

КАРАКТЕРИСТИКЕ ВЕШТАЧКОГ ОБНАВЉАЊА ШУМА ХРАСТА КИТЊАКА (*Quercus petraea* /Matt./ Liebl.) НА ПЛАНИНИ ЦЕР

МИЛУН КРСТИЋ¹
БРАНКО КАЊЕВАЦ¹
ВИОЛЕТА БАБИЋ¹
ЖЕЉКО ВАСИЉЕВИЋ²

Извод: У раду су приказани резултати проучавања поступка и успеха вештачког обнављања шума храста китњака са белом липом (*Quercetum petraeae tilietosum tomentosae*) на планини Цер у западној Србији. Извршена је анализа утицаја станишних и састојинских услова на преживљавање, стање и развој садница после пошумљавања и поника насталог сетвом семена храста китњака. Површина за обнову је припремљена уклањањем подстојног спрата дрвећа пратећих врста (липе) и спрата жбуња. Извршена је упоредна анализа раста садница и поника китњака у различитим климатским условима - две календарске године (2015/2016) у којима је била евидентна разлика основних климатских параметара, што се одразило на успех обнављања. У току 2015. године извршено је утврђивање стања површине и садница храста китњака после пошумљавања, при чему је вршена анализа: пријема и преживљавања садница, стања садница, угрожености и степена оштећености од абиотичких и биотичких фактора, висине и висинског прираста садница у току првог вегетационог периода 2015. године. На крају првог вегетационог периода 2016. године извршено је утврђивање бројности, преживљавања и димензија поника. Добијени резултати указују на значајне разлике у преживљавању, оствареним висинама садница и поника и дужини летораста. Најразвијеније саднице нису имале највећу дужину летораста у првој вегетационој сезони, односно дужина летораста значајније није зависила од развијености (крупноће) садница. Успех пошумљавања сетвом семена у складу је са подацима из литературних извора.

Кључне речи: шуме храста китњака, вештачка обновa, садња садница, сетва семена

CHARACTERISTICS OF ARTIFICIAL REGENERATION OF SESSILE OAK FORESTS
(*Quercus petraea* /Matt./Liebl.) ON THE MOUNTAIN OF CER

Abstract: This paper presents the results of our research on the methods and success of artificial regeneration of the forests of sessile oak with white linden (*Quercetum petraeae tilietosum tomentosae*) on the mountain of Cer in the western Serbia. We studied the effects of habitat and stand conditions on the survival, state and development of the seedlings used in the performed artificial regeneration and the seedlings originating from sowing seed of sessile oak. The surface area intended for regeneration was prepared by removing the understory layer of accompanying species (linden) together with the shrub layer. A comparative analysis of the growth of the planted seedlings and the seedlings originating from sowing seed of sessile oak in different climate conditions was performed in two calendar years (2015 and 2016) with evident differences in the basic climate parameters, which affected the success

1 др Милун Крстић, ред. проф.; Бранко Кањевац, мајстор инж. шумарства, асистент; др Виолета Бабић, доцент, Универзитет у Београду – Шумарски факултет, Београд

2 Жељко Васиљевић, дигл. инж. шумарства, 'Манасићеве шуме' д.о.о. – Епархија шабачка

of regeneration. During 2015, the state of the surface area and the sessile oak seedlings after the afforestation was determined, whereby the analysis included the following parameters: seedling survival, seedlings state, vulnerability and degree of damage caused by abiotic and biotic factors, seedling height and height increment during the first growing season in 2015. At the end of the first growing season in 2016, we determined the number, survival rate and dimensions of the seedlings originating from sowing seed of sessile oak. The obtained results indicate significant differences in the survival, attained heights and attained height increments of the planted seedlings and the seedlings originating from sowing seed. The most developed seedlings didn't have the greatest height increment in the first growing season, *i.e.* the height increment didn't significantly depend on the development (size) of seedlings. The success of the afforestation by seed sowing is consistent with the data obtained from the source literature.

Keywords: sessile oak forests, artificial regeneration, planting of seedlings, seed sowing

1. УВОД, ПРОБЛЕМ И ЗАДАТАК РАДА

Познато је да је природно обнављање шума најбољи и најпоузданији начин њиховог подмлађивања с обзиром на бројне предности: нема трошкова оснивања нове састојине - сечом се шума истовремено и обнавља, тиме је најбоље решено питање порекла и наследних особина стабала нове састојине, стара стабла штите подмладак од екстремних утицаја спољашње средине, не закоровљава се подмладна површина, и др., али и да тешко успева у неповољним условима станишта, када нема обилног уroda семена, или је оно лошег квалитета и здравственог стања.

Најдетаљнија истраживања природне обнове китњакових шума и дефинисање повољних услова станишта и састојинских карактеристика неопходних за одлучивање о обнављању храста китњака у североисточној Србији извршио је Крстић, М. (1989), а у изданацким шумама на Фрушкој гори, Бабић, В. (2014). Проучавање микроклиматских услова у шумама храста китњака вршили су Бабић, В. *et al.* (2015). Карактеристике природног подмлађивања китњакових шума на подручју Цера у западној Србији описали су Крстић, М. *et al.* (2017). Природно обнављање високих шума храста китњака зависи од еколошких услова у релативно дугом временском периоду, јер време клијања семена и раст младих јединки захтева примену компликованих узгојних мера, при којима се узимају у обзир екофизиолошке карактеристике ове врсте (Timbal, J., Aussenac, G., 1996). Такође, урод семена храстова је мањи од краја 80-их година прошлог века због климатских промена (Hirka, A., 2003). Исто тако, могуће су године када китњак не плодноноси иако је било обилно цветање, и само мали број цветова образује плодове (Исајев, В. *et al.*, 2007). Поред тога, постоји већи број штеточина жира ентомолошке и фитопатолошке природе, које умањују његов квалитет и клијавост. Истраживањем Кањевац, Б. *et al.* (2017) на подручју североисточне Србије утврђено је да је око 1/2 жирева оштећено на различите начине (инсекти, фитопатолошка обољења, бактерије, сисари и др.), при чему је највећи проценат жира оштећен од стране инсеката из родова *Curculio* и *Cydia*.

У неким случајевима је вештачко обнављање једини могући начин поди-

зања шума: при попуњавању необновљених делова сечина, при узгојно-мелиоративним радовима када се жели замена постојеће врсте дрвећа, када се врши интродукција егзота, итд. Начин вештачког обнављања и подизања шума наших најзначајнијих врста шумског дрвећа детаљно је обрађен од стране Стојановић, Љ., Крстић, М. (2000) и Крстић, М. (2006). Вештачка обнова се углавном врши под склопом матичне састојине, по начелима природне обнове оплодном сечом, с тим што се врши подсејавање жири или подсађивање. Овакав метод обнове у коме се подсејавање и подсађивање врши под заштитом склопа матичне састојине, раније је предлаган као један од метода за повећање производне вредности дрвета у осиромашеним шумским стаништима (Harrington, C.A. *et al.*, 1999; Paquette, A. *et al.*, 2006).

