

УТИЦАЈ УСЛОВА СТАНИШТА И САСТОЈИНСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА НА ПРЕЖИВЉАВАЊЕ И РАЗВОЈ ПОДМЛАТКА ХРАСТА КИТЊАКА

МИЛУН КРСТИЋ¹
БРАНКО КАЊЕВАЦ¹
ВИОЛЕТА БАБИЋ¹
ЖЕЉКО ВАСИЉЕВИЋ²

Извод: У раду су приказани резултати проучавања утицаја услова станишта на преживљавање и развој подмлатка храста китњака на планини Цер у западној Србији. Извршена је анализа елемената раста подмлатка, у различитим условима станишта и састојинских карактеристика: у сувљим условима, на гребенској ситуацији и влажнијим условима, на падини, на различитим експозицијама терена и различитом положају – испод круна стабала, на ивици отвора у склопу и на отворима у склопу величине половина висине зрелих стабала (12 m), и у условима закоровљености купином. Извршена је упоредна анализа раста трогодишњег и четворогодишњег подмлатка у различитим климатским условима, током две календарске године, 2015. и 2016, у којима је била евидентна разлика основних климатских елемената. Утврђено је да постоји значајан утицај наведених различитих услова, у којима је растао подмладак. Разлике се састоје у преживљавању подмлатка, оствареним висинама подмлатка и дужини летораста.

Кључне речи: храст китњак, подмладак, састојинско стање, услови средине

THE IMPACT OF SITE CONDITIONS AND STAND CHARACTERISTICS ON THE SURVIVAL AND GROWTH OF YOUNG SESSILE OAK TREES

Abstract: The paper presents the study results on the impact of site conditions on the survival and growth of young sessile oak trees on the mountain of Cer in western Serbia. We studied the elements of new growth in different site conditions and stand features: in dry conditions on the ridges and in humid conditions of the slopes, on the terrains with different aspects and in different positions – below the canopy, at the edge of the canopy openings, in the canopy openings ½ the height of mature trees (12 m) in size and in the areas covered with blackberry. We carried out a comparative analysis of the growth of three-year and four-year-old trees in different climates – in the years of 2015 and 2016 which showed clear differences in the main elements of climate. It was found that the stated differences in the growing conditions had a considerable impact on the growth of the young crop. The differences were manifested in the young crop survival, the attained heights and the length of their shoots.

Keywords: sessile oak, young crop, stand condition, environmental conditions

1. УВОД

Опште позната чињеница је да шуме храста китњака са узгојног аспек-

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

² *Жељко Васиљевић, дил. инж. шумарства, 'Манастирске шуме' д.о.о. – Епархија шабачка*

та карактеришу: неповољно састојинско стање (састојине велике старости, разређене састојине прекинутог склопа, појава пратећих врста у подстојном спрату, закоровљеност површине и др.), незадовољавајуће здравствено стање (актуелан процес сушења); смањена обилност уroda и квалитет семена, поремећени микроклиматски и остали станишни услови. Све наведено указује да су отежани услови за обнављање, и да се намеће потреба предузимања одговарајућих мера у циљу формирања нових квалитетних састојина природним обнављањем шума.

Истраживања у вези са подмлађивањем шума храста китњака вршили су бројни истраживачи. Према Крстић, М. (1989, 2003), услови средине имају највећи утицај на појаву подмлатка, а за преживљавање и његов даљи правилан развој највећи значај имају климатски чиниоци – топлота, влажност ваздуха и земљишта и светлост. Најдетаљнија истраживања при обнови китњакових шума и дефинисање повољних услова станишта и састојинских карактеристика свих наведених елемената 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). На основу извршене анализе динамике подмлађивања и развоја подмлатка, констатовали су да се обилан и квалитетан подмладак, у зависности од станишних услова, појављује при склопу састојине од 0,5 до 0,7, јер при таквом склопу постоје повољни услови светлости, топлоте и влажности ваздуха за успешно природно обнављање. Идентичне услове склопа (0,5) као најбоље за подмађивање, при коме се јавља највећа бројност подмлатка констатовао је и Говедар (2006). Крстић, М. (1992, 2003) наводи да је за правилно и равномерно осемењавање површине у зрелим китњаковим састојинама, у зависности од станишних услова и састојинских карактеристика, неопходно да на површини буде 170-300 стабала по ha равномерно распоређених на површини, тј. на просечном одстојању 6-8 m.

Посебан проблем у вези са природним обнављањем храстових шума је што постоји велики број паразитских и сапрофитских гљива, које се развијају на жиру или понуку (Караџић, Д. *et al.* 2005). Исајев, В. *et al.* (2005) наводе да је за обнову китњакових шума потребно користити што квалитетније семе стабилних својстава, те да је у наведеним отежаним условима вештачко обнављање шума један од могућих начина превазилажења недовољног природног обнављања услед процеса сушења.

На значај микроклиматских услова у састојинама храста китњака, које се подмлађују указују и Бабић, В., Крстић, М. (2016). Редак склоп састојине ствара неповољне микроклиматске услове пропуштањем веће количине светлости и топлоте што доводи до исушивања земљишта, смањења влажности и повећања закоровљености површине (Крстић, М., 1989). Kelly, D. L. (2002) негативан утицај густог склопа на развој подмлатка објашњава недовољном количином фотосинтетичког активног зрачења, компетицијом корења биљака за воду и хранљиве материје и алелопатским ефектима. Према Говедар, З. (2006), на површинама ретког и прекинутог склопа у китњаковим шумама обилно је закоровљавање, па је потребно уклањати коровску вегетацију и вршити помоћне мере природном обнављању на ма-

лим површинама.

