha III dobnog razreda; 3) mješovite sastojine u kojima crni orah nije glavna vrsta drveća glede udjela u omjeru smjese, po načelu slučajnosti (tablica slučajnih brojeva) odabrana je po jedna sastojina.

U svakoj sastojini odabrano je i oboreno po jedno stablo u debljinskom stupnju srednjeplošnog stabla na sljedeći način. U središnjem dijelu odsjeka iskolčena je točka na način da je odmjerena polovica dužine “poludijagonale” odsjeka kretanjem od krajnje jugozapadne granice po azimutu od 45°. Stablo crnog oraha koje se po svom promjeru nalazi unutar debljinske klase ± 1 cm od promjera srednje plošnog stabla za crni orah iz obrasca O-2, a koje je po svom položaju bilo najbliže iskolčenoj točki, uzeto je za analizu. U mladoj sastojini (ne postoje podaci izmjere u obrascu O-2) izvršena je izmjera stabilaca na 6 ploha radi utvrđivanja promjera srednjeplošnog stabla crnoga oraha.

Osnovni taksacijski elementi sastojina u kojima su uzeta primjerna stabla te podaci primjernih stabala prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Taksacijski elementi sastojina u kojima su uzeta primjerna stabla te podaci primjernih stabala crnog oraha.
 Table 1. Measurement elements of randomly selected stands and data of sample black walnut.

Značajke sastojina – Characteristic of stands				
Uredajni razred: Sjemenjače <i>Management class: High forest of</i>		Crnoga oraha – <i>Black walnut</i>	Cera – <i>Turkey oak</i>	Crnoga oraha – <i>Black walnut</i>
Odsjek – <i>Subcompartment</i>		22d	14a	24i
Starost – <i>Age</i>	godina <i>years</i>	52 (48+4)	80 (76+4)	6 (2+4)
Površina – <i>Area</i>	ha	1,20	30,57	6,52
Bonitet – <i>Site class</i>		I	II	I
Udio crnog oraha <i>Content of black walnut</i>	%	95	27	100
Drvena zaliha <i>Growing stock</i>	m ³ /ha	237,5	251,98	–
Srednje plošno stablo <i>Mean basal area tree</i>	cm	29	30*	4,6
Značajke stabala – Characteristic of stems				
Stablo – <i>Stem</i>		A	B	C
Starost – <i>Age</i>	godina <i>years</i>	51	61	10
Prsni promjer <i>Breast height diameter</i>	cm	29,6	29,2	4,9
Visina – <i>Height</i>	m	29,10	24,15	6,90
Broj kolutova <i>Number of cross sections</i>		29	25	7

* srednje plošno stablo populacije stabala crnog oraha u sastojini

Stablo “A” odabrano je u 52-godišnjoj čistoj kulturi crnoga oraha s pokojim stabalcem bagrema. Interesantno je da je srednje-plošno stablo crnoga oraha (srednji promjer se odnosi na populaciju stabala crnoga oraha u sastojini) uzeto u mješovitoj sastojini cera, crnoga oraha, hrasta lužnjaka, poljskog jasena i ostale tvrde bjelogorice (OTB), za 19 godina mlađe od starosti sastojine prema O-2. Razlog tomu je vjerojatno u činjenici da su pojedini dijelovi sastojine uslijed slabije obnovljenih dijelova domaćim vrstama, naknadno popunjavani unošenjem crnoga oraha. Reprezentativnom stablu crnoga oraha (stablo “C”) u mladoj sastojini analizom je utvrđena starost od 10 godina. To ne odgovara podatku o starosti sastojine dobivenom prema Osnovi gospodarenja, koji je s obzirom na analizirano srednesastojinsko stablo upitan.

Analiza kolutova obavljena je Laboratoriju Zavoda za izmjeru i uređivanje šuma šumarskog fakulteta u Zagrebu. Da bi očitavanje godova bilo točnije, referentna (visina prereza) strana kolutova obrađena je blanjalicom, a zatim su na toj strani olovkom povučena tri radijusa na međusobnom razmaku od 120°. Početni radijus označen je u smjeru sjevera obilježenog na stablu, odnosno na svakom pojedinom kolutu. Izmjera širine godova obavljena je na sva tri označena radijusa na digitalnom poziciometru marke “LEGA”. Uređaj godove oči-

tava optički i automatski unosi u računalno (Pranjić & Lukić 1997). Dobiveni podaci su nakon toga uneseni u računalni program Excel 6.0. Za svaki kolut izračunata je prosječna širina godova za razdoblje (periode) širine pet godina. Analiza stabla provedena je u programu EDAS (Marjanović 2004), napravljenom u tabličnom kalkulatoru Excel 6.0. Na osnovi širine pojedinog razdoblja (periode), broja perioda na pojedinim presjecima i pripadajućim starostima, program EDAS izračunava i grafički prikazuje procese rasta i prirasta (visinski, debljinski, kružno-plošni, te volumni rast i prirast) analiziranog stabla. Izjednačenje krivulja rasta u programskom paketu Statistica 6.0. provedeno je Terazakijevom funkcijom rasta (prema Pranjić i Lukić 1997), prema formuli:

$$y = b_0 e^{-b_1/t} \quad (1)$$

gdje su b_0 i b_1 parametri, e je baza prirodnog logaritma, a t starost. Konačan rezultat su izjednačene krivulje rasta, a na temelju njih i prirasta.