Вештачко обнављање и подизање храстових шума нарочито добија на значају у данашњим условима њиховог сушења и пропадања. До наведеног долази услед умањене виталности стабала када урод семена често изостаје, или је слаб, па се у случају недовољне обновљености састојине природно обнављање комбинује са вештачким, сетвом жири или садњом садница храста (Крстић, М., 2006). У литературним изворима се могу наћи бројни и различити подаци о вештачкој обнови и пошумљавању храстових шума. Приликом подсејавања, према Vyskot, M. (1958), наводе се разни подаци о начину сетве и количини жири по хектару: при потпуној сетви (омашке) 500-1000 kg жири по ha; при сетви на пруге, за сетву китњака 400 kg по ha; за сетву у гнезда 60-100 kg по ha (1500 гнезда по хектару са 35-60 жири у гнезду); за сетву под мотику у размаку 1,2-1 m 180-320 kg по ha. У случају неуспелог обнављања китњакових шума Hren, V. (1982) препоручује садњу 6000 садница по ha. Gürth, P., Velasquez, C. (1991) за пошумљавање препоручују садњу са размаком 2x1 m, односно садњу 5000 садница по ha, док Стилиновић, С. (1991) наводи да се у многим европским земљама примењују размаци садње код храстова од 1,3x1,3 до 1,5x1,5 m.

Растућа потреба за садним материјалом за пошумљавање, мелиорацију и подизање наменских култура, намеће и усмеравање на наменску производњу садног материјала, јер је, поред посебне технологије производње потребно и кондиционирање садница китњака током производног процеса у расаднику (Исајев, В. *et al.*, 2001, 2005). У складу са претходно наведеним, постоји потреба оплемењивања дрвећа у циљу увећања отпорности на сушење шума (Исајев, В., Туцовић, А., 1990). Према Стилиновић, С. (1991), висина надземног дела садница се одавно користи као показатељ њиховог квалитета, а за лишћарске врсте, најпоузданијим критеријумом квалитета сматра се пречник кореновог врата, јер је у уској корелацији са осталим мерилима квалитета, као што су укупна маса саднице, развијеност надземног дела и корена. Анализу развијености једногодишњих садница храста китњака (*Quercus petraea* /Matt./Liebl.) произведених и одгајених у контролисаним условима расадника вршио је Крстић, М. (2004) и утврдио да између висине надземног дела садница, пречника кореновог врата и дужине корена постоји изражена корелациона зависност.

На основу наведеног, основни циљеви и задатак ових истраживања је анализа успеха вештачке обнове китњакових шума садњом садница и се-

твом семена:

- пријем садница, преживљавање, стање, угроженост од абиотичких и биотичких фактора, висина и висински прираст у току првог вегетационог периода;

- бројност, преживљавање, остварене димензије поника на крају првог вегетационог периода.

2. ОБЈЕКАТ ПРОУЧАВАЊА, МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Проучавања су вршена у састојини храста китњака са липом (*Quercetum petraeae tilietosum tomentosae*), у ГЈ „Цер-Манастирске шуме“ на планини Цер у западној Србији, која припада групи Подрињских планина. По свом географском положају газдинска јединица се простира на 44° 35' и 44° 29' северне географске ширине, и између 19° 20' и 19° 29' источне географске дужине.

2.1. Прикупљање података

Примењен је стандардан метод рада и прикупљање података је обављено на уобичајен начин, за сваку фазу оваквих истраживања у шумарству, постављањем огледних површина у „пољским огледима“. У циљу дефинисања станишта на стандардан начин извршена је анализа климатских карактеристика, педолошка анализа, као и дефинисање фитоценолошке припадности проучаване састојине.

За приказ климатских карактеристика подручја планине Цер, коришћени су подаци мерења са најближе климатолошке станице у Лозници, која се налази на 121 m надморске висине. Анализирани су климатски подаци у току 2015. и 2016. године када су вршена истраживања развоја садница и поника и упоређивани су са подацима за коришћени вишегодишњи референтни период (1981-2010), у циљу утврђивања карактеристика климе у овом периоду, евентуалне промене температурног и падавинског режима и утицаја на подмлађивање. Анализиране су годишње, месечне и сезонске вредности најважнијих климатских елемената, значајних за развој вегетације: температурни услови, падавински режим, као и хидрични биланс и карактер климе по Торнтвајту (Thorntwaite) изражен индексом аридности.

2.2. Дефинисање узгојних потреба и мера

У састојини површине 0,6 ha, 2013. године извршена је сеча - припрема површине у циљу обнављања храста китњака. Уклоњен је подстојни спрат пратећих врста дрвећа (липе), и спрат жбуња (слика 1). У току 2014. године, пошто се површина закоровила, вршено је сузбијање корова (купине) прскањем тоталним хербицидом Glyfosat, дозом 8 l/ha у два наврата – у јуну, и после поновног закоровљавања у септембру 2014. године. Како у дужем периоду није било обилног уroda семена, а изражена је суховрхост стабала и разређеност круна, планирана је и извршена вештачка обнова: на једној половини површине исте године у јесен извршено је подсађивање садницама, а на другој половини извршено подсејавање семеном китњака 2015. године.



Слика 1. Припремљена површина за обнову
Figure 1 The area prepared for regeneration



Слика 2. Припрема површине за садњу
Figure 2 Preparation of the planting site

Крајем новембра 2014. обављена је припрема површине за садњу садница: мерења и бушење рупа моторном бургијом пречника 25 cm (слика 2). Избушено је 1000 рупа, са размаком садње 2x1 m (за 5000 садница по хектару). Исте године извршено је пошумљавање двогодишњим некласираним садницама са слободним кореном, и подрезиваним - скраћивањем корена при вађењу на 20 cm. Порекло садница је из расадника на Фрушкој Гори. Почетком јула 2015. године обављено је окопавање и прашење садница, а половином јула уклањање корова моторним чистачем. Вршено је и фолијарно третирање садница прскањем против пепелнице и инсеката почетком јуна, коришћењем препарата Dimilin 2,4 ml на 10 l воде, Galmin 30 ml на 10 l воде и Sistan 2,5 ml на 10 l воде. Исти третман је поновљен почетком јула.

У току 2015. године извршено је утврђивање стања површине и садница храста китњака после извршеног пошумљавања. Извршена је анализа пријема садница, стања садница, угрожености садница од абиотичких и биотичких фактора, степена оштећености од истих фактора, висине садница, висинског прираста у току вегетационог периода 2015. године. Анализа је вршена на узорку од 10% укупног броја живих садница садница методом случајног узорка (свака садница је имала једнаку вероватноћу да уђе у узорак). У оквиру наведеног узорка за даљу детаљнију анализу коришћен је стратификовани узорак: 30 садница максималне почетне висине (H_{max}) и одговарајућег висинског прираста тих садница (I_h); 30 садница минималне почетне висине (H_{min}) и одговарајућег висинског прираста тих садница; 30 садница максималне вредности висинског прираста – летораста ($I_h max$) у току прве вегетационе сезоне и одговарајуће висине тих садница; 30 садница минималне вредности летораста (I_{hmin}) и одговарајуће висине тих садница. Крајем 2015. године извршено је попуњавање на местима „несталих“ садница.

На другом делу површине вршено је подсејавање семена омашке бацањем 300 kg жира по ha. Порекло жира којим је вршено подсејавање је такође са планине Цер, из ГЈ „Троноша - Манастирске шуме“, а удаљеност локалитета је око 20 km. Квалитет и здравствено стање жира су оцењивани струч-

ном проценом, и вршено је одабирање квалитетних и здравих жирева, који су коришћени за сетву. Одржавање поника, у складу са планом, вршено је на тај начин што је уклањан коров, почетком августа, кошењем тримером на висини до половине висине корова (око 40 cm), како би се, на тај начин, заштитио поник од инсолације и високе летње температуре. Утврђивање бројности, преживљавања и димензија поника вршено је на крају вегетационог периода 2016. године, на елементарним мерним јединицама површине 1 m², постављеним по принципу систематског узорка, на међусобном растојању од 5 m.