На посебан значај услова осветљености у састојини за успешно подмлађивање шума храста китњака указао је Крстић, М. (1989). Он наводи да је, у зависности од еколошке јединице, дефинисане конкретним станишним условима и састојинским карактеристикама, најбоље подмлађивање (појава и опстанак подмлатка) при просечној пропустљивости светлости 19-50%, и да у најранијој младости подмладак китњака подноси засену. За успешно подмлађивање отвори у склопу треба да буду величине од једноструке висине стабала (20 m) на топлијим – јужним експозицијама терена, до 1,5 – струке висине стабала (30-40 m) у влажнијим условима. Скоро идентичне закључке наводе Březina, I., Dobrovolný, L. (2011), да хрст китњак у младости подноси засењивање, међутим, да би имао приближно средњи прираст од могућег, потребно му је минимум 50% светлости за развој. Са друге стране на великим отворима у састојинама који настају после сече владају веома неповољни климатски услови, што се негативно одражава на подмладак. Lürke, B. (1998) је констатовоао да обнављање код китњака почиње већ при 10% отвореном склопу састојине, а свакако када је отвореност склопа 15–20%, а Reif, A., Gärtner, S. (2007) да је за максимални висински прираст једногодишњег подмлатка китњака потребно 20–40% сунчеве светлости, а за двогодишњи подмладак 25–50%. Бабић, В. (2014) констатује да је успешно обнављање китњакових шума при старости подмлатка од три године са коефицијентом пропустљивости светлости од 9,6 до 21,9%.

Annighöfer, P. *et al.* (2015) су у својим истраживањима дошли до закључка да је успешно обнављање китњакових шума олакшано смањивањем међуврсне конкуренције, што се може постићи повећаним присуством китњака у зрелој састојини пре обнављања, као и постепеним побољшавањем светлосних услова за подмладак током обнављања састојине. Вишегодишња истраживања подмлађивања шума храста китњака на подручју Србије управо у оваквим условима, са појавом пратећих врста у подстојном спрату, вршили су Крстић, М. *et al.* (2014-2016), а истраживање утицаја припреме површине на појаву природног подмлатка Крстић, М. (1996).

Истраживање утицаја суше и загревања ваздуха на раст трогодишњих садница хрстова, а међу њима и храста китњака, вршили су Agend, M. *et al.* (2011), и констатовали да на њихов раст значајно утичу: (1) раст младица у висину смањен је сушом и стимулисан загревањем ваздуха; (2) раст пречника стабљике смањен је сушом и у много мањој мери загревањем ваздуха; (3) раст дужине корена незнатно је смањен загревањем ваздуха, али не реагује на сушу.

Раст у висину до треће године старости и гранање младих садница храста китњака, које су расле под различитим нивоима доступности ресурса (светлост, вода, хранљиве материје), проучавали су Collet, C. *et al.* (1997), и утврдили да се раст садница повећава са доступношћу ресурса, и показује веће варирање у висини.

На основу наведеног, основни циљ овог рада је утврђивање утицаја услова станишта и састојинских карактеристика на развој и преживљавање подмлатка храста китњака.

2. ОБЈЕКАТ ПРОУЧАВАЊА, МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

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

Прикупљање података извршено је на уобичајен начин, постављањем огледних површина у „пољским огледима“.

Условне станишта проучаваног локалитета карактерише следеће: огледна површина на којој су вршена проучавања налази се на надморској висини 220-230 m., на заравни са благим нагибом терена. Преовлађујућа експозиција терена је јужна. У оквиру огледне површине се налази широки гребен са благим уједначеним нагибом од 5° до 12° у страну према ували са југо-источном експозицијом. Наведени услови станишта су идентични еколошким условима, које је у својим истраживањима у североисточној Србији констатовао Крстић, М. (1989). Условне станишта карактерише и дубоко илимеризовано земљиште на глиновитим седиментима.

За приказ климатских карактеристика подручја истраживања у оквиру планине Цер коришћени су подаци метеоролошких мерења на најближој климатолошкој станици у Лозници, која се налази на 121 m надморске висине. Анализа климатских карактеристика извршена је у годинама када су вршена истраживања раста и развоја подмлатка китњака (2015. и 2016. године) као и за десетогодишњи период 2006-2015. године, који је узет за упоређивање. Приказане су годишње и средње месечне вредности најважнијих климатских елемената, значајних за развој вегетације: температурни услови, падавински режим и комбиновани климатски параметри изражени индексом аридности и карактеристике климе по Торнтвајту (*Thorntwaite*).

У претходном периоду извршене су одговарајуће помоћне мере природном обнављању—крајем маја 2013. године, купина је на делу површине уклањана ручно (чупана), и за једну годину се регенерише цела, што је указивало да треба да се уклања сваке године. Због тога је крајем јула 2014. године ручно уклањана поново, као и у трећој години старости подмлатка 2015. године (слика 1).

Током 2015. и 2016. године прикупљани су подаци о бројности подмлатка, оствареним димензијама подмлатка мерењем његове укупне висине и дужине летораста (висинског прираста) у анализираном периоду. Мерења су вршена на елементарним мерним јединицама површине 1 m² у наведеним годинама у различитим групама подмлатка, постављеним по принципу случајног узорка, и то: у сувљим условима на гребену (група огледних површина 1) и у влажнијим условима на падини благог нагиба (група огледних површина 2). У оба случаја постављене су по три елементарне јединице: 1 – испод круна стабала; 2 – на ивици отвора у склопу; 3 – на средини отвора у склопу пречника половине висине стабала (око 12 m).



Слика 1. Припремљена подмладна површина

Figure 1 The prepared regeneration plot



Слика 2. Двогодишњи подмладак испод купине

Figure 2 Two-year-old regeneration growth under blackberry

Обрада података извршена је на стандардан начин за ову врсту истраживања. Примењивани су методи анализе и синтезе, специјализације и генерализације, као и статистичка анализа. Основна анализа параметара раста подмлатка у висину и дужине летораста вршена је применом дескриптивне статистике. У циљу установљавања колико се остварене вредности елемената раста подмлатка у анализираним условима станишта и састојинским условима разликују, извршена је анализа варијансе и Post-hoc тест анализа димензија подмлатка применом Tukey-Kramer теста, коришћењем статистичког програма EduStat. Резултати ове анализе приказани су текстуално, табеларно и графички.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1. Климатске карактеристике локалитета

Основни климатски параметри приказани су у табели 1.