Nakon toga volumni rast analiziranih stabala crnoga oraha uspoređen je s volumnim rastom triju domaćih, gospodarski značajnih vrsta nizinskih šuma (hrast lužnjak, poljski jasen i crna joha), kao i s jednom alohtonom vrstom, pensilvanskim jasenom (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall). Za poljski i pensilvanski jasen uzet je

prosjek izjednačenih krivulja rasta više stabala iz odsjeka 24b u Gospodarskoj jedinici Banov dol, Šumarija Cerna (Kremer *et al.* 2005). Podaci o volumnom rastu hrasta lužnjaka odnose se na jedno analizirano stablo uzeto u NPŠO Lipovljani (Klepac 1963), a podaci za

crnu johu kao prosjek izjednačenog volumnog rasta i prirasta više stabala u Podravini (Gla va č 1960 prema Klep cu 1963).

REZULTATI S RASPRAVOM – Results and discussion

Analiza stabla prikazuje cjelokupan razvoj stabla tijekom njegova života pod utjecajem okolišnih prilika (klimatskih, geomorfoloških) u kojima ono raste, te djelovanja čovjeka (prorede, vodotehnički zahvati) na taj razvoj.

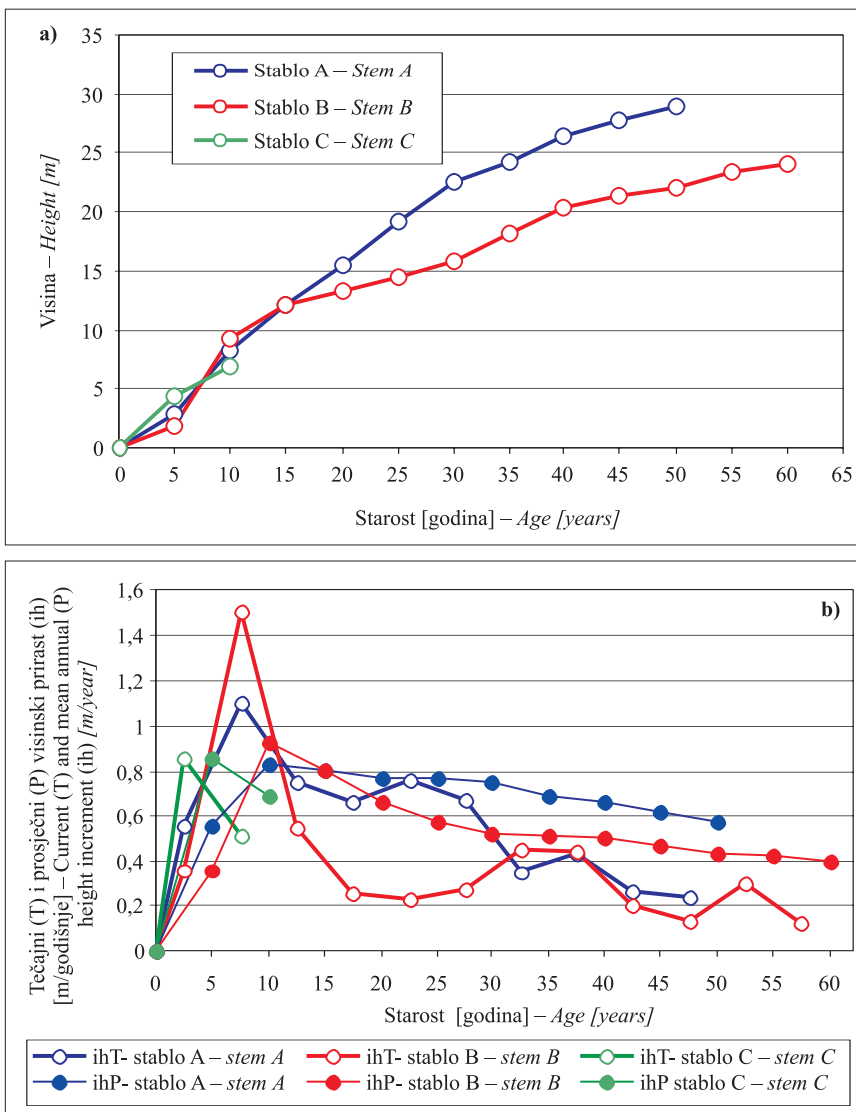
Analiza visinskog rasta i prirasta crnog oraha

Krivulje rasta te tečajnog i prosječnog prirasta pojedinih stabala u visinu (dobivene programom EDAS) skupno su prikazane na slici 1a i 1b. S obzirom da sta-

bla ne rastu u mirnom okolišu, krivulje rasta nisu glatke te se na njima mogu uočiti oscilacije u razvoju stabla djelovanjem ekoloških prilika, ali i čovjeka, što je osobito izraženo u kulturama. Mjerama njege nastoje se izbjeći velike oscilacije u razvoju stabala te postići optimalan prirast tijekom cijele ophodnje. Iz neizjednačenih krivulja rasta može se vidjeti da promatrana stabla nisu rasla u sastojinama u kojima su provedene zadovoljavajuće i pravodobne mjere njege. Osobito je to vidljivo kod stabla "B" koje je raslo na lošijem bonitetu i u mješovitoj sastojini u kojoj crni orah sudjeluje u smjesi sa svega 27 % i gdje je pritisak konkurentskih vrsta izrazitiji (slika 1).

Na slici 2 prikazane su izjednačene krivulje rasta te iz njih dobivene krivulje prirasta. Koeficijenti determinacije izjednačenih krivulja rasta iznose 96,05–99,02 % za rast stabla u visinu, 97,99–99,51 % za rast prsnog promjera, 97,35–99,54 % za rast temeljnice te 98,78–99,70 % za rast volumena stabala.