2.3. Обрада података

Обрада података вршена је на стандардан и уобичајен начин, који се примењује при сличним истраживањима у пољским огледима у шумарству. Основна анализа вршена је применом метода анализе и синтезе, специјализације и генерализације, и одговарајућих статистичких метода - дескриптивне статистичке анализе и регресионе анализе.

Извршена је анализа пријема и стања садница, висине садница и дат је упоредни приказ стања средином и крајем првог вегетационог периода после пошумљавања. Притом је промена стања довођена у везу са климатским карактеристикама у периоду развоја у току прве вегетационе сезоне.

При обради података утврђивано је стање поника насталог сетвом семена: бројност, висина, летораст и појава вишефазног раста.

Резултати ове анализе приказани су текстуално, у табелама и графички.

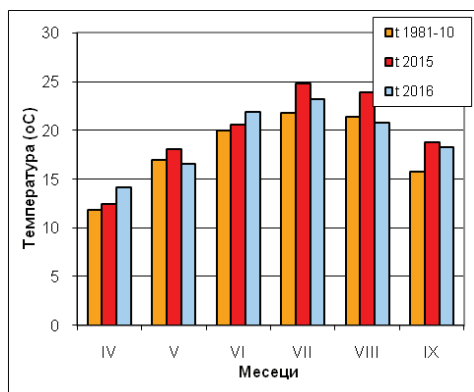
3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1. Карактеристике станишта

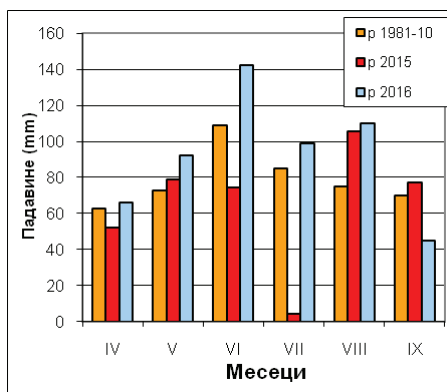
Састојина, у којој су вршена проучавања, налази се на надморској висини 240 -270 m, на западној експозицији и уједначеном нагибу 15-20°.

Како климатски чиниоци: температурни услови и падавински режим, светлост и влажност земљишта, у оквиру конкретних услова средине имају највећи утицај на појаву, преживљавање и даљи правилан развој подмлатка (Крстић, М., 1989), детаљнијим истраживањима **климатских карактеристика** на анализираном подручју утврђено је следеће:

Просечна средња годишња температура ваздуха за коришћени референтни период - тридесетогодишњи период (1981-2010) је 11,6 °C, а у вегетационом периоду 18,1°C. У складу са температурним режимом континенталног типа који влада у Србији, најнижа средња месечна температура је у јануару и износи 0,8°C, а најтоплији месец је јул са 21,8 °C. У току 2015. године средња годишња температура је била 13,0°C, што значи за 1,4°C виша у односу на вишегодишњи референтни период. Скоро идентична ситуација је била и у току 2016. године. У вегетационим периоду 2015. године температура је била 19,8°C а у вегетационом периоду 2016. године 19,2°C, односно такође значајно више у односу на референтни период (графикон 1).



Графикон 1. Температура ваздуха у ВП
Graph 1 Air temperatures in the growing season



Графикон 2. Количина падавина у ВП
Graph 2 Precipitation in the growing season

Истовремено, изражено је повећање екстремних температура ваздуха. У анализираним годинама констатовано је знатно повећање средње максималне температуре ваздуха у односу на референтни период (1981-2010), када је износила 16,8°C: у току 2015. године била је 18,6°C, тј. за 1,8°C виша; у току 2016. године 18,3°C, или 1,5°C виша. Средња годишња минимална температура ваздуха у референтном периоду износи 6,2°C; у току 2015. године била је 8,2°C, тј. за 2°C виша; у току 2016. године 8,0°C, или 1,8°C виша. Значајно је и повећање апсолутне минималне температуре ваздуха у вегетационом периоду, која је у референтном периоду била -5,4°C; у 2015. години -1,6°C, а у 2016. години 1,7°C. Наведене вредности климатских података указују на изражену ксеротермизацију климе, поготово у току вегетационог периода.

Годишња количина падавина на анализираном подручју за тридесето-годишњи референтни период (1981-2010) износи 868 mm, а током вегетационог периода 474 mm. Најкишовитији месец је мај са 108,5 mm. Најкишовитије годишње доба је лето, а најмање атмосферских падавина има у току зиме. Падавине су обилније током вегетационог периода (55% укупне годишње количине) што погодује развоју шумске вегетације.

У току 2015. године количина падавина је била идентична као у референтном дугогодишњем периоду, а у току 2016. године је било за око 100 mm више (укупно 967 mm). У вегетационом периоду 2015. године било је 393,5 mm (свега 45% годишње количине) што указује да је ова година била сушна јер је било 80,5 mm падавина мање, односно 17% мање у односу на референтни период, а то уз констатовано повећање температуре ваздуха, такође, указује на изражену ксеротермизацију климе. У вегетационом периоду 2016. године, обратно, било је 553,3 mm падавина, што је за 79 mm (17%) више у односу на референтни период а, истовремено, за 160 mm (40%) више у односу на 2015. годину (графикон 2).

Хидрични биланс по Торнтвајту (Thornthwaite) у анализираним годинама карактерише појава израженог недостатка воде (М) у вегетационом периоду: у току 2015. године од јула до септембра, а 2016. само у септембру.

При томе у току 2015. године утврђени недостатак воде износи 47% у односу на укупну количину падавина у вегетационом периоду; у току 2016. године констатован минимални недостатак воде од свега 1% од количине падавина у истом периоду. У обе анализиране године вишка воде је било у периоду од јануара до марта, што указује да је отекла у ванвегетационом периоду. Карактер климе по Торнтвајту (Thorntwaite) карактерише блага хумидна клима, типа B_1 , с тим што климатски индекс (I_m) у току 2015. године има вредност 20,6, односно близу је граничној вредности која карактерише суб-хумидну влажнију климу (C_2), а то такође, указује на знатно ксеротермније услове те године.

Табела 1. Карактеристике климе подручја

Table 1 Climate characteristics of the area

Период Година	t°C год.	t°C VP	Pгод mm	PVP mm	SetVP mm	Недостатак воде (M)	
						месец	M/PVP (%)
1981-10.	11,6	18,1	868	479	571	VIII-IX	12
2015.	13,0	19,8	867	394	494	VII-IX	47
2016.	12,9	19,2	967	553	645	IX	1
Период Година	Карактер климе по Thorntwaite			Индекс аридности			
	I_m	Ознака	Климатски тип	TNW			
1981-10.	22,6	B_1	Блага хумидна	6,7			
2015.	20,6	B_1	Блага хумидна	23,8			
2016.	26,6	B_1	Блага хумидна	0,5			

Наведени подаци указују на следеће:

- година 2015. била је топлија у односу на вишегодишњи просек, а та разлика је посебно била изражена у другој половини вегетационог периода у односу на 2016. годину;

- година 2015. била је сувља у односу на вишегодишњи просек, а та разлика је била значајно израженија у односу на 2016. годину, а посебно током вегетационог периода;

- хидрични биланс указује на знатно неповољније услове влажности земљишта у току 2015. године;

- индекс аридности по Торнтвајту у 2015. години изразито је већи у односу на 2016, а скоро четвороструко већи у односу на вишегодишњи просек.