Температуру ваздуха и падавине у анализираним периодима карактерише следеће:

- средња годишња температура ваздуха (t °C) за обе анализиране године је за око 0,5°C била већа од просечне за период 2006-2015. година;
- у вегетационом периоду температура ваздуха (t °C VP) у 2015. години била је, такође, за 0,5°C већа у односу на 2016. годину;
- годишња количина падавина (P год) је у 2016. години била већа за око 100 mm у односу на 2015. годину, а за 80 mm у односу на вишегодишњи просек;
- наведена разлика у количини падавина посебно је била изражена у вегетационом периоду (PVP) .

Хигрични биланс по Торнџвајту (Thorntwaite) карактерише појава израженог недостатка воде (M) у вегетационом периоду: у току 2015. године од јула до септембра, а 2016. године само у септембру. При томе је у току 2016. године констатован минимални недостатак воде од свега 1 mm. У обе

анализиране године вишка (V) воде је било у периоду од јануара до марта. Међутим, и при овоме је констатовано да је скоро трећина годишње количине падавина (V/P) у току 2015. године у облику вишка воде отекла у ван-вегетационом периоду, а у току 2016. свега једна петина.

Табела 1. Карактеристике климе подручја
Table 1 Climate characteristics of the study area

Период Година	t°C год.	t°C VP	Прод mm	PVP mm	SetVP mm	М месец	М/PVP (%)	V месец	V/P %
2006-15.	12,5	19,1	886	475	554	VII-IX	32	XII-IV	25
2015.	13,0	19,8	867	394	494	VII-IX	47	I-III	31
2016.	13,1	19,3	964	547	645	IX	1	I-III	21
Период Година	Карактер климе по Thornthwaite			Индекс аридности					
	Im	Ознака	Климатски тип	THW	De Marton	FAI			
2006-15.	21,5	B ₁	Блага хумидна	13,1	39,2	4,1			
2015.	20,6	B ₁	Блага хумидна	23,8	37,7	9,2			
2016.	25,4	B ₁	Блага хумидна	0,8	41,7	5,8			

Наведени подаци указују на следеће:

- 2015. година је била топлија у односу на вишегодишњи просек, а та разлика је посебно била изражена у вегетационом периоду у односу на 2016. годину;

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

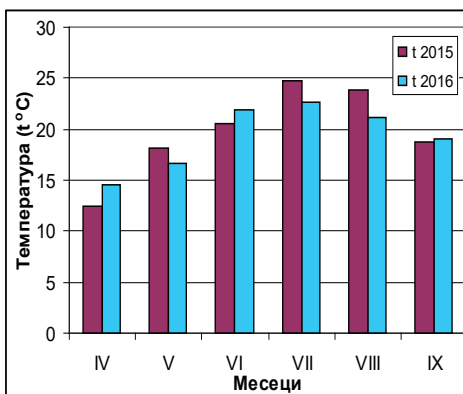
- хидрични биланс указује на знатно неповољније услове влажности земљишта у току 2015. године.

Комбиновани климатски параметри изражени преко индекса аридности (табела 1) потврђују веома изражену разлику у карактеру климе у анализираним годинама.

- индекс аридности по Торнтвајту у 2015. години вишеструко је већи у односу на 2016., а скоро двоструко већи у односу на вишегодишњи просек;

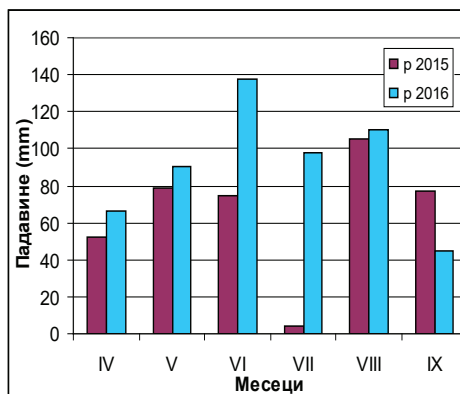
- знатно ниже вредности индекса аридности по Де Мартону током 2015. у односу на 2016. годину, такође, потврђују изнету констатацију о сувљој клими;

- најилустративније разлику изражава FAI индекс: вредност вишегодишњег просека указује на климатске услове, који су били најповољнији за букове шуме; вредност у 2016. години је на доњој граници вредности када су услови повољни за развој храстова китњака и цера; у току 2015. године вредност карактеристике климу шумо-степе (Führer, E. *et al.*, 2011).



Графикон 1. Температура у вегетационом периоду 2015. и 2016. године

Graph 1 The temperature in the growing period in 2015 and 2016



Графикон 2. Падавине у вегетационом периоду 2015. и 2016. године

Graph 2 Precipitation in the growing period in 2015 and 2016

3.2. Састојинске карактеристике

У проучаваној састојини у спрату дрвећа доминира храст китњак (*Quercus petraea*), а појединачно се појављују цер (*Quercus cerris*) и сладун (*Quercus frainetto*). Склоп је 0,5-0,7, али постоје и мањи отвори у склопу до једноструке висине стабала. Спрат жбуња је слабо развијен, а у њему се појединачно појављују црни јасен (*Fraxinus ornus*), бела липа (*Tilia argentea*) и граб (*Carpinus betulus*). У спрату приземне флоре на читавој површини доминира купина (*Rubus hirtus*) чија је висина и до 0,6 m.