Analizirajući rast visine pojedinih stabala može se jasno uočiti razlika u rastu visine između stabala "A" i "B" (slika 2a). Krivulju rasta visine stabla "A" znatno je strmija od krivulje rasta stabla "B". Razlika je vjerojatno posljedica toga što je stablo "A" raslo na I bonitetu u čistoj kulturi crnoga oraha, dok je stablo "B" raslo na II bonitetu u mješovitoj sastojini, gdje je konkurencija autohtonih vrsta (cer, jasen, hrast lužnjak) znatno veća. Ovdje treba imati u vidu i činjenicu da je ono i dvadesetak godina mlađe od stabala drugih (zastupljenijih) vrsta drveća. Uspoređujući krivulju rasta u visinu stabla "A" s krivuljama "stanišnih indexa" kultura crnoga oraha u Sjevernoj Americi (Schlesinger & Funk, 1977), može se utvrditi da se nalazi iznad najviše krivulje spomenutih "stanišnih indeksa". To ukazuje na visoki poten-



Slika 1. Krivulje rasta (slika 1a), odnosno tečajnog i prosječnog prirasta (slika 1b) visine analiziranih stabala crnoga oraha.

Fig. 1. Curves of height growth (Fig. 1a), current and mean annual height increment (Fig. 1b) of analyzed black walnut trees.

cijal staništa za crni orah u istočnoj Hrvatskoj, jednak ili veći u odnosu na neke zemlje Europe (Hrib *et al.*, 2003, Nicolescu, 1998).

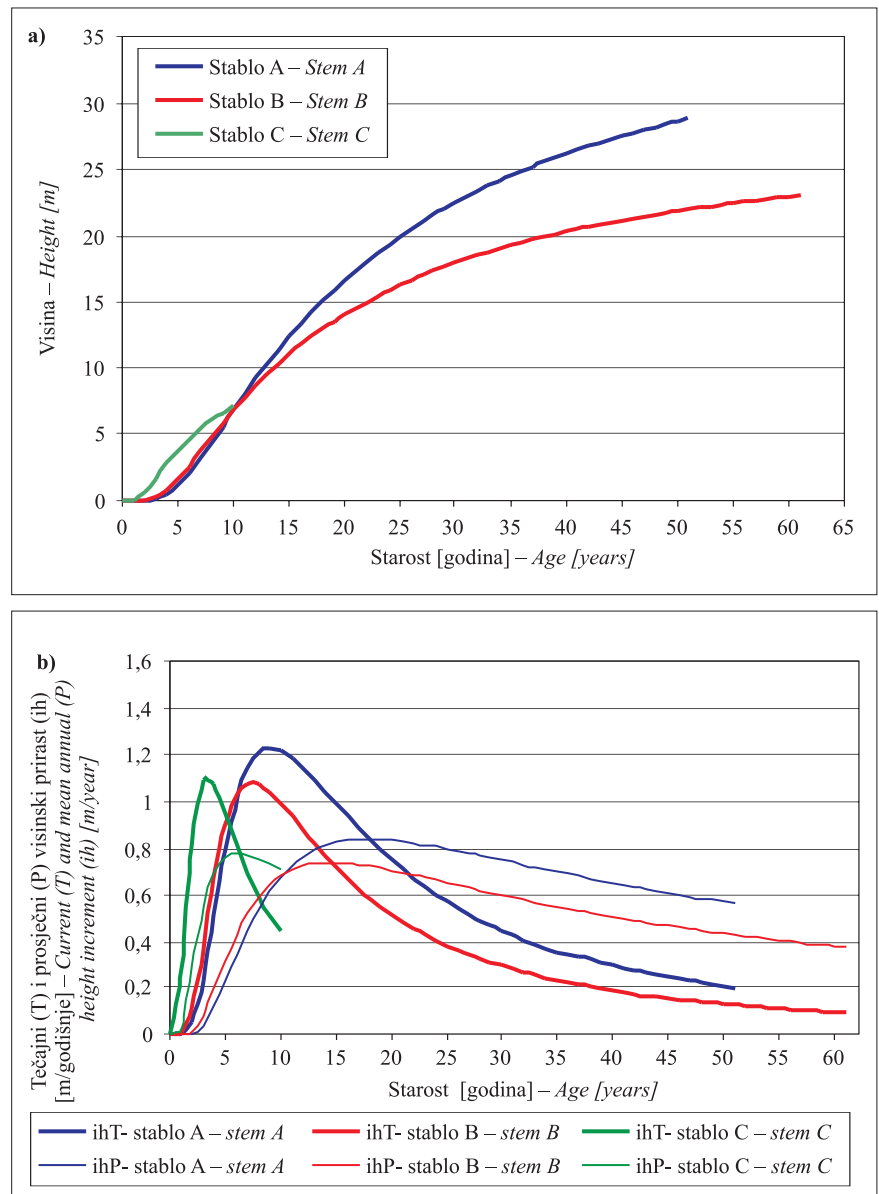
Ako se detaljnije promatra rast visine stabala "B", vidljivo je da je u početku (do 13 godina) taj razvoj bio ubrzan, nakon čega dolazi do naglog opadanja i usporavanja visinskog rasta. Vjerojatno je analizirano stablo u dobi od 12 do 13 godina izgubilo povoljan položaj u sastojini, odnosno prerasla su ga okolna konkurentska stabla, te mu onemogućila normalan rast u visinu.