Наведене вредности климатских података указују на изражену ксеротермизацију климе (отопљавање и смањење количине падавина), поготову у току вегетационог периода. То је значајно утицало на (не)могућност природног генеративног обнављања храста китњака на овом подручју, јер према Solymos, R. (1993) на способност генеративног размножавања код храстова, поред осталог, утиче велика осетљивост клијања семена на мраз и сушу.

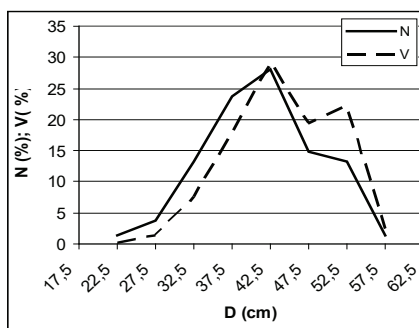
Земљиште је дубоко (82 cm) илимеризовано, кисело, на глиновитим се-

диментима са грађом профила земљишта: A–E–(B)Bt–C. Хунусно-акумулативни (A) хоризонт је моћности 8 cm, лаког механичког састава, са доста слободне фракције праха, ситнозрнастих структурних агрегата. Хоризонт E је прашкаст, моћности до 26 cm, дроби се под прстима, а (B)Bt је тежег механичког састава (Крстић, М. *et al.*, 2016).

Фитоценолошки састојина, у којој је извршена припрема површине за обнову, припада заједници храста китњака са белом липом: *Quercetum petraeae tilietosum tomentosae*. На површини спрата жбуња нема, а у спрату приземне флоре појављује се велики број биљних врста, укупучјући и белу липу - *Tilia tomentosa*, и храст китњак - *Quercus petraea*. Међу зељастим биљкама има и доста коровских: *Ruscus hypoglossum*, *Hedera helix*, *Rubus hirtus*, *Euphorbia amygdaloides*, *Viola silvestris*, *Atropa belladonna*, *Helleborus odorus*, *Hypericum perforatum*, *Fragaria vesca*, *Geranium robertianum* и др. (Крстић, М. *et al.*, 2016).

3.2. Састојинско стање

У састојини је, како је наведено, у току 2013. и 2014. године извршена припрема површине у циљу обнављања храста китњака уклањањем подстојног спрата пратећих врста дрвећа (липе), жбуња, и сузбијањем корова третирањем тоталним хербицидом Glyfosat. У спрату дрвећа заступљен је само храст китњак (*Quercus petraea*). Старост стабала је око 120 година. Склоп састојине није исти на читавој површини - постоје делови са непотпуним склопом (0,5-0,6) и отвори у склопу димензија од око 1/2, па до 1,5 висине стабала. Укупан број стабала је 135 по ha, а запремина 196 m³/ha. Расподеле стабала и запремине по дебљинским степенима указују на типичну структуру за једнодобне састојине (графикон 3). Констатована суховрхост стабала китњака и разређеност круна указују на смањену могућност обилног уroda семена, који често изостаје. Подмлатка храста китњака нема.



Графикон 3. Расподела стабала и запремине по дебљинским степенима
Graph 3 Distribution of trees and volume by diameter degrees

3.3. Стање и развој садница китњака

У току јесени 2014. године је, како је раније наведено, извршена вештачка обнова на једној половини површине подсађивањем садница. Резултати

анализе стања и развоја на репрезентативном узорку од 90 садница китњака приказани су у табели 2.

Табела 2. Статистички параметри раста двогодишњих садница храста китњака у првој вегетационој сезони после пошумљавања (2015. година)

Table 2 Statistical parameters of the growth of two-year-old oak seedlings in the first growing season after the afforestation (in 2015)

Статистички параметар	N (kom)	Min (cm)	Max (cm)	$\bar{X}$ (cm)	Raspon (cm)	Sd	Kv%
Елемент раста	Вредности висине садница (H) висинског прираста (Ih)						
Н почетна	90	26,0	146,0	79,6	120,0	26,8	33,7
Летораст (Ih)	90	2,0	47,0	10,0	45,0	7,1	71,7
Н укупна	90	35,0	154,0	89,6	119,0	28,0	31,3

Легенда: Н почетна – почетна висина садница; Летораст Ih - летораст у првој вегетационој сезони; Н укупна - висина садница на крају прве вегетационе сезоне

Према Стилиновић, С. (1991), висина надземног дела садница одавно се користи као показатељ њиховог квалитета, које за сува станишта треба да имају повољан однос надземног дела и корена, а за закоровљене терене морају бити веће висине. Како је у методу рада наведено, коришћене саднице су биле некласиране, различитих димензија и развијености (квалитета). Просечна почетна висина садница у узорку била је 80 cm, минимална 26 cm а максимална 146 cm, тј. варијабилност је била веома изражена, на шта указује и висок коефицијент варијације од 34%. То се одразило и на релативно мали висински прираст у току прве вегетационе сезоне. Просечна дужина летораста је 10 cm, минимална 2 cm, а максимална 47 cm, и изразито је висок коефицијент варијације од чак 72% (табела 2).

Применом регресионе анализе међузависности почетне висине садница и дужине летораста (висинског прираста) у току прве вегетационе сезоне, није утврђена статистички значајна зависност на нивоу $p < 0,05$.

Стање садница китњака у току 2015. године приказано је у табели 3. Извршеном анализом констатовано је следеће: 10% садница се није примило и одмах су уклоњене почетком вегетационог периода. На пријем садница је, поред познатог „шока пресадње“, и неповољних услова станишта, свакако утицало и скраћивање корена коришћених садница на 20 cm, јер је познато да саднице хрстова имају веома развијен коренов систем. Према Крстић, М. (2004) просечна дужина корена једногодишњих садница храста китњака произведених у расаднику износила је 165% просечне висине садница, а дужина корена саднице најмање висине износила је 167% висине надземног дела, што указује да и мање саднице имају добро развијен коренов систем.

У периоду од почетка до средине вегетационог периода 2015. године „нестало“ је 120 садница (13%) од преосталих 900 које су се примиле, а које су биле посечене и уклоњене при окопавању 2,8%, уништене одгризањем од

дивљачи 1,3%, или недовољном пажњом посечене моторним чистачем при уклањању корова. Због тога је средином вегетационог периода 780 садница нађено и анализирано (78% од почетног броја засађених садница - 1000). Као витално је оцењено 63,6%, где су урачунате и саднице на којима је констатовано да на лишћу постоји пепелница или оштећења од инсеката. Сувих садница било је 6,6%, суховрхих (у фази сушења) 20,6%, и 5,1% слабо виталних (слике 3 и 4).

Крајем вегетационог периода 2015. године нађене су и анализиране све саднице, али је стање делимично промењено. Као здраве и виталне саднице оцењено је 47,7%; оштећено 1,3%; слабо витално 8,6%; суховрхо (у фази сушења) 18,6%; суво 23,8% - од тога 11,4% старо суво а 12,4% свеже суво (осушиле су се при крају вегетационог периода).