Укупан број стабала на површини је 202 по ha, што је у складу са наводом Крстић, М. (1989, 1992, 2003) да је за успешно обнављање китњакових шума неопходно 170-300 стабала по ha, на међусобном просечном растојању 6-8 m. Средњи пречник стабала китњака је 44 cm, сладуна 35,4 cm, а цера 47,5 cm. Средња висина стабала храста китњака је 23,4 m, сладуна 23,0 m, а цера 25,2 m. Старост стабала китњака је 120 година и постоји суховрхост код појединачних стабала.

Констатоване и извршене узгојне потребе и мере

Састојина је добро подмлађена. Подмлатка има испод старих стабала и у склопу састојине, и на отворима у склопу ширине до половине висине зрелих стабала (око 12 m). Двогодишњи подмладак на површинама у купини, где она није уклањана 2014. године, слабо прирашћује и хоризонтално се шири због недостатка светлости (слика 2), али је крајем вегетационог периода још добре виталности.

Како је наведено извршене су одговарајуће помоћне мере природном обнављању уклањањем купине и у трећој години старости подмлатка (2015. године), а 2016. (у четвртој години старости подмлатка) нису, јер је конста-

товано да није потребно пошто је подмладак формирао свој склоп и он не дозвољава купини да се развија (слика 3). На делу површине где је купина уклањана само прве године (2013), преживело је врло мало подмлатка (местимично и максимално 2 по m^2) који је у четвртој години надрастао купину и не смета му (слика 4). На делу површине, где није уклањана купина, подмлатка нема – изумро је у 4. години старости.



Слика 3. Изглед четворогодишњег подмлатка
Figure 3 Four-year-old regeneration growth



Слика 4. Подмладак изнад купине
Figure 4 Young growth above the blackberry

3.3. Бројност подмлатка

Подаци о бројности подмлатка у анализираном периоду приказани су у табели 2. Услови средине на проучаваном локалитету су специфични. Експозиције су топлије (јужна и југоисточна) и због таквог, према Крстић, М. (1989) карактеристичног положаја гребена, изражени су утицаји влажније источне и топлије и сувље западне експозиције, а услови осветљености су повољнији јер светлост до површине земљишта и подмлатка допире и испод круна стабала. Обилан и квалитетан подмладак се ради тога јавља при склопу састојине 0,6-0,7, односно при интензитету светлости 19,4% пуне дневне светлости. При подмлађивању оптимална величина подмладних језгара је око једноструке висине зрелих стабала. Код чистих китњакових састојина на широком гребену - са благо израженим југоисточним и југозападним експозицијама у китњаковим шумама на Фрушкој Гори, оптимални услови режима светлости за појаву обилног подмлатка су при 14,3-14,6 % пуне дневне светлости (Бабић, В., 2014), што одговара склопу састојине 0,6-0,7.

На проучаваном локалитету уочавају се значајне разлике у бројности подмлатка по јединици површине у узорцима у различитим условима станишта и групама узорака. Упадљиво је већа бројност подмлатка у влажнијим условима (група узорака 2). Највећа бројност подмлатка је испод круна стабала.

Бројност трогодишњег подмлатка на гребенској ситуацији испод круна стабала (група 1.1) износи 19 ком/ m^2 ; на ивици отвора у склопу је више

него двоструко мања, а на средини отвора износи нешто више од трећине броја подмлатка испод круна. Број биљака у влажнијим условима (група 2.1) је 85 ком/м², на ивици отвора је за трећину мањи, а на средини отвора износи свега 13 % од наведеног броја. Истовремено, број биљака подмлатка испод круна стабала на гребенској ситуацији (група 1.1) у односу на његову бројност у влажнијим условима (група 2.1) износи свега 22%. Наведена бројност трогодишњег подмлатка је у границама које наводи Бабић, В. (2014).

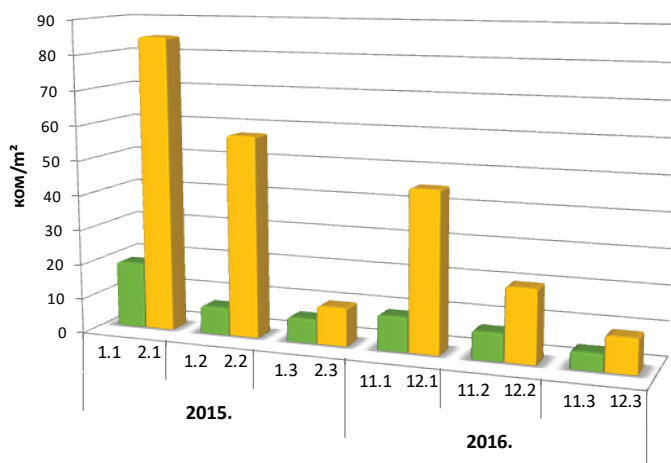
Табела 2. Бројност подмлатка у узорку
Table 2 The number of young trees in the sample

Услови станишта	1. Гребен (сувље) Експозија – S; нагиб 5°			2. Страна (влажније) Експозиција – SE; нагиб 10°		
	Група ОП	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2
	Бројност трогодишњег подмлатка (2015. године)					
ком/м ²	19	8	7	85	58	11
%	100	42	37	100	68	13
%	22	9	8	100	68	13
	Бројност четворогодишњег подмлатка (2016. године)					
Група ОП	11.1	11.2	11.3	12.1	12.2	12.3
ком/м ²	10	8	5	46	21	10
%	100	80	50	46	46	22
%	22	17	11	100	46	22
% 2016/2015	53	100	71	54	30	91

Легенда: 1- испод стабла; 2-ивица отвора у склопу; 3-средина отвора у склопу

Бројност четворогодишњег подмлатка у наведеним станишним и састојинским условима указује на евидентно његово смањење. Испод круна стабала и у сувљим условима (група 11.1) у односу на влажније услове (група 12.1) број биљака је мањи четири пута. Највеће преживљавање подмлатка из претходне године је у сувљим условима на ивици отвора (група 11.2) где је сав преживео, а најмање преживљавање је у идентичним условима (група 12.2), где је преживела трећина биљака. Више од две трећине јединки је преживело на отворима у склопу у сувљим условима, а 90% у влажнијим условима.

