

АКАДЕМИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА СРБИЈЕ - АИНС
ОДЕЉЕЊЕ БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗНАЧАЈ РАЗВОЈНИХ ИСТРАЖИВАЊА И ИНОВАЦИЈА У ФУНКЦИЈИ УНАПРЕЂЕЊА ПОЉОПРИВРЕДЕ И ШУМАРСТВА СРБИЈЕ

Радови са научног скупа одржаног 04.11.2020. године

**АИНС
Академска мисао
Београд, 2020.**

АКАДЕМИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА СРБИЈЕ – АИНС
ОДЕЉЕЊЕ БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

**ЗНАЧАЈ РАЗВОЈНИХ ИСТРАЖИВАЊА
И ИНОВАЦИЈА У ФУНКЦИЈИ
УНАПРЕЂЕЊА ПОЉОПРИВРЕДЕ
И ШУМАРСТВА СРБИЈЕ**

Радови са научног скупа одржаног 04.11.2020. године

Академија инжењерских наука Србије – АИНС
Одељење биотехничких наука
Академска мисао, Београд
Београд, 2020.

ЗНАЧАЈ РАЗВОЈНИХ ИСТРАЖИВАЊА И ИНОВАЦИЈА У ФУНКЦИЈИ УНАПРЕЂЕЊА ПОЉОПРИВРЕДЕ И ШУМАРСТВА СРБИЈЕ

Радови са научног скупа одржаног 04.11.2020. године

Уредник
Ратко Лазаревић

Организациони одбор скупа

Ратко Лазаревић, редовни члан АИНС, председник
Драган Шкорић, академик САНУ и АИНС
Бранка Лазић, академик АИНС
Ратко Николић, академик АИНС
Снежана Младеновић-Дринић, академик АИНС
Ратко Ристић, дописни члан АИНС
Драган Терзић, доцент, Пољопривредни факултет, Крушевац
Драгана Ђурић, технички секретар АИНС

Научни одбор скупа

Милена Симић, дописни члан АИНС, председник
Васкрсија Јањић, редовни члан АИНС
Душан Ковачевић, редовни члан АИНС
Мирјана Шијачић Николић, редовни члан АИНС
Витомир Видовић, редовни члан АИНС
Стеван Маширевић, редовни члан АИНС
Золтан Заварго, дописни члан АИНС

Издавачи:

Академија инжењерских наука Србије – АИНС
Одељење биотехничких наука
Академска мисао, Београд

Штампа:

Академска мисао, Београд
Тираж: 300 примерака
ISBN 978-86-7466-854-2

**Зборник радова једним делом финансирао је Министарство просвете, науке и
технолошког развоја Републике Србије**

НОВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК У ГАЈЕЊУ ШУМА ЗА БИОЛОШКУ КОНТРОЛУ ШИРЕЊА ПАЈАСЕНА

Мартин БОБИНАЦ¹, Мирјана ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ^{2**}, Синиша АНДРАШЕВ³,
Андријана БАУЕР-ЖИВКОВИЋ⁴, Никола ШУШИЋ⁵

САЖЕТАК

Пајасен (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle) је алохтона брзорастућа врста дрвећа која услед велике адаптивности, раног полног сазревања и свакогодишње продукције велике количине семена, интензивно колонизује састојине других врста у свом окружењу и површине у урбаној средини. Услед брзог раста, а тиме и доминантног положаја у структури састојина аутохтоних врста дрвећа, веће учешће пајасена у састојинама представља значајан фактор њихове деградације. Данас пајасен представља једну од најинвазивнијих и најшире распрострањених дрвенастих врста дрвећа на подручју Србије за чијим сортиментима тржиште не показује интерес. Инвазија пајасена, пред шумарску струку поставља нове захтеве и налаже узгојна решења у дефинисању приступа за заустављање инвазије на ширем простору и санирање последица у процесу обнављања и неговања шумских састојина.