Generalno analizirajući visinski prirast crnoga oraha, može se zaključiti da je on u mladosti vrlo velik, čak više od jednog metra godišnje. Kulminacija visinskog prirasta nastupa prije desete godine života stabala (slika 2b). Tako kod stabla "A" kulminacija tečajnog godišnjeg prirasta stabla u visinu nastupa u 9. godini i iznosi 1,23 m, kod stabla "B" u 7. godini i iznosi 1,08 m (Tablica 2), te kod stabla "C" već u 3. godini i iznosi 1,10 m. Kulminacija prosječnog visinskog prirasta kod stabla "A" se događa u 18. godini i iznosi 0,84 m godišnje, kod stabla "B" u 15. godini i iznosi 0,74 m godišnje, a kod stabla "C" već u 6. godini i iznosi 0,78 m (Tablica 2). Stablo "A" u 51. godini ima visinu od 29,1 m, a stablo "B" u dobi od 61 godine 24,2 m. Obrazloženje razlika visinskog rasta dva navedena stabla temelji se na različitosti kvalitete staništa te sastojinskih uvjeta u kojima su stabla rasla. S druge strane, rast stabla "C" u visinu je daleko iznad rasta stabala "A" i "B" tijekom prvih 10 godina njihova života. Pitanje je u kojoj je mjeri to razlika između genetskih razlika između tri pojedinačna stabla, razlika u sastojinskim prilikama u neposrednom okolišu stabala tijekom njihova razvoja, ili u kojoj mjeri se radi o izmjeni stanišnih uvjeta u korist crnoga oraha u odnosu na razdoblje prije 50–60 godina.

Analiza debljinskog rasta i prirasta crnoga oraha

Na slikama 3a i 3b prikazane su izjednačene krivulje rasta te tečajnog i prosječnog prirasta prsnoga promjera primjernih stabala.

Analizirajući rast prsnog promjera pojedinih stabala može se jasno uočiti razliku u rastu prsnog promjera



Slika 2. Izjednačene krivulje rasta (slika 2a), odnosno tečajnog i prosječnog prirasta (slika 2b) visine analiziranih stabala crnoga oraha.

Fig. 2 Fitted curves of height growth (Fig. 2a), and current and mean annual height increment (Fig. 2b) of analyzed black walnut trees.

između stabala "A" i "B" (slično kao kod rasta stabala u visinu). Iz slike 3a jasno se vidi da prsni promjer srednjih stabala sastojine u dobi od 50 godina iznosi oko 25 cm. To je dvostruko manje u odnosu na kulture crnoga oraha u Sjevernoj Americi, gdje se u toj dobi postižu promjeri od preko 50 cm (Phares, 1973, Schlesinger & Funk, 1977). Takva razlika može se objasniti velikim početnim brojem biljaka prilikom podizanja kulture i manje intenzivnim gospodarenjem u odnosu na kulture crnoga oraha u Sjevernoj Americi. Krajin (1973) napominje da bi se uz optimalan broj stabala u našim prilikama, dimenzije furnirske oblovene mogle postići u dobi od oko 60 godina, a da bi se s obzirom na dugovječnost i intenzitet prirasta mogao s

uspjehom uzgajati i u ophodnjama preko 150 godina.

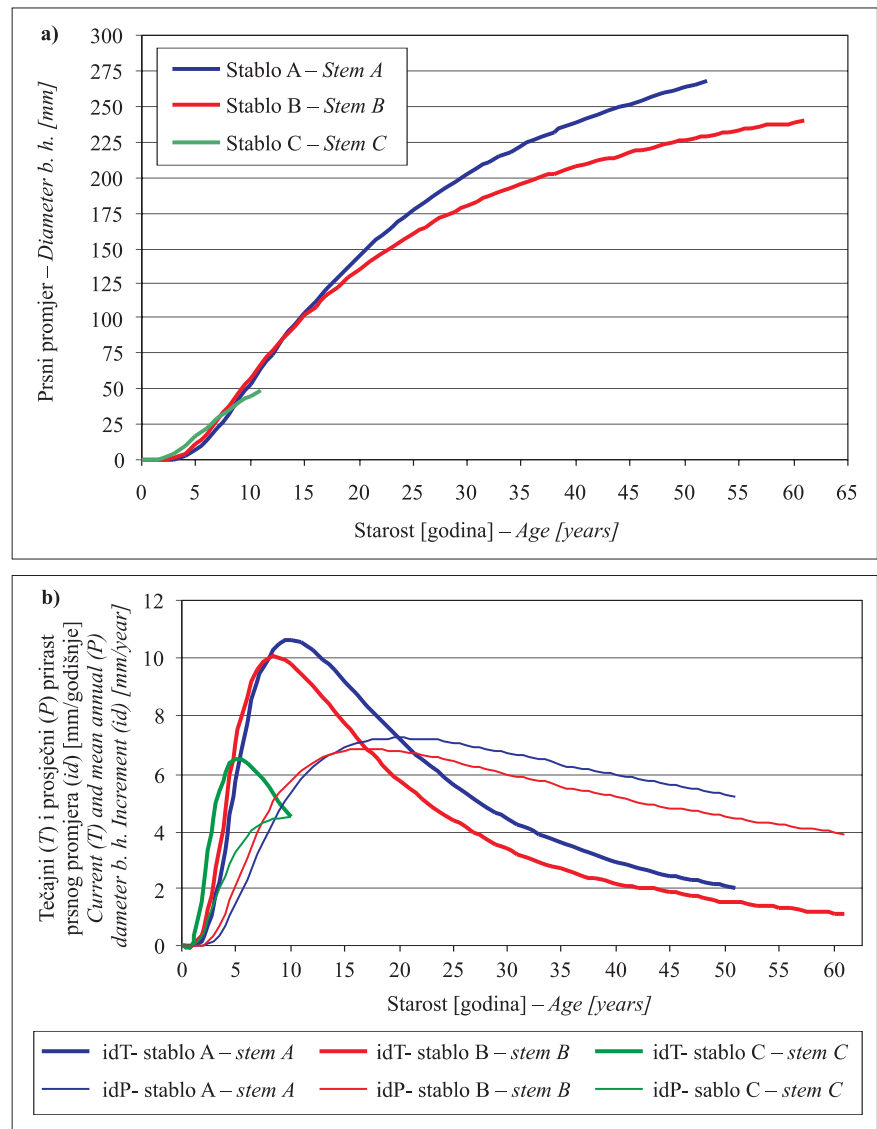
Generalno analizirajući prirast prsnog promjera primjernih stabala crnoga oraha može se zaključiti da je on u vrijeme kulminacije relativno visok, nešto viši od jednog centimetra godišnje. Kulminacija prirasta prsnog promjera događa se u prvih deset godina života stabala. Tako se kod stabla "A" kulminacija tečajnog godišnjeg prirasta događa u 10. godini i iznosi 10,6 mm, kod stabla "B" u 9. godini i iznosi 10,0 mm, te kod stabla "C" u 5. godini i iznosi 6,5 mm. Kulminacija prosječnog prirasta kod stabla "A" događa se u 20. godini i iznosi 7,2 mm godišnje, kod stabla "B" u 17. godini i iznosi 6,9 mm godišnje (Tablica 2).