Упоредни приказ бројности трогодишњег (2015) и четворогодишњег подмлатка (2016) дат је на графикону 3.



Графикон 3. Упоредни приказ бројности подмлатка у различитим условима и годинама

Graph 3 Comparison of the number of young trees in different conditions and at different age

Анализом података из табеле 2 утврђено је да је дошло до смањења бројности подмлатка. Како је бројност подмлатка у обе анализиране године анализираних истих група подмлатка, на огледним површинама, које су постављене у идентичним условима склопа (испод стабала састојине склопа 0,5-0,7; на ивици отвора у склопу, на средини отвора у склопу), на локацији где су примењиване идентичне помоћне мере (уклањање купине у исто време) јасно је да су констатоване разлике у бројности, односно преживљавању подмлатка последица различитих климатских карактеристика у наведене две анализиране године. У току вегетационог периода 2015. године, како је наведено, температура је била за 0,5°C већа у односу на 2016. годину; количина падавина је била за 17% мања од претходног анализираних вишегодишњег просека; мањак (недостатак) воде у земљишту у периоду од јула до септембра, износио је 47% од укупне количине падавина у вегетационом периоду. Истовремено, индекс аридности по Де Мартону је био двоструко већи од вишегодишњег просека, а FAI индекс аридности је имао вредност 9,2, што карактерише климу шумо-степе.

Смањење бројности, односно изумирање подмлатка израженије је у влажнијим условима. У групи подмлатка 2.1 – испод круна стабала број подмлатка је смањен за више од половине, на ивици круне остала је приближно трећина подмлатка, а на средини отвора у склопу бројност подмлатка је смањена за 10%. Разлог су свакако екстремнији климатски услови у току 2015. године, јер је клима, како је наведено, била у вегетационом периоду топлија а израженије сувља, што се посебно одразило на преживљавање подмлатка у влажнијим условима.

Истовремено код подмлатка у сувљим условима знатно мање је изражено смањење бројности подмлатка, јер је он делимично био адаптиран на су-

вље услове станишта. Најизраженије је бројност подмлатка смањена испод круна стабала (група 1.1 и 11.1) такође, на око половину, док га на отвору у склопу има мање за трећину.

3.4. Димензије елемената раста подмлатка

Остварене димензије подмлатка изражене висином у 2015. и 2016. години и дужином летораста у наведеним годинама приказане су у табелама 3 и 4. Упоредне вредности наведених елемената раста приказане су на графиконима 3 и 4. Као и у бројности подмлатка, запажају се значајне разлике средњих вредности висина подмлатка и летораста у узорцима у различитим условима станишта и групама ОП. Упадљиво веће висине и дужине летораста су у влажнијим условима (група ОП 2). То је у сагласности са наводима Arend, M. *et al.* (2011) да је раст младица китњака у висину смањен сушом, као и закључком Collet, C., *et al.* (1997) да се раст у висину садница китњака повећава са доступношћу ресурса (светлост, вода, хранљиве материје).

Табела 3. Статистички параметри раста трогодишњег подмлатка у висину (2015. година)

Table 3 Statistical parameters of the height growth of the three-year-old trees (2015)

Услови станишта	1. Гребен (сувље) Експозија – S; нагиб 5°			2. Страна (влажније) Експозиција – SE; нагиб 12°		
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3
Група ОП						
	Висина трогодишњег подмлатка (cm)					
Мин	15	8	9	12	10	10
Макс	29	35	25	73	54	51
\bar{X}	19,7	20,1	16,7	38,3	31,3	28,5
S_d	4,11	9,90	5,12	26,5	17,9	15,3
Кв%	50,9	49,6	30,6	69,2	57,3	53,7
	Висински прираст у току треће године (cm)					
Мин	3	2	2	2	2	2
Макс	13	7	7	20	22	20
\bar{X}	6,7	3,8	4,4	9,8	9,8	6,7
S_d	2,54	1,91	1,62	8,35	7,00	5,38
Кв%	37,9	51,9	36,5	85,2	71,3	80,2

Легенда: 1- испод стабла; 2-ивица отвора у склопу; 3-средина отвора у склопу

Просечне висине трогодишњег подмлатка на гребенској ситуацији у оквиру анализираних група (1.1-1.3) износе 16,7-19,7 cm, и највећа је на ивици отвора у склопу, где је измерена висина 35 cm, што је идентично димензијама које у сличним условима станишта наводи Бабић, В. (2014) – просечна

висина је 16,7 cm, а максимална 41 cm; у влажнијим условима (групе 2.1-2.3) просечне висине имају вредности 28,5-38,5 cm, и највеће су испод круна стабала, где је и измерена највећа висина од 73 cm. Ту је и најизраженије варирање висина, јер коефицијент варијације има вредност 69%. Најмања разлика у висинама је на средини отвора, где коефицијенти варијације износе 31-54%. Просечне вредности летораста подмлатка наведених група у трећој години старости крећу се 3,8-6,7 cm у сувљим условима, односно 6,7-9,8 cm у влажнијим условима станишта, где је варирање знатно израженије и коефицијент варијације износи 71-85%.