Нови технолошки поступак за биолошку контролу ширења пајасена заснива се на полном диморфизму као селекционом критеријуму за дознаку стабала за сечу. У проредима, као периодично примењиваној мери газдовања у шумским састојинама, дозначују се само женска стабла. На овај начин умањује се прогаљивање склопа састојина и ограничава ширење пајасена на околне површине генеративним путем. Проредима се омогућава и ревитализација врста из природне заједнице, што утиче на саморедукцију пајасена. У периоду прелазног газдовања са колонизованим састојинама, проредима се елиминише присуство пајасена у доминантном и кодоминантном спрату, а у подстојном и приземном спрату саморедукцијом. У колонизованим састојинама доминантно присуство пајасена се на овај начин своди на неинвазивни облик гајења (мушка стабла).

Кључне речи: *Ailanthus altissima* /Mill./Swingle, полни диморфизам, прореда, заустављање инвазије, ревитализација састојина

УВОД

Пајасен (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle) је алохтона брзорастућа врста дрвећа која услед велике адаптивне способности, раног полног сазревања и свакогодишње продукције велике количине семена, интензивно колонизује састојине других врста у свом окружењу и површине у урбаној средини. Услед спонтаног ширења и брзог раста, а тиме и доминантног положаја у структури састојина аутохтоних врста дрвећа, веће учешће пајасена у састојинама представља значајан фактор њихове деградације. Пајасен представља једну од најинвазивнијих и најшире распрострањених дрвенастих врста дрвећа на подручју Србије, а за чијим сортиментима тржиште не показује интерес. У заштићеним подручјима (национални паркови, резервати природе и сл.) инвазија пајасена је посебно осетљиво питање, везано за очување природних екосистема и њихово унапређење.

¹ Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, 11030, Београд,
martin.bobinac@sfb.bg.ac.rs

² Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, 11030, Београд, редовни члан АИНС

³ Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Антона Чехова 13д,
21102, Нови Сад

⁴ Јавно Предузеће „Војводинашуме“, Шумско газдинство „Сремска Митровица“, Паробродска 2, 22000,
Сремска Митровица

⁵ Универзитет у Београду, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Кнеза Вишеслава 1, 11030
Београд, Поштански фах 33

На подручју Националног парка „Фрушка гора” проблем инвазије пајасена додатно усложњава проблематику газдовања шумама, везану за доминантно учешће састојина изданачког порекла и процес њихове конверзије. Шуме на Фрушкој гори претежно су антропогене творевине, настале претварањем високих шума у изданачке и деградирани облике. У шумским екосистемима доминирају мешовите састојине, међутим, деградациони процеси условили су регресивну сукцесију у којој доминирају липе, претежно бела липа, те је то и најзаступљенија врста на подручју НП „Фрушка гора”. Липе представљају важне пратеће врсте у храстовим и буковим екосистемима на Фрушкој гори. Међутим у фази обнове састојина досадашња истраживања указују да су липе, претежно изданачког порекла, представљале фактор њихове регресивне сукцесије (Bobinas, 2003; Bobinas i Aleksić, 2007; Bobinas i Radulović, 1997). Као резултат наведених процеса изданачке састојине су заступљене на преко 80% укупне површине шума у Националном парку и тенденција доминације беле липе перманентно је присутна на стаништима бројних шумских заједница (*2002).

Међутим, продирање беле липе у склопљене састојине појединих ксеро и ксеро-мезофилних шумских екосистема на Фрушкој гори, примарно окарактерисано као последица великог антропогеног утицаја, поједини аутори не карактеришу као њихову деградацију, него почетак прогресивне сукцесије вегетације у правцу мезофилнијих типова шума (Mišić i sar., 1997; Dinić i sar., 1999). Из тог разлога, у условима климатских промена, у структури састојина под регресивном сукцесијом важно је сачувати липе.

Нова фаза деградације састојина под регресивном сукцесијом, коју узрокују инвазивне неофите, пред шумарску струку поставља нове захтеве и налаже узгојна решења у дефинисању приступа за заустављање инвазије на ширем простору Националног парка „Фрушка гора” и санирање последица инвазије у процесу обнављања и неговања конкретних састојина. У процесу регресивне сукцесије липе често представљају једине преостале врсте из природних заједница, јер имају највећи биолошки потенцијал за регенерацију и одржање, а инвазивне неофите тиме што истискују липе најинтензивније нарушавају диверзитет природних шумских заједница (Bobinas, 2012; 2013; Бобинац и сар., 2016 а). Зато, инвазија пајасена претежно из рубних делова Националног парка, мора представљати посебан и перманентан интерес шумарске струке, али и шире заједнице за очување природне средине.