Činjenica da prosječni debljinski prirast analiziranih stabala u dobi od 50 godina iznosi 0.5 cm (stablo "A") ili nešto manje (stablo "B"), ukazuje na slabu dinamiku rasta srednjeg prsnog promjera u odnosu na kulture crnoga oraha u Sjevernoj Americi, gdje prosječni debljinski prirast u dobi od 50 godina iznosi do 1 cm. Gospodarenje s manjim početnim brojem stabala pri osnivanju kulture, intenzivnijim njegama i pravovremenim poredama odgovarajućeg intenziteta dovelo bi do ujednačenijeg i većeg debljinskog prirasta i njegove akumulacije na manjem broju odabranih stabala. Kako kod orahovine kvaliteta nije uvjetovana širinom goda, sklop treba održavati samo u tolikoj mjeri da se izbjegne pretjerana granatost stabala.

Krivulje rasta i prirasta temeljnice poslužile su za volumnu analizu te se ovdje ne razmatraju zasebno.

Analiza volumnog rasta i prirasta crnoga oraha

Općenito, rast volumena stabla kao rezultat rasta promjera i visine stabla odvija se sporije (Slika 4a, b). Kako se stablo "A" razvijalo na kvalitetnijem staništu i povoljnijim sastojinskim uvjetima, njegov volumni rast i prirast intenzivniji je u odnosu na stablo "B". Stablo "C" premlado je da bi se mogli donositi zaključci o volumnom prirastu. Kod stabla "A" volumni tečajni godišnji prirast kulminirao je u 26-oj godini i iznosi 0,019 m³, kod stabla "B" u 39-oj godini i iznosi 0,015 m³. Međutim, do kulminacije prosječnog volumnog prirasta još uvijek nije došlo ni kod stabla "A" ni kod



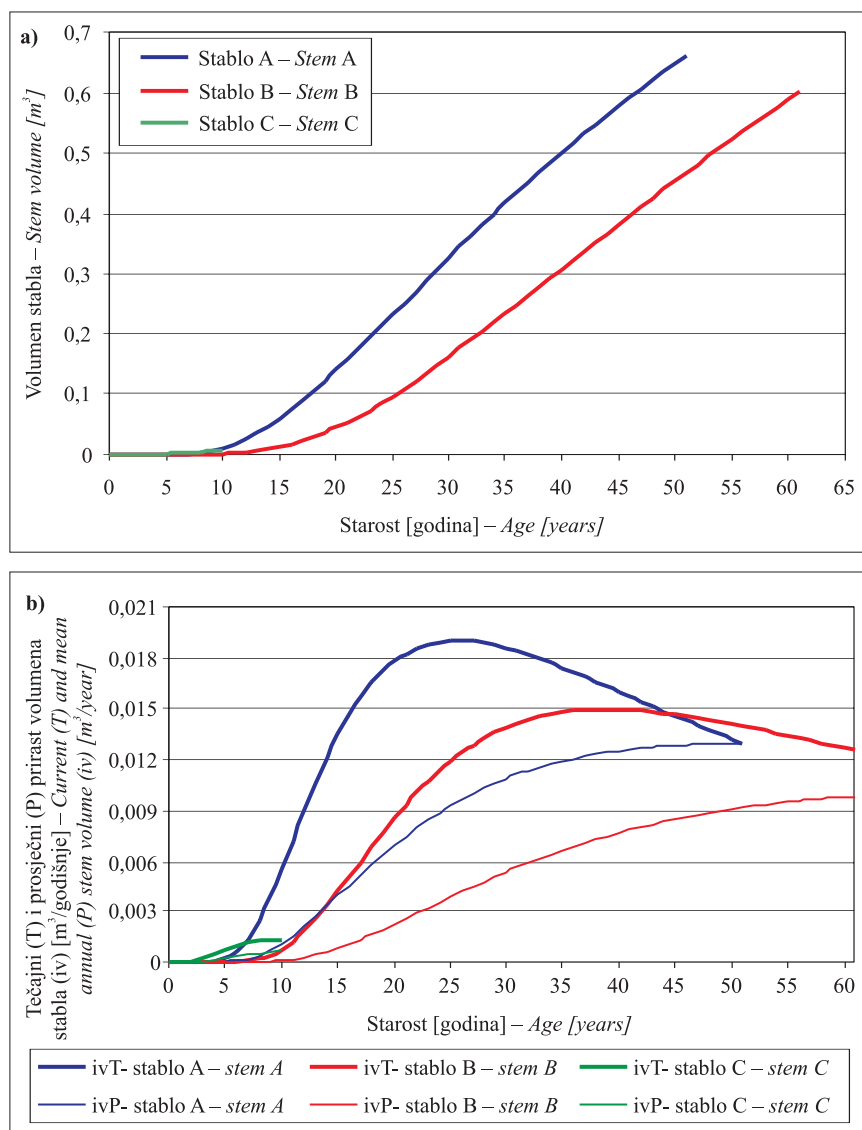
Slika 3. Izjednačene krivulje rasta (slika 3a), odnosno tečajnog i prosječnog prirasta (slika 3b) prsnog promjera analiziranih stabala crnoga oraha.