Ова анализа стања садница од средине до краја вегетационог периода, указује на следеће: број здравих и виталних садница, у које су урачунате и саднице на којима је констатовано да на лишћу постоји пепелница или оштећења од инсеката, смањен је за 16,9%, (број оштећених садница од инсеката је смањен за 10,5%), у мањем проценту је смањен и број садница механички оштећених или од дивљачи. Сушење и пропадање садница је било значајно промењено: број суховрхих садница је смањен, што је свакако последица њиховог сушења у међувремену, јер је број сувих садница повећан. Међутим, веома је неповољно што је број свеже сувих садница (осушиле се у периоду од средине до краја вегетационог периода) 12% од укупног броја садница, што је свакако последица и констатованих неповољних климатских карактеристика у вегетационом периоду 2015. године (изражено виша температура ваздуха и смањена количина падавина) чија је последица био велики недостатак воде у земљишту.

Табела 3. Стање садница китњака у току прве вегетационе сезоне 2015. године

Table 3 The state of the planted sessile oak seedlings during the first growing season of 2015

Р. бр.	Стање садница	Средином ВП (9.7.2015)		Крајем ВП (2015)		Разлика	
		N (ком)	N (%)	N (ком)	N (%)	N (ком)	N (%)
1.	Здрово и витално	169	21,6	167	21,4	- 2	- 1,2
2.	Пепелница и витално	186	23,9	146	18,7	- 40	- 5,2
3.	Оштећења од инсеката	141	18,1	59	7,6	- 82	- 10,5
4.	Механичка оштећења	22	2,8	2	0,3	- 20	- 2,5
5.	Оштећења од дивљачи	10	1,3	8	1,0	- 2	- 0,3
6.	Слабо витална	40	5,1	67	8,6	+ 27	+ 3,5
7.	Суховрхо	160	20,6	145	18,6	- 15	- 2,0
8.	Старо суво	52	6,6	89	11,4	+ 37	+ 4,8
9.	Свеже суво	/	/	97	12,4	+ 97	+100
Укупно		780	100	780	100	/	/

Велики број аутора истиче осетљивост храстова када је у питању пошумљавање садњом садница, што се најчешће објашњава водним стресом, који биљка преживљава приликом пресадње, што се даље одражава на морталитет садница или редуковање прираста (Kozłowski, T.T., Davies, W.J., 1975; Sands, R., 1984; Löf, M., 2000). Sands, R. (1984) наводи да је слаба веза кореновог система са земљиштем узрок пропадања садница у првој години, док Self, A. *et al.* (2014) истичу да је конкуренција приземне вегетације такође један од главних фактора који утичу на пропадање садница храстова. Како не постоји сагласност аутора око тога који фактор има највећи утицај на пропадање садница храстова, одговор на то питање мора се тражити у утицају комплекса фактора у међусобном дејству, који се међусобно усло-вљавају и допуњају, укључујући и неповољне климатске прилике.



Слика 3. Витална садница
Figure 3 A vital seedling



Слика 4. Сушење садница
Figure 4 Declined seedlings

Димензије садница различитог стања на крају вегетационог периода 2015. године (табела 4) указују да у погледу њихове висине (развијености) није било значајније разлике, тј. да су чак и најкрупније саднице биле суве или у фази сушења.

Табела 4. Димензије и стање садница на крају првог вегетационог периода
Table 4 Dimensions and state of the planted seedlings at the end of the first growing season

	Виталне (cm)	Суховрхе (cm)	Суве (cm)
Највиша	148	130	150
Најнижа	22	32	21
Просечно	72,7	64,7	71,0

У оквиру наведеног коришћеног узорка од 90 садница, даља детаљнија анализа, како је раније наведено, вршена је коришћењем следећег стратифи-

кованог узорка: 30 садница максималне почетне висине ($H_{\max}$) и одговарајућег висинског прираста тих садница (I_h); 30 садница минималне почетне висине ($H_{\min}$) и одговарајућег висинског прираста тих садница; 30 садница максималне вредности висинског прираста – летораста ($I_{h\max}$) у току прве вегетационе сезоне и одговарајуће висине тих садница; 30 садница минималне вредности летораста ($I_{h\min}$) и одговарајуће висине тих садница (табела 5).

Табела 5. Статистички параметри раста садница у висину (2015. година)
Table 5 Statistical parameters of the height growth of planted seedlings (2015)

Статистички параметар	N (ком)	Min (cm)	Max (cm)	$\bar{X}$ (cm)	Распон (cm)	S_d	$K_v\%$
Елемент раста	Максималне вредности висине (H) и одговарајућег висинског прираста тих садница (I_h)						
$H_{\max}$	30	90,0	146,0	110,0	56,0	16,4	14,9
I_h одговарајући	30	2,0	47,0	10,0	45,0	8,5	85,3
$I_{h\max}$	30	12,0	47,0	17,7	35,0	7,3	41,0
H одговарајући	30	35,0	133,0	82,0	98,0	24,4	29,7
	Максималне вредности висинског прираста (I_h) и одговарајуће висине тих садница (H)						
H min	30	26,0	65,0	51,7	39,0	11,0	21,3
I_h одговарајући	30	2,0	26,0	9,4	24,0	5,8	62,1
$I_{h\min}$	30	2,0	6,0	4,3	4,0	1,2	28,8
H одговарајући	30	37,0	125,0	82,2	88,0	25,9	31,5

Уочава се следеће:

- просечна висина највиших садница (110 cm) је двоструко већа од просечне минималне висине садница (51,7 cm);
- разлике у просечној висини летораста ових садница практично не постоји, јер износи 10,0 cm, односно 9,4 cm;
- коефицијент варијације дужине летораста у оба случаја има веома високу вредност и израженији је код садница максималне висине (85,3%);
- просечна максимална дужина летораста (17,7 cm) је четвороструко већа од просечне минималне дужине летораста (4,3 cm), али у висини одговарајућих садница разлика не постоји, па је и разлика њихове вредности стандардне девијације и коефицијенти варијације практично занемарљива.

Наведени резултати указују да најразвијеније саднице нису имале највећу дужину летораста у првој вегетационој сезони, односно да дужина летораста значајније није зависила од развијености (крупноће) садница. Резултати су у складу са констатацијом A rend, M. *et al.* (2011) да суша и загревање ваздуха значајано утичу на раст трогодишњих садница хрстова - да је раст у висину умањен под утицајем суше. На основу наведеног неопходно је уважавање става Исајејев, В. *et al.*, (2005) да растућа потреба за садним материјалом за пошумљавање, мелиорацију и подизање наменских култура, намеће и усмеравање на наменску производњу садног материјала за унапређење успешности пошумљавања.

3.4. Стање и развој поника китњака насталог сетвом семена

На другом делу површине од 0,3 ha, у јесен (крајем новембра) 2015. године, вршено је подсејавање семена омашке 300 kg жира по ha (3 kg по ару, односно 30 грама по m²). Пошто је број жирова (зрна) у 1 kg 400-650 комада (Исајев, В., Манчић, А., 2001), ако се узме оријентационо да је 500 комада, значи да је на засејаној површини, под условом да је равномерно бачено семе, било је 15 ком/m².

Провера клијавости није вршена, а према Исајев, В., Манчић, А. (2001) приближна клијавост свежег семена је до 90%. Утврђивањем бројности појављивања, преживљавања и димензија поника на крају првог вегетационог периода 2016. године, констатовано је да на трећини површине (на 33% анализираних квадрата) није било поника, ако се претпостави да је засејана равномерно читава површина. На то је свакако значајно утицала способност генеративног размножавања храста китњака, која је, према Solymos, R. (1993) код храстова у директној зависности од тежине и високог садржаја влаге жира, велике осетљивости клијања семена на мраз и сушу, и штета која настаје под утицајем биотичких фактора.