Дефинисање значаја пајасена, од изразито инвазивне коровске врсте до врсте која се усмерено гаји на површинама на којима је заступљена, доприноси решењу питања контролисаног ширења и пружа основу за правилно управљање овом већ широко заступљеном врстом у Србији. Циљ овог рада је да укаже на карактеристике нове фазе деградације састојина под утицајем инвазивне неофите пајасена и да предложи узгојна решења за заустављање инвазије и санирање последица проистекле инвазије.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Колонизација пајасена проучавана је на трајним огледним површинама (ОП), величине 0,20–0,26 ha, у младој састојини на подручју НП „Фрушка гора” у ГЈ „Гвоздењак-Лице”, одељењу 54, одсеку „г”. Састојина је проучавана у старости 17 и 21 године (ОП-1) и 20 и 24 године (ОП-2) на две трајне огледне површине које репрезентују различито учешће инвазивних неофита у структури састојине. Огледне површине се налазе на источној експозицији, на нагибу око 15° и надморској висини 130 m и 170 m. Станиште карактерише заједница цера и крупнолисног медунца (*Quercetum cerridis virgilianae* В. Јовановић et Vukićević 1977) на парарендзинама на лесу, коју неки аутори сматрају за зоналну заједницу јужног обода Паноније (Томић, 1991). Састојина је формирана после чисте сече старе састојине у којој је доминирао цер и која је представљала регресивну творевину природне шумске заједнице цера и крупнолисног медунца у западном делу НП „Фрушка гора” (Bobinas, 2003).

На огледним површинама предложена је узгојна мера — прореда, у оквиру које је селекцијски критеријум за дознаку стабала пајасена дефинисан на основу описаног и

евидентираниог полног диморфизма (Tucović i Isajev, 1995; Bobinac i Šijačić-Nikolić, 2014 a; 2014 б; Bobinac i sar., 2016 б).

За квантификацију учешћа појединих врста дрвећа и посечених стабала на огледним површинама, свим стаблима су мерена два унакрсна пречника на прсној висини, са тачношћу на 1 mm, а висине су мерене одређеном броју стабала са висиномером типа Vertex III. Висинске криве су конструисане на основу функције Михајлова, са задовољавајућим слагањем мерених висина са моделом. За обрачун укупне запремине састојине (укупна запремина дебла и грањевине преко 3 cm дебљине) коришћене су изравнате висинске криве и расположиве запреминске таблице. Запремина је обрачуната на основу запреминских таблица за сребрнасту липу (Banković et al., 1989), багрем (Cestar i Kovačić, 1982), а за остале врсте: обични граб, црни јасен и клен коришћене су изравнате висинске криве за липу и запреминске таблице за граб (Špiranec, 1975). За израчунавање запремине пајасена извршен је дендрометријски премер одређеног узорка оборених стабала на огледним површинама и конструисана је запреминска линија.

РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У спроведеним истраживањима у младим састојинама за прореду у којима доминира липа стара 17–20 година на подручју Националног парка „Фрушка гора“ констатовано је да се у процесу даље регресије под утицајем пајасена, могу издвојити два основна типа састојина са учешћем пајасена у структури (Тип-А и Тип-Б).

Тип-А је анализиран у старости састојине 17 година, у делу где је пајасен најчешће стаблимично присутан и где учешће у укупном броју стабала износи 2,3% ($150 \text{ stab} \cdot \text{ha}^{-1}$), у укупној темељници 6,8% ($1,79 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) и запремини 6,8% ($15,07 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). У типу А процењено је да пајасен представља потенцијални фактор даље деградације састојине при спонтаном развоју. У састојини доминира липа у свим спратовима и има средњи прсни пречник 7,8 cm и средњу висину 12,5 m те се процес регресије под утицајем пајасена, који има средњи прсни пречник 12,3 cm и средњу висину 14,4 m, може санирати правовременим уклањањем пајасена, са последицом прогаљивања склопа младе састојине. На огледној површини после прореде укупно је преостало $5.529 \text{ stabala} \cdot \text{ha}^{-1}$, са темељницом од $17,69 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ и запремином $149,71 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. После прореде на огледној површини најзаступљенија врста дрвећа је бела липа, са 63,4% по броју стабала и са 81,5% по запремини. Друге, врсте дрвећа (међу којима највеће учешће имају црни јасен и клен) заступљене су са 36,6% по броју стабала и 18,5% по запремини (Табела 1).