Табела 4. Статистички параметри раста четворогодишњег подмлатка у висину (2016. година) – дескриптивна статистика

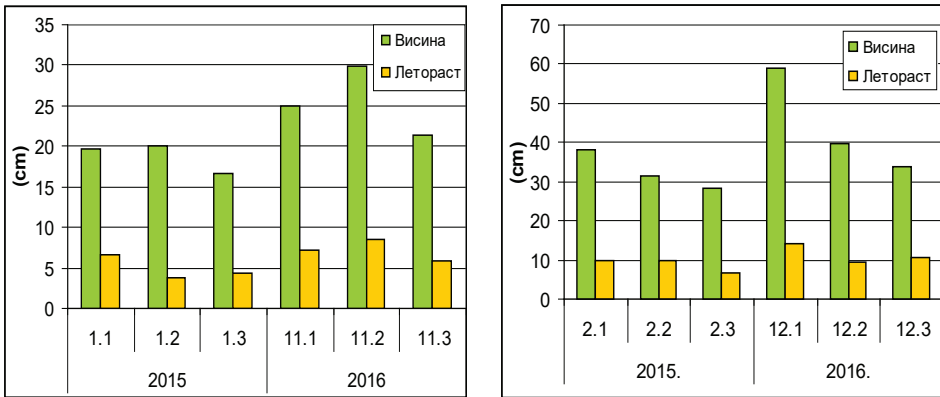
Table 4 Statistical parameters of the height growth of the four-year-old trees (2016) - descriptive statistics

Услови станишта	11. Гребен (сувље) Експозиција – S; нагиб 5°			12. Страна (влажније) Експозиција – SE; нагиб 12°		
	11.1	11.2	11.3	12.1	12.2	12.3
Група ОП						
	Висина четворогодишњег подмлатка (cm)					
Мин	13	14	12	17	16	16
Макс	47	42	32	100	70	68
\bar{X}	25,0	29,9	21,4	59,1	39,7	33,9
S_d	9,87	9,34	9,84	29,24	22,42	17,68
Кв%	39,5	31,3	46,0	44,5	56,5	52,2
	Висински прираст у току четврте године (cm)					
Мин	5	2	2	7	4	4
Макс	13	13	11	24	16	23
\bar{X}	7,2	8,6	5,8	14,2	9,6	10,7
S_d	2,35	4,03	4,32	5,95	4,55	6,96
Кв%	32,6	46,8	74,6	41,9	47,4	65,1

Легенда: 1- испод стабла; 2-ивица отвора у склопу; 3-средина отвора у склопу

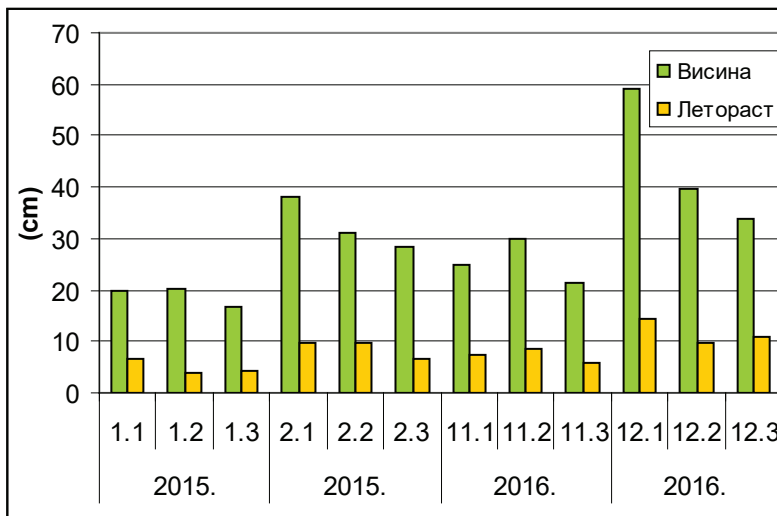
Просечне висине четворогодишњег подмлатка у наведеним станишним и састојинским условима указују на евидентно повећање разлике у висинама подмлатка између анализираних група. У сувљим условима (групе 11.1-11.3) просечне висине су 21,4-29,9 cm – највећа измерена висина подмлатка је 47 cm, а према Бабић, В. (2014) на Фрушкој Гори просечна висина је 21,8 cm, а максимална 50 cm. У влажнијим условима (групе 12.1-12.3) 33,9-59,1 cm, највећа висина је 100 cm. У оба случаја смањена је разлика у оствареним висинама подмлатка, и највећа вредност коефицијента варијације је 57%. Летораст у четвртој години старости је знатно већи. Просечне вредности летораста подмлатка наведених група крећу се 5,8-8,6 cm у сувљим условима,

односно 9,6,-14,2 cm у влажнијим условима станишта, где је варирање сада мање изражено, а коефицијент варијације износи до 65%.



Графикон 4. Елементи раста анализираних група трогодишњег и четворогодишњег подмлатка храста китњака у различитим условима станишта

Graphs 4 Growth elements of the studied groups of three- and four-year-old sessile oak young trees in different site conditions



Графикон 5. Упоредни приказ елемената раста подмлатка

Graph 5 Comparison of the young crop growth elements

Како су остварене димензије подмлатка у обе анализирание године у оквиру анализираних истих група подмлатка, које су постављене у идентичним условима склопа на локацији где су примењиване идентичне помоћне мере, чија је укупна висина и годишњи прираст (летораст) у току 2015. и 2016. године, намеће се, такође, закључак да су констатоване разлике последица различитих климатских карактеристика у наведене две анализирание године, односно да су одлучујућу улогу у оствареним димензијама

подмлатка имали наведени климатски услови.

У циљу установљавања колико се констатоване остварене вредности елемената раста подмлатка у анализираним условима станишта и састојинским условима разликују, извршена је анализа варијансе и Post-hoc тест анализа димензија подмлатка применом Tukey-Kramer теста коришћењем статистичког програма EduStat.

У оствареним висинама трогодишњег подмлатка на нивоу значајности $p < 0,05$ у оквиру група 1.1-1.3 и 2.1-2.3 нема статистички значајне разлике. Упоредном анализом свих група значајно се од осталих разликује само група 2.1, тј. подмладак растао испод круна стабала у влажнијим условима од висина подмлатка, који је растао у сувљим условима. По дужини летораста, од осталих се статистички значајно разликује само група 1.2, тј. подмладак који је растао у сувљим условима на отвору у склопу. У оствареним висинама четворогодишњег подмлатка на нивоу значајности $p < 0,05$ статистички значајно се од осталих разликује само група 12.1, тј. подмладак растао испод круна стабала у влажнијим условима. Идентична ситуација је и у дужини летораста.