Просечан број биљака, само на површини где има поника, је 4,5 ком/m² - max 10, min 2. То значи да је проклијало и први вегетациони период просечно преживело свега 30% од потенцијалног укупног броја биљака поника (15 ком/m²). Ако се урачуна и део површине (квадрати на којима нема поника), просечан број биљака поника је 3 ком/m², то онда значи да је преживело 20% поника, односно тек свака пета биљка.

Добијени резултати су у складу са наводима у литературним изворима, на основу огледа, да постоји „проценат примања семена“ у природним условима. Чак и када је клијавост семена у лабораторијским условима веома висока (90%), у најповољнијим природним условима (хумусно земљиште, растресито, свеже) проценат клијања семена је износила максимално 54%, односно оријентационо тек свака друга семенка је проклијала. У неповољним условима често проклија свега око 20% семенки (Бунушевац, Т., 1951). То је, такође, у складу са наводом Кањевац, Б. *et al.* (2017) да је анализом квалитета жира и степена оштећености у североисточној Србији, утврђено да је око 1/2 жирева било оштећена на различите начине (највише од инсеката), а удео жира који би у природним условима потенцијално проклијао свега 1/4 - 1/3 од укупне количине опалог жира после плодоношења.

Подмлађивање састојине се, према класификацији Колпикова може оценити као задовољавајуће, јер подмлатка има на 50-75% површине, као и према класификацији ЛНИИЛХ, јер је број биљака поника преко 10.000 по ha (Стојановић, Љ., Крстић, М. 2000).

Просечна висина једногодишњих биљака је 11,7 cm, максимална 27 cm, минимална 6 cm, а коефицијент варијације је веома изражен (табела 6).

Констатована је појава вишефазног раста једногодишњих биљака (пони-ка) са следећим карактеристикама:

- две фазе раста има 75%, а три 11 % биљака;
- просечна укупна висина биљака, када постоји само једнофазни раст, је

9,5 cm (min 6 cm, max 12 cm); када постоји двофазни раст 10,8 cm (min 6 cm, max 16 cm); при трофазном расту 21,3 cm (min 18 cm, max 27 cm);

- код биљака код којих постоје три фазе раста просечна висина прве фазе раста је 9,3 cm, max 13 cm, min 7 cm; просечна висина друге фазе раста је 5,5 cm, max 7 cm, min 4 cm; просечна висина треће фазе раста је 6,5 cm, max 8 cm, min 5 cm (графикон 4);

- код биљака са трофазним растом просечно учешће прве фазе раста у укупној висини је 43%; друге фазе 26%; треће фазе 31% (графикон 5).

Табела 6. Статистички параметри раста поника хрста китњака насталог сетвом семена у првој вегетационој сезони

Table 6 Statistical parameters of the growth of seedlings originating from sowing seed of sessile oak in the first growing season

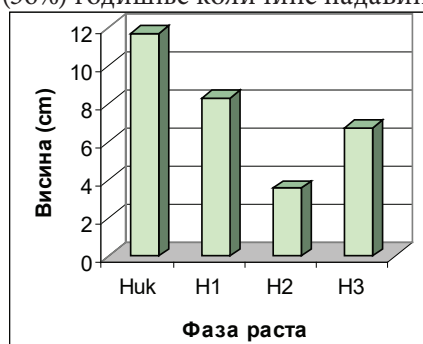
Статистички параметар	Min (cm)	Max (cm)	$\bar{X}$ (cm)	Распон (cm)	S_d	$K_v\%$
Висина (H)	6,0	27,0	11,7	21,0	4,3	36,8

Табела 7. Укупна висина поника хрста китњака (H) у првој вегетационој сезони код трофазног раста (cm)

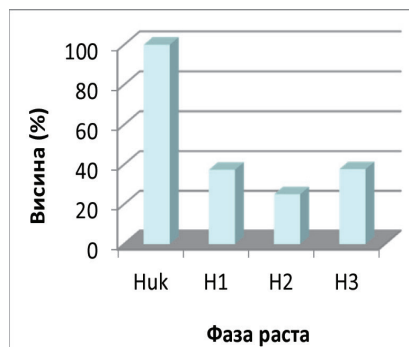
Table 7 The total height of the seedlings originating from sowing seed of sessile oak (H) in the three-phase growth

Параметар	Једнофазни раст	Двофазни раст	Трофазни раст
$\bar{X}$	9,5	10,8	21,3
Min	6	6	18
Max	12	16	27

Појава друге и треће фазе раста, тзв. „ивањских избојака“ (летњих), одраз је, свакако, констатоване велике количине падавина и влажности ваздуха и земљишта, јер је у току јуна, јула и августа било чак 350 mm падавина, што је 2/3 (63%) количине падавина у вегетационом периоду, односно 1/3 (36%) годишње количине падавина.



Графикон 4. Висина фаза раста и укупна висина
Graph 4 The height of the phases of growth and the total height



Графикон 5. Учешће фаза раста у укупној висини
Graph 5 The share of the phases of growth in the total height

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу извршених проучавања поступка и успеха вештачког обнављања шума хрста китњака садњом садница и сетвом семена на планини Цер у западној Србији, на којој је извршена припрема површине уклањањем подстојиног спрата пратећих врста дрвећа, и утицаја услова станишта на преживљавање и развој подмлатка, могу се извести следећи закључци:

1. при склопу састојине 0,5-0,6 и ређем, долази до значајног закоровљавања површине купином и осталом коровском вегетацијом, који се применом помоћних мера у фази подмлађивања мора уклањати;

2. климатске карактеристике у годинама истраживања указују на следеће:

- у анализираним годинама констатовано је знатно повећање средње температуре ваздуха јер је 2015. година је била просечно топлија за 1,4°C у односу на вишегодишњи просек (1981-2010), а скоро идентична ситуација је била и у току 2016. године. Истовремено, изражено је повећање екстремних температура ваздуха, јер је средња максимална температура ваздуха у анализираним годинама била виша за 1,8°C, односно за 1,5°C, а средња годишња минимална температура виша за 2°C односно за 1,8°C. Разлика је поготову била изражена у вегетационом периоду, када је значајно повећана и вредност апсолутне минималне температуре ваздуха а то указује на изражено отопљавање;

- година 2015. била је сувља у односу на вишегодишњи просек, наведена разлика била је нарочито изражена у односу на 2016. годину, а поготову у току вегетационог периода; хидрични биланс указује на знатно неповољније услове влажности земљишта у току 2015. године, односно на знатно ксеротермније услове те године. Наведене вредности климатских података такође указују на изражену ксеротермизацију климе, а разлика у климатским условима одразила се на преживљавање садница и поника, остварене висине и дужину летораста;

3. почетна висина и развијеност коришћених двогодишњих садница при пошумљавању у јесен 2014. године била је веома варијабилна - просечна 80 cm, минимална 26 cm а максимална 146 cm:

- успех пошумљавања је био 90%, а у периоду од почетка до средине вегетационог периода 2015. године „нестало“ је још 120 садница (13% од преосталих), које су биле посечене и уклоњене при окопавању 2,8%, уништене одгризањем од дивљачи 1,3%, или недовољном пажњом посечене моторним чистачем при уклањању корова. Крајем вегетационог периода 2015. године нађене су и анализиране све саднице: као здраве и виталне оцењено је 47,7% садница; оштећено 1,3%; слабо витално 8,6%; суховрхо (у фази сушења) 18,6%; суво 23,8% - од тога 11,4% старо суво (осушиле се до средине вегетационог периода) а 12,4% свеже суво (осушиле су се од средине до краја вегетационог периода);