Fig. 3 Fitted curves of d. b. h. growth (Fig. 3a), and current and mean annual d. b. h. increment (Fig. 3b) of analyzed black walnut trees.

stabla "B". To znači da se maksimalni volumni prirast primjernih stabala, a posebno kvaliteta i vrijednost volumnog prirasta trebao tek dogoditi u budućem razdoblju, u kojemu bi se postigla odgovarajuća zrelost.

U Tablici 2 su prikazani podaci maksimalnih vrijednosti tečajnog i prosječnog prirasta visine, promjera, temeljnice i volumena primjernih stabala "A" i "B", kao i vrijeme kulminacije pojedinog prirasta.

Poznato je da najprije dolazi do kulminacije visinskog, zatim debljinskog, kružnoplavnog, pa onda volumnog prirasta. Ovi rezultati potvrđuju literaturne navode, uz naznaku da se kulminacija visinskog i debljinskog prirasta primjernih stabala crnoga oraha događaju gotovo istovremeno, u ovom slučaju u razmaku od svega jedne godine.



Slika 4. Izjednačene krivulje rasta (slika 4a), odnosno tečajnog i prosječnog prirasta (slika 4b) volumena analiziranih stabala crnoga oraha.

Fig. 4 Fitted curves of volume growth (Fig. 4a), current and mean annual volume increment (Fig. 4b) of analyzed black walnut trees.

Tablica 2. Maksimalne vrijednosti (i_{max}) tečajnog (iT) i prosječnog (iP) prirasta te vrijeme kulminacije prirasta (t).

Table 2 Maximal values (i_{max}) of current (iT) and mean annual (iP) increment and related stem age in increment culmination time (t).

Prirast – Increment		Stablo A – Stem A				Stablo B – Stem B			
		ih [m]	id [mm]	ig [m²]	iv [m³]	ih [m]	id [mm]	ig [m²]	iv [m³]
iT	i_{max}	1,23	10,6	0,0016	0,0190	1,08	10,0	0,0012	0,0150
	t [godina]	9	10	20	26	7	9	20	39
iP	i_{max}	0,84	7,2	0,0011	-*	0,74	6,9	0,0008	-*
	t [godina]	18	20	39	-*	15	17	41	-*

* - u promatranom razdoblju nije nastupila kulminacija

Usporedba volumnog rasta stabala crnoga oraha i nekih odabranih bjelogoričnih vrsta

Na slici 5 prikazan je odnos rasta volumena pri-

mjernih stabala crnoga oraha introduciranog u istočnoj Hrvatskoj, u usporedbi s odabranim značajnim autohtonim vrstama, te također na tom području introduci-

ranim pensilvanskim jasenom. Usporedba je načinjena u rasponu raspoloživih podataka (starosti) za crni orah.

Vidljivo je da na kvalitetnom staništu crni orah (stablo "A") do 50. godine pokazuje intenzivniji volumni rast od hrasta lužnjaka. Poslije 50. godine volumni rast oraha opada, dok hrast lužnjak kao izrazito dugovječna vrsta drveća nastavlja izrazito dobro volumno prirašćivati.

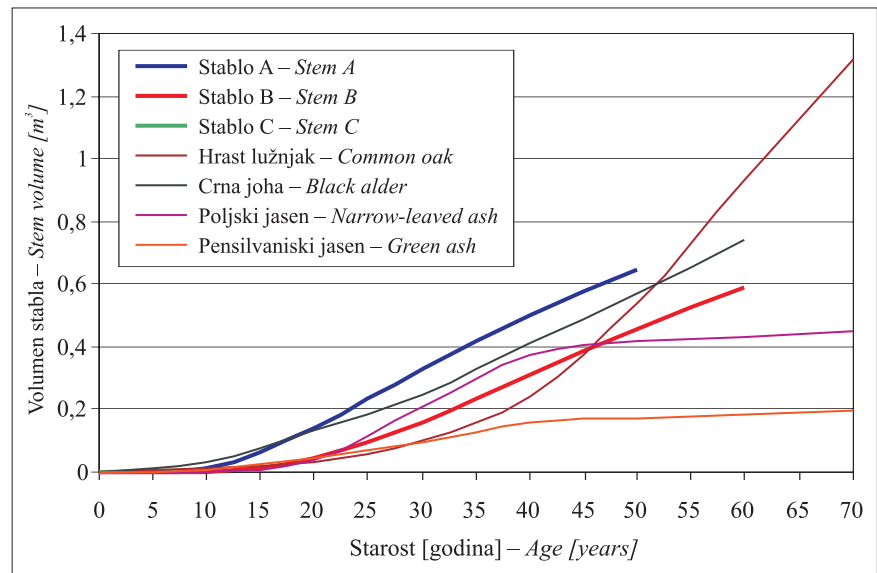
Za usporedbu s jasenom uzeti su podaci koji su dobiveni analizirajući rast i razvoj poljskog i pensilvanskog jasena na obližnjem lokalitetu Šumarje Cerna.