Резултати извршене упоредне анализе димензија висине и висинског прираста подмлатка унутар група и између група трогодишњег и четворогодишњег подмлатка приказана је у табелама 5. и 6.

Табела 5. Анализа варијансе за мерене димензије трогодишњег подмлатка (1.1-11.3) и четворогодишњег подмлатка (2.1-12.3) храста китњака

Table 5 Analysis of variance of the measured dimensions of three-year-old (1.1-11.3) and four-year-old (2.1-12.3) sessile oak young trees

Извор варијације	Степени слободe	Сума квадрата	Варијанса	F вредност	P вредност
Висина (h 1.1-11.3)					
Између група	5	859,8	171,9		
Унутар група	42	2880,5	68,6	2,507	0,045
Укупно	47	3740,3			
Висина (h 2.1-12.3)					
Између група	5	5988,3	1197,7		
Унутар група	54	26350,6	487,9	2,454	0,045
Укупно	59	32338,9			
Летораст (lh 1.1-11.3)					
Између група	5	130,3	26,1		
Унутар група	42	337,6	8,0	3,243	0,015
Укупно	47	467,9			
Летораст (lh 2.1-12.3)					
Између група	5	298,5	59,7		
Унутар група	54	2276,2	42,2	1,416	0,233
Укупно	59	2574,7			

У оствареним висинама подмлатка у сувљим условима од анализираних група подмладака статистички се од неких значајно разликују само трогодишњи подмладак у групи 1.3, а то је подмладак на средини отвора у склопу, који има најмању висину, и четворогодишњи подмладак у групи 11.2, тј. подмладак на ивици отвора у склопу. У дужини летораста статистички значајне разлике има само код подмлатка који је растао на ивици отвора у склопу у току 2015. и 2016. године (групе 1.2 и 11.2).

Табела 6. Post-hoc тест анализа димензија трогодишњег подмлатка (у 2015. години) и четворогодишњег подмлатка (у 2016. години).

Table 6 Post-hoc analysis of the dimensions of the three-year (in 2015) and the four-year-old (in 2016) regeneration growth

Група	Димензије у току 2015. и 2016. год.				Димензије у току 2015. и 2016. год.				
	\bar{X} h (cm)	Хомог. група	\bar{X} Ih (cm)	Хомог. група	Група	\bar{X} h (cm)	Хомог. група	\bar{X} Ih (cm)	Хомог. група
1.1	19,7	**	6,7	**	2.1	38,3	**	9,8	**
1.2	20,1	**	3,8	*	2.2	31,9	**	9,8	**
1.3	16,7	*	4,4	**	2.3	28,5	*	6,7	*
11.1	25,0	**	7,2	**	12.1	59,1	*	14,2	*
11.2	29,9	*	8,6	*	12.2	39,7	**	9,6	**
11.3	21,4	**	5,6	**	12.3	33,9	**	10,7	**

У оквиру група подмлатка у влажнијим условима од анализираних група подмладака статистички се значајно разликују само четворогодишњи подмладак у групи 12.1 - подмладак испод круна стабала у 2016. години, који има највећу висину и трогодишњи подмладак на средини отвора (група 2.3 у 2015. години), који има најмању висину. Идентична је ситуација и са висинским прирастом, који у наведеним условима има највећу односно најмању вредност.

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу извршених проучавања утицаја услова станишта на преживљавање и развој подмлатка храста китњака на планини Цер у западној Србији, могу се извести следећи закључци:

- при склопу састојине 0,5-0,7 долази до значајног закоровљавања купином, коју применом помоћних мера у фази подмлађивања треба уклањати. Подмладак треба одржавати до три године старости – уклањати купину. Подмладак до треће године старости преживљава испод купине, али се знатно редукује бројност. У четвртој години старости је изградио свој склоп и није потребно овакво одржавање јер он не дозвољава купини да се развија;

- климатске карактеристике у годинама истраживања указују на следеће:

2015. година је била топлија у односу на вишегодишњи просек, а та разлика је поготову била изражена у вегетационом периоду у односу на 2016. годину; 2015. година је била сувља у односу на вишегодишњи просек, а та разлика је била знатно изражена у односу на 2016. годину, такође, у току вегетационог периода; хидрични биланс указује на знатно неповољније услове влажности земљишта у току 2015. године. Наведена разлика у климатским условима одразила се на преживљавање подмлатка, остварене висине подмлатка и дужину летораста;

- број биљака трогодишњег подмлатка на гребенској ситуацији испод круна стабала износи 19 ком/м²; на ивици отвора у склопу је више него двоструко мањи, а на средини отвора износи нешто више од трећине броја подмлатка испод круна. Број биљака у влажнијим условима је 85 ком/м², на ивици отвора је за трећину мањи, а на средини отвора износи свега 13 % од наведеног броја. Истовремено, број биљака подмлатка испод круна стабала на гребенској ситуацији у односу на број биљака у влажнијим условима износи свега 22%;

- у оствареним висинама подмлатка у сувљим условима од анализираних група подмладака статистички од неких се значајно разликују само трогодишњи подмладак на средини отвора у склопу, који има најмању висину, и четворогодишњи подмладак на ивици отвора у склопу. У дужини летораста статистички значајне разлике има само код подмлатка који је растао на ивици отвора у склопу у току 2015. и 2016. године;

- у оквиру група подмлатка у влажнијим условима од анализираних група подмладака статистички се значајно разликују само четворогодишњи подмладак испод круна стабала у 2016. години, који има највећу висину и трогодишњи подмладак на средини отвора у 2015. години, који има најмању висину. Идентична је ситуација и са висинским прирастом, који у наведеним условима има највећу односно најмању вредност.