- висина (развијеност) садница није значајније утицала на стање садница, јер су чак и најкрупније саднице биле суве или у фази сушења;

- просечна дужина летораста у току прве вегетационе сезоне је била 10

cm, минимална 2 cm а максимална 47 cm, са изразито високим коефицијентом варијације од чак 72%; најразвијеније саднице нису имале највећу дужину летораста у првој вегетационој сезони, односно дужина летораста значајније није зависила од развијености (крупноће) садница. Констатоване карактеристике су свакако последица и наведених неповољних климатских карактеристика у вегетационом периоду 2015. године (изражено виша температура ваздуха и смањена количина падавина) чија је последица био велики недостатак воде у земљишту;

4. брoјност, преживљавање, стање и димензије поника насталог сетвом семена хрasta китњака у јесен претходне године, на крају првог вегетационог периода 2016. године карактерише следеће:

- на трећини површине (на 33%) није констатован поник; просечан број биљака је $4,5 \text{ ком/м}^2$ - max 10, min 2, а то значи да се појавило и први вегетациони период просечно преживело 30% потенцијалног укупног броја биљака поника;

- просечна висина једногодишњих биљака је 11,7 cm, максимална 27 cm, минимална 6 cm; констатована је појава вишефазног раста поника: другу фазу раста има 75%, а трећу фазу 11 % биљака;

- просечна укупна висина биљака када постоји само једнофазни раст 9,5 cm (min 6 cm, max 12 cm);

- код биљака код којих постоје три фазе раста просечна висина прве фазе раста је 9,3 cm, max 13 cm, min 7 cm; просечна висина друге фазе раста је 5,5 cm, max 7 cm, min 4 cm; просечна висина треће фазе раста је 6,7 cm, max 8 cm, min 6 cm; код биљака са трофазним растом просечно учешће прве фазе раста у укупној висини је 43%; друге фазе 26%; треће фазе 31%.

5. успех вештачке обнове није на очекиваном нивоу јер је одраз утицаја комплекса фактора у међусобном дејству:

- на крају прве вегетационе сезоне преживело је и као здраве и виталне оцењено је свега половина садница, иако су предузимане одговарајуће мере припреме површине, неге, одржавања и заштите новооснованог засада. На то је, поред квалитета садница, утицало оштећивање од већег броја фактора абиотичке и биотичке природе, недовољна пажња при раду, неповољни услови станишта – климатске карактеристике и недостатак влаге у земљишту;

- брoјност и преживљавање поника насталог сетвом семена хрasta китњака на крају прве вегетационе сезоне, указује да на трећини површине није констатован поник, а појавило се и први вегетациони период просечно преживело 30% потенцијалног укупног броја биљака поника. Поред квалитета семена, то је свакако одраз и наведених разлога као при вештачкој обнови садњом садница.

Напомена: Овај рад је реализован у оквиру пројекта: „Истраживање климатских промена и утицаја на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“, а коришћен је део података са једне огледне површине у ГЈ „Цер-Манастирске шуме“

ЛИТЕРАТУРА

- Arend, M., Kuster T., Günthardt-Goerg, M.S., Dobbertin, M (2011): Provenance-specific growth responses to drought and air warming in three European oak species (*Quercus robur*, *Q. petraea* and *Q. pubescens*). *Tree Physiology*, 31 (287-297).
- Бабић, В. (2014): Утицај еколошких фактора и састојинских карактеристика на природну обнову шума храста китњака (*Quercus petraea* agg. Ehr.) на Фрушкој гори. Докторска дисертација у рукопису. Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд.
- Babić V., Krstić M., Govedar Z., Todorić J., Vuković N., Milošević Z. (2015): Temperature and other microclimate conditions in the oak forests on Fruška Gora (Serbia). *Thermal Science Journal*, Vol. 19, Suppl. 2, pp S415-S425.
- Bunuševac, T. (1951): *Gajenje šuma*. Naučna knjiga, Beograd.
- Gürth, P., Velasquez, C. (1991) Qualitätsuntersuchungen an Eichenjungbeständen im Markgräflerland. *Forst und Holz* 46:671–677.
- Hirka, A. (2003): Investigation on carpophagous insects of oaks in Hungary. Ph.D. thesis, University of West Hungary – Sopron.
- Hren, V. (1982) Podmlađivawe kitnjakovih šuma. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko* 48, Zagreb.
- Isajev, V., Tucović, A. (1990): Oplemeњivanje drveća u Jugoslaviji u cilju uvećanja otpornosti na sušenje šuma. *Šumarstvo* 2-3. Tematski broj, Sušenje šuma. Beograd, 8-95.
- Isajev, V., Mančić, A. (2001): *Šumsko semenarstvo*. ODPJ »Glas Srpski«. Banjaluka-Beograd.
- Исајев, В., Иветић, В., Вукин, М. (Т. (2005): Вештачко обнављање шума храста китњака. *Шумарство* 3, УШИТС, стр. 37-52.
- Исајев, В., Иветић, В., Вукин, М. (2007): Варијабилност и оплемењивање храста китњака Поглавље у монографији; Храст китњак у Србији. Шумарски факултет Универзитета у Београду и УШИТС, Београд, стр. 111 – 150.
- Кањевац, Б., Добросављевић, Ј., Бабић, В. (2017): Прилог познавању обилности уroda и квалитета жира храста китњака на подручју североисточне Србије. *Шумарство* 1-2, УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд. стр. 75-76.
- Караџић, Д., Милијашевић, Т. (2005): Најчешће паразитске и сапрофитске гљиве на храсту китњаку у Србији и њихова улога у сушењу стабала. *Шумарство* 3, УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд. стр. 71-84.
- Kozłowski, T.T., Davies, W.J. (1975): Control of water balance in transplanted trees. *Journal of Arboriculture*, Volume 1, Number 1, pg. 1-10.
- Крстић, М. (1989): Истраживање еколошко-производних карактеристика китњакових шума и избор најповољнијег начина обнављања на подручју североисточне Србије. Докторска дисертација, рукопис, Шумарски факултет, Београд.
- Крстић, М. (1996): Утицај припреме земљишта на појаву природног подмлатка храста китњака. Зборник сажеата са 5. Конгреса еколога Југославије, 22-27. 09., Београд, стр. 173.
- Krstić, M. (2004) Modeli zavisnosti važnijih elemenata rasta jednogodišnjih biljaka hrasta kitnjaka. XXXI Simpozijum o operacionim istraživanjima. Fruška Gora, Zbornik radova, 363-366.
- Крстић, М. (2006): Гајење шума – конверзија, мелиорација и вештачко обнављање. Шмарски факултет Универзитета у Београду, УШИТС, 1-375. Планетапринт, Београд.
- Крстић, М. и сар. (2016): Завршни извештај о истраживањима у периоду 2014-2016. године по пројекту: „Истраживање начина и могућности обнављања храста китњака у Србији”. Руководилац пројекта: др Милун Крстић, Шумарски факултет у Београду.
- Крстић, М., Кањевац, Б., Бабић, В., Васиљевић, Ж. (2017): Утицај услова станишта и састојинских карактеристика на преживљавање и развој подмлатка храста китњака. *Шумарство* бр. 1-2, УШИТС, стр. 25-42.
- Löf, M. (2000): Establishment and growth in seedlings of *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: influ-