Uspoređujući krivulje rasta, može se uočiti da je rast volumena stabla crnoga oraha intenzivniji i dugotrajniji u odnosu na stablo poljskog jasena, a posebno u odnosu na stablo pensilvanskog jasena.

Dinamika volumnog rasta crnoga oraha pokazuje najveću sličnost s dinamikom rasta crne joha. Međutim, rast volumena stabla crnoga oraha u cijelosti je intenzivniji, osim tijekom prvih 20 godina.

Uspoređujući crni orah s najznačajnijim bjelogoričnim vrstama koje rastu na staništima nizinskih šuma u Hrvatskoj, može se reći da crni orah do 50. godine intenzivnije prirašćuje od hrasta lužnjaka i poljskog jasena kada raste na najkvalitetnijem staništu. Prema Hermanu (1971) na prikladnim stojbinama crni orah prirašćuje bolje nego hrast i jase. Na lošijem staništu u mješovitoj sastojini volumni rast crnoga oraha je na razini rasta hrasta lužnjaka i poljskog jasena.

Na osnovi obilježja krivulja rasta analiziranih pojedinačnih stabala crnoga oraha, može se reći da je dinamika rasta slična crnoj johi, s razlikom što se taj rast može podržavati dulje, a drvo je daleko vrijednije. Na kvalitetnom



Slika 5. Usporedba volumnog rasta analiziranih stabala crnoga oraha s volumnim rastom odabranih bjelogoričnih vrsta.

Fig. 5 Comparison of volume growth of analyzed black walnut trees with volume growth of selected deciduous species.

staništu postiže visinu od preko 30 metara već oko 50. godine života, dok je rast promjera slabiji u odnosu na kulturu u Sjevernoj Americi (sustav gospodarenja). S time u vezi je i rast volumena primjernih stabala kod kojih prosječni volumni prirast još nije dosegnuo svoju maksimalnu vrijednost tijekom 51, odnosno 61 godinu života. Prema utvrđenoj dinamici rasta primjerna bi stabla kulminaciju volumnog prirasta mogla postići oko 70–80-te godine života. Hrib (2003) u svojim istraživanjima crnoga oraha u Češkoj navodi da kulminacija volumnog prirasta nije nastupila ni u 110-oj godini.

Generalno, crni orah je vrlo zahvalna i vrijedna vrsta drveća, potencijalno dobrog prirasta, vrlo brzo oblikuje sastojinu, podnosi zasjenu, u gustom sklopu stvara pravno, dugo deblo s malom i kratkom krošnjom, ima velik reprodukcijski potencijal jer vrlo rano postiže fiziološku zrelost, te kontinuirano proizvodi vrlo kvalitetan drveni volumen na staništima suviše suhim za hrast lužnjak.

ZAKLJUČAK – Conclusion

Na temelju rezultata provedenih istraživanja rasta i prirasta primjernih stabala crnoga oraha, uz ogradu da se dobivena obilježja rasta i prirasta ne mogu u potpunosti generalizirati bez dodatnog proširenja istraživanja, te na temelju ranije iznesenog, mogu se istaknuti sljedeći zaključci:

Rezultati analiziranih stabala ukazuju da crni orah u okolišnim uvjetima istočne Hrvatske postiže maksimalan visinski prirast oko 10. godine starosti. U dobi od 50 godina na I bonitetu postiže visinu od oko 30 m i

prsni promjer od oko 30 cm, a intenzivan volumni prirast se može očekivati i iza dobi od 60 godina.

Uspoređujući rast primjernih stabala crnoga oraha s drugim vrstama u našim uvjetima može se zaključiti da na kvalitetnom staništu crni orah do 60. godine starosti intenzivnije raste i bolje prirašćuje od promatranih autohtonih listača. Nakon 60. godine starosti, obzirom na trend krivulje volumnog rasta, stabla hrasta lužnjaka na za njega najkvalitetnijem staništu i uz duge ophodnje postiže veći volumni prirast od crnoga oraha.

Namjena kultura crnog oraha koja se odnosi ponajprije za proizvodnju furnirskih trupaca, utvrđena dinamika rasta i prirasta primjernih stabala crnoga oraha i postojeći način gospodarenja (mali srednji promjer zrelih sastojina), činjenice su koje upućuju na dužu sječivu zrelost kultura crnoga oraha u Hrvatskoj (uz postojeću početnu gustoću sadnje te dinamiku i intenzitet proreda) u odnosu na one u Sjevernoj Americi (Čavlović *et al.*, rad u objavi).

Uzgojne mjere njege, a osobito pravovremene prorede odgovarajućih intenziteta, uvelike mogu doprinijeti

boljem prirašćivanju, te im treba pridati znatno veću pozornost pri gospodarenju kulturama crnoga oraha.

Sastojine (kulture) crnoga oraha u nizinskim šumskim sustavima u Hrvatskoj, osobito mješovite, uz svoje visoke proizvodnosti vrlo vrijednog drvnog volumena, imaju i posebnu ekološku funkciju u pogledu biološke raznolikosti i upotpunjavanja s hrastom lužnjakom, dolazeći na staništima previše suhim za hrast.