Напомена: Овај рад је реализован у оквиру пројекта: „Истраживање климатских промена и утицаја на животној средини: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“, а коришћен је део података са једне оједне поједине висине у ГЈ „Цер-Манастирске шуме“.

ЛИТЕРАТУРА

- Annighöfer, P., Beckschäfer, P., Vor, T., Ammer, C. (2015): Regeneration Patterns of European Oak Species (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L.) in Dependence of Environment and Neighborhood. PLoS ONE 10(8), pg. 1 – 16.
- 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.

- Бабић, В., Крстић, М. (2016): Истраживање микроклиматских услова у шуми храста китњака на Фрушкој Гори. Шумарство бр. 1-2, УШИТС, стр. 79-89.
- Březina, I., Dobrovolný, L. (2011): Natural regeneration of sessile oak under different light conditions. *Journal of Forest Science* 57, pg. 359 – 368.
- Говедар, З. (2006): Утицај склопа и режима свјетлости на природно обнављање храста китњака на подручју Челинца. Шумарство 3, УШИТС, Београд. стр. 99-108.
- Исајев, В., Иветић, В., Вукин, М. (2005): Вештачко обнављање шума храста китњака. Шумарство 3, УШИТС, Београд. стр. 37-52.
- Карацић, Д., Милијашевић, Т. (2005): Најчешће паразитске и сапрофитске гљиве на храсту китњаку у Србији и њихова улога у сушењу стабала. Шумарство 3, УШИТС, Београд. стр. 71-84.
- Kelly, D.L. (2002): The regeneration of *Quercus petraea* (sessile oak) in southwest Ireland: a 25 – year experimental study. *Forest Ecology and Management* 166, pg. 207.
- 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. (1992): Однос прсног пречника и ширине круне код стабала храста китњака. Шумарство, бр. 3-4, Београд. стр. 49-56.
- Крстић, М. (1996): Утицај припреме земљишта на појаву природног подмлатка храста китњака. Зборник сажетака. 5. конгрес еколога Југославије, 22-27.09., Београд. стр. 173.
- Крстић, М. (1998): Шуме храста китњака - значај, распрострањење, стање и узгојне мере. Прегледни рад. Шумарство бр. 1, Београд, 3-28.
- Крстић, М. (2003): Китњакове шуме Ђердапског подручја – стање и узгојне мере. Академска мисао, Београд. 1-136.
- 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.
- Lüpke von B. (1998): Silvicultural methods of oak regeneration with special respect to shade tolerant mixed species. *Forest Ecology and Management*, 106: 19–26.
- Reif, A., Gärtner, S. (2007): Natural regeneration of the deciduous oak species Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) and Sessile Oak (*Quercus petraea* Liebl.) – a literature review with focus on wood pasture. *AFSV; Waldökologie-Online*, Heft 5: 79–116. (in Germany)
- Führer, E., Horváth, L., Jagodics, A., Machon, A., Szabados, I. (2011): Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. *Idojaras*, 115(3), 205-216.
- Collet, C., Colin, F., Bernier, F. (1997): Height growth, shoot elongation and branch development of young *Quercus petraea* grown under different levels of resource availability. *Annales des Sciences Forestières* 54, 65-81.

THE IMPACT OF SITE CONDITIONS AND STAND CHARACTERISTICS ON THE SURVIVAL
AND GROWTH OF YOUNG SESSILE OAK TREES

Milun Krstić
Branko Kanjevac
Violeta Babić
Željko Vasiljević

Summary

The paper presents the study results on the impact of site conditions on the survival and growth of young sessile oak trees on the mountain of Cer in western Serbia.

Based on the conducted research on the impact of site conditions on the survival and growth of young sessile oak trees, it was found that the stated differences in the growing conditions had a considerable impact on the growth of the young crop. The differences were manifested in the young crop survival, the attained heights and the length of the shoots.

The canopy closure of 0.5-0.7 is suitable for the growth of blackberry, so additional measures should be applied in order to remove it at the stage of regeneration. The young growth should be maintained up to the age of three, *i.e.* blackberries should be removed. The young growth under the age of three can survive under the blackberry, but its number is significantly reduced. At the age of four, the canopy is formed and no tending is needed because it does not allow the blackberry to grow.

Climate characteristics of the research years indicate the following: the temperatures were above the long-term average in 2015 and this difference was markedly pronounced in the growing period compared to the year of 2016; it was drier in 2015 compared to the long-term average and this difference was also markedly pronounced compared to the growing period of 2016; the hydric balance points to significantly less favorable soil moisture conditions in 2015. This difference in weather conditions affected the young crop survival, the attained heights and the length of their shoots;

The number of three-year-old plants growing on the ridges under the canopy of other trees was 19 pcs/m². It was more than twice lower on the edge of the canopy opening, while in the mid-opening it was slightly more than one-third the number of the young trees under the canopy. The number of plants growing in humid conditions was 85 pcs/ m². It was one-third smaller on the edge of the opening, while in the mid-opening it amounted only 13% of the given number. At the same time, the number of young plants under the canopy of the trees growing on the ridges amounted to only 22% of the plants in humid conditions;

Within the groups of the young plants growing in dry conditions, only the three-year-old trees growing in the mid-opening (which have the minimum height) and the four-year-old trees at the edge of the canopy opening show statistically significant differences in the attained heights. The length of the shoots shows statistically significant differences in the young growth occurring on the edge of the opening in 2015 and 2016;

Within the groups of the young plants growing in humid conditions, only four-year-old trees under the canopy (in 2016) which attained the greatest heights and the three-year-old trees in the mid-opening (in 2015) which had the lowest heights were statistically different from the other groups. The same applies to the height increment, which in the given conditions also had the corresponding highest or lowest values.