- ence of interference from herbaceous vegetation. Canadian Journal of Forest Research, Volume 30, Number 6, pg. 855-864.
- Paquette, A., Bouchard, A., Cogliastro, A. (2006) Successful under-planting of red oak and black cherry in early-successional deciduous shelterwoods of North America. Annals of Forest Science, Volume 63, Number 8, pg. 823-831
- Sands, R. 1984. Transplanting stress in radiata pine. Australian Forest Research, Volume 14, Number 1, pg. 67-72.
- Self, A., Ezell, A., Rowe, D. (2014) Performance of Oak Seedlings Grown under Different Oust® XP Regimes. Forests, Volume 5, Number 6, pg. 1331-1340.
- Stilinović, S. (1991): Pošumljavanje. Naučna knjiga, Beograd.
- Стојановић, Љ., Крстић, М. (2000): Гајење шума III – Обновљање и нега шума главних врста дрвећа. Шумарски факултет Универзитета у Београду, 1-250, Финеграф, Београд.
- Solymos, R. (1993): Improvement and silviculture of oaks in Hungary. Annales des sciences forestières, INRA/EDP Sciences, 1993, 50 (6), pg. 607 – 614.
- Timbal, J., Aussenac, G. (1996): An overview of ecology and silviculture of indigenous oaks in France. Annals of Forest Science, Volume 53, Number 2 – 3, pg. 649 – 661.
- Vyskot, M. (1958): *Pesteni dubu*. Praha.
- Harrington, C.A. (1991): Forests planted for ecosystem restoration or conservation. New Forests, Volume 17, pg. 175-190

CHARACTERISTICS OF ARTIFICIAL REGENERATION OF SESSILE OAK FORESTS (*Quercus petraea* /Matt./Liebl.) ON THE MOUNTAIN CER

Milun Krstić
Branko Kanjevac
Violeta Babić
Željko Vasiljević

Summary

This paper presents the results of our research of the methods and success of artificial regeneration of the forests of sessile oak with white linden (*Quercetum petraeae tilietosum tomentosae*) on the mountain of Cer in the western Serbia, where the natural regeneration has been absent or rare. The main aim and task of this research was to study the effects of habitat and stand conditions on the success of artificial regeneration achieved by planting or by sowing seed of sessile oak, whereby it was necessary to determine:

- the survival of the planted seedlings, their state, vulnerability, degree of the damage caused by abiotic and biotic factors, height and height increment during the first growing season;
- the number, survival and dimensions of the seedlings originating from sowing seed of sessile oak during the first growing season.

The surface area intended for regeneration was prepared by removing the understory layer of accompanying species (linden) together with the shrub layer. A comparative analysis of the growth of the planted seedlings and the seedlings originating from sowing seed of sessile oak in different climate conditions was performed in two calendar years (2015 and 2016) with evident differences in the basic climate parameters, which affected the success of regeneration. The obtained results point to significant differences in the survival, attained heights and achieved height increments of the planted and sown seedlings.

1. At the stand canopy of 0.5-0.6 or less, the surface area is significantly weed covered (with blackberry and other weed vegetation). Weed should be removed by applying auxiliary silvicultural measures in the regeneration phase.

2. The characteristics of climate in the research years point to the following:

- the research years recorded significant increases in the mean air temperature since 2015 was 1.4°C above the long-term average (1981-2010) with the situation being almost the same in 2016. At the same time, there was a marked increase in extreme air temperatures since the mean max-

imum air temperature in the observed years exceeded the long-term average by 1.8°C and 1.5°C respectively and the mean minimum air temperature by 2°C and 1.8°C. The difference was particularly noticeable in the growing season when the absolute minimum air temperature significantly increased pointing to pronounced warming;

- weather conditions in 2015 were much drier compared to the long-term average. This deviation from the long-term average was quite pronounced in 2016, particularly during the growing season. Thornthwaite water balance points to significantly less favourable soil moisture conditions in 2015 and thus to significantly more xerothermal climate conditions in the same year.

- the above-stated climate data point to pronounced xerothermization of climate, with the differences in climate conditions affecting the survival both of the planted seedlings and the seedlings originating from sowing seed of sessile oak, their heights and height increments.

3. The initial height of the two-year old seedlings used for afforestation in autumn 2014 was quite variable - their average height was 80 cm, with the minimum height being 26 cm and the maximum 146 cm:

- the success of afforestation was 90%. From the beginning to the middle of the growing season in 2015, another 120 seedlings 'disappeared' (13% of the remaining seedlings). They were either cut and removed while ploughing (2.8%) or destroyed by wild animals and felled while removing weed with a weed remover machine (1.3%). At the end of the growing season in 2015, of all the analyzed seedlings 47.7% were healthy and vital, 1.3% were damaged, 8.6% of poor vitality, 18.6% dry-topped and 23.8% declined, 11.4% of which were long declined (since the mid-growing season) and 12.4% were newly-declined (at the end of the growing season);

- the height (development) of the planted seedlings didn't significantly affect the state of seedlings because even the largest seedlings were declined or declining;

- the average height increment during the first growing season was 10 cm, while the minimum height increment amounted to 2 cm and the maximum to 47 cm, with a distinctively high coefficient of variation of 72%. The most developed seedlings selected for planting didn't have the greatest height increments in the first growing season, *i.e.* the height increment didn't significantly depend on the development (size) of seedlings. These characteristics certainly resulted from unfavourable climate conditions in the growing season of 2015 (increased air temperature and reduced amount of precipitation) which resulted in substantial soil moisture deficits.

4. The analysis of the number, survival and dimensions of the seedlings originating from sowing seed of sessile oak in the autumn of the previous year was conducted at the end of the first growing season of 2016 and revealed the following:

- one third of the surface area (33%) didn't have any seedlings, although we assume that the seed was sown uniformly over the whole surface area; the average number of plants was 4.5 per m² (with the maximum number being 10 and the minimum 2). This means that the seedlings achieved the survival rate of 30% after the first growing season.

- the average height of one-year old seedlings was 11.7 cm, with the maximum height being 27 cm and the minimum 6 cm; the growth in multiple phases was observed, with 75% of seedlings being in the second phase of growth and 11% in the third phase of growth.

- the average height of the seedlings with one phase of growth was 9.5 cm (min. 6 cm, max. 12 cm);

- regarding the seedlings with three phases of growth, the average height of the first phase of growth was 9.3 cm (max. 13 cm, min. 7 cm), while it was 5.5 cm (max. 7 cm, min. 4 cm) in the second phase of growth and 6.7 cm (max. 8 cm, min. 6 cm) in third phase of growth. The average share of the first phase of growth in the total height of the seedlings which have tree phases of growth was 43%, while the second phase of growth participated with 26% and the third phase of growth with 31%.

5. The success of artificial regeneration was not as expected because it was affected by a combination of interacting factors:

- at the end of the first growing season, only half of the planted seedlings survived (the seedlings estimated as healthy and vital), although the appropriate measures of surface area preparation, care, maintenance and protection of the newly-established plantation had been carried out. This state was affected not only by the quality of the seedlings and excessive root trimming but also by numerous damaging abiotic and biotic factors, insufficient care while handling, unfavourable habitat conditions - climate characteristics and soil moisture deficits;

- the number and the survival rate of the seedlings originating from sowing seed of sessile oak at the end of the first growing season indicate that one third of the surface area had no seedlings, while the seedling survival rate after the first growing season amounted to 30%. Besides the quality of seed, it was brought about by the same factors that impaired the artificial regeneration by planting.