ZAHVALA – Acknowledgements

Na velikoj pomoći pri obavljanju terenskog dijela istraživanja zahvaljujemo djelatnicima Šumarije Vukovar, Uprava šuma Podružnica Vinkovci, Hrvatske

šume d.o.o. Zagreb, kao i mr. sc. Hrvoju Marjanoviću na ustupljenom programu EDAS.

LITERATURA – References

- Becker, M., 1991: Impact of climate, soil and silviculture on forest growth and yield. In: Landmann, G. (ed.), French research into forest decline. Ecole nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, 23–38, Nancy.
- Bruči, V., A. Kopljar, V. Jambrečić, 2000: Iskorištenje američke orahovine u proizvodnji rezanog furnira, *Drvna ind.* 51(1): 19–26, Zagreb.
- Čavlović, J., 1999: Management of floodplain and lowland forests in Croatia. *Ekologia-Bratislava* 18 (1): 164–176.
- Čavlović, J., M. Božić, K. Teslak, 2006: Mogućnosti uspostave potrajnog gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u budućim gospodarskim razdobljima. *Glas. šum. pokuse, poseb. izd.* 5: 419–431, Zagreb.
- Čavlović, J. D. Kremer, M. Božić, K. Teslak, M. Vedriš: Stand growth models for intensive management of black walnut plantations (*Juglans nigra* L.) in Croatia. Rad u postupku objave u časopisu *New Forests*.
- Herman, J., 1971: *Šumarska dendrologija*. 470 str. Stanbiro, Zagreb.
- Hrib, M. M. Kneifl, J. Kadavy, 2003: Growth of black walnut (*Juglans nigra* L.) in the floodplain forests of the Židlochovice forest enterprise. *Ekologia-Bratislava* 22 (2): 162–176.
- Klepac, D., 1963: Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina. 300 str., Nakladni zavod Znanje, Zagreb.
- Krajina, M., 1973: Uspijevanje kultura crnoga oraha u istočnoj Hrvatskoj. Magistarski rad, 72 str., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Kremer, D., J. Čavlović, M. Božić, 2005: Growth characteristics of introduced green ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) and narrow-leaved ash (*F. angustifolia* L.) in lowland forest region in Croatia. *New Forests*. 31 (2): 211–224.
- Marjanović, H., 2004: EDAS, Posterska prezentacija, Prva radionica iz Uređivanja šuma “Aktualnosti uređivanja šuma u nadolazećem vremenu”, Jastrebarsko.
- Nicolescu, N. V., 1998. Considerations regarding black walnut (*Juglans nigra* L.) culture in the north-west of Romania. *Forestry* 71 (4): 349–354.
- Phares, R. E., 1973: Managing immature trees for more high-quality logs and released products. In: Ohman, J.H. (ed.), Black walnut as a crop. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. NC-4, 49–54.
- Pranjić, A., 1975: Odnos visinskog i debljinskog prirasta u sastojinama hrasta lužnjaka. Disertacija, 108 str., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Pranjić, A., N. Lukić, 1989: Prirast stabala hrasta lužnjaka kao indikator stanišnih promjena. *Glas. šum. pokuse*, 25:79–94, Zagreb.
- Pranjić, A., N. Lukić, 1997: Izmjera šuma. 405 str., Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković, I. Tikvić, 1997: O utjecaju kanala Dunav-Sava na šumske ekosustave. *Šum. list* 121 (11–12): 579–592, Zagreb.
- Prpić, B., 2001: Utjecaj vodotehničkih zahvata na stabilnost sastojina hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj na primjeru HE Novo Virje, *Šum. list* 125 (7–8): 379–390, Zagreb.

- Prpić, B. 2003: Utjecaj tehničkih zahvata u prostoru na nizinske šume. Šum. list 127 (5–6): 230–235, Zagreb.
- Rauš, Đ., I. Trinajstić, J. Vukelić, J. Medvedović, 1992: Biljni svijet hrvatskih šuma. U: Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, 33–78. Zagreb.
- Schlesinger, R. C., D. T., Funk, 1977: Manager's handbook for black walnut. USDA Gen. Tech. Rep. NC-38, 1–22.
- Sevnik, F., 1926: Kultura crnoga oraha u nas. Šum. list 50 (1): 22–29, Zagreb.
- ***** Osnova gospodarenja za Gospodarsku jedinicu "Jelaš", (2000–2009), Uprava šuma Podružnica Vinkovci, J. P. Hrvatske šume, Zagreb, 2000.

SUMMARY: This paper deals with growth and increment dynamics of black walnut trees in culture planted at the Vukovar area in eastern region of Croatia where black walnut has been cultivated for more than one century. Culture is situated inside the zone of most xerotherm subassociation of common oak and hornbeam forest (Carpino betuli – Quercetum roboris quercetosum cerris Rauš 1969). The results of analyzing representative trees (from young, middle aged and adult stand) show that black walnut is fast growing tree species with height increment culmination before age of twenty years. Black walnut trees at the age of fifty years achieve height of thirty meters and breast height diameter of thirty centimetres, on the site of first productivity class. Volume increment of black walnut trees is continuous even in the age of sixty to eighty years. Comparing black walnut volume growth until the age of sixty years with growth of other tree species on the high quality site, it was determined that black walnut growth is faster and better than common oak (Quercus robur L.), narrow-leaved ash (Fraxinus angustifloa Vahl), black alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.), and introduced green ash (F. pennsylvanica Marshall). According to determined growth and increment dynamics, introduction of black walnut in the appropriate habitat was proved justified. Even higher productivity of black walnut cultures could be achieved by paying more attention to plantation cultivation, especially timely thinning.

Key words: black walnut, growth, increment