Табела 1. Елементи раста стабала и састојине на ОП-1 у старости 17 година (Модификовани извор: Bobinac i sar., 2016 б)

Врста	d_g	D_g	h_L	H_g	n^1	N	G	V
	[cm]	[cm]	[m]	[m]		[stab·ha ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹]
Почетно стање								
липа	7,8	11,8	12,4	13,1	1100	4235	20,08	186,26
пајасен	12,3	19,5	14,4	15,2	39	150	1,79	15,07
брест	5,0	6,6	11,0	11,7	5	19	0,04	0,17
цер	10,9	18,4	13,3	13,7	25	96	0,9	5,33
црни јасен	3,9	5,7	10,3	11,4	377	1451	1,73	7,18
клен	6,2	9,3	11,8	12,6	145	558	1,68	8,44
жешља	5,3		11,1		2	8	0,02	0,08
Укупно					1693	6517	26,24	222,53

<i>Дозначено</i>								
липа	9,9	13,5	12,8	13,3	190	732	5,68	51,48
пајасен	12,3	19,5	14,4	15,2	39	150	1,79	15,07
брест	6,6		11,7		1	4	0,01	0,07
цер	16,6	19,3	13,6	13,8	8	31	0,66	4,04
црни јасен	6,9		11,9		1	4	0,01	0,07
клен	8,5	10,8	12,4	12,9	18	69	0,39	2,11
Укупно					257	990	8,54	72,84
<i>Преостало после сече</i>								
липа	7,2	11,2	12,3	13,0	910	3504	14,41	134,79
брест	4,5	5,8	10,6	11,4	4	15	0,02	0,11
цер	6,9	12,9	12,4	13,3	17	65	0,24	1,3
црни јасен	3,9	5,7	10,2	11,4	376	1448	1,71	7,11
клен	5,8	8,7	11,6	12,5	127	489	1,29	6,32
жешља	5,3		11,1		2	8	0,02	0,08
Укупно					1436	5529	17,69	149,71

¹n — узорак премењених стабала на трајној огледној површини

У старости 21 година на ОП-1 евидентирано је 4.105 stabala·ha⁻¹, са темељницом од 22,8 m²·ha⁻¹ и запремином 198,21 m³·ha⁻¹ (Табела 2).

Табела 2. Елементи раста стабала преосталих после огледне прореди на ОП-1 у старости 21 године

Врста	d _g	D _g	h _L	H _g	n ¹	N	G	V
	[cm]	[cm]	[m]	[m]		[stab·ha ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹]
липа	9,5	15,0	13,6	14,4	729	2807	19,85	184,12
цер	11,3	20,6	14,1	15,0	7	27	0,27	1,72
црни јасен	4,3	6,6	9,4	11,0	262	1009	1,47	5,51
клен	7,8	11,5	12,8	13,8	66	254	1,22	6,77
жешља	5,6		11,2		2	8	0,02	0,09
Укупно					1066	4105	22,83	198,21

У структури састојине нема пајасена, а у приземном спрату интезивно је одумирање бројног подмлатка пајасена из семена и изданак из пања и корена. У односу на стање после прореди у 17. години на огледној површини је констатован морталитет претежно најтањих стабала заступљених врста дрвећа, узрокован у значајној мери оштећењима услед прореди.

Тип-Б је анализиран у старости састојине 20 година, у делу где је пајасен најчешће групично присутан и где учешће износи у укупном броју стабала 36,1% (1.465 stab·ha⁻¹), у укупној темељници 74,2% (25,90 m²·ha⁻¹) и запремини 79,8% (273,85 m³·ha⁻¹). У типу Б процењено је да је пајасен фактор трајне деградације састојине при даљем спонтаном развоју, јер је липа у потпуности потиснута у подстојни спрат. У укупној структури састојине доминира липа и има средњи прсни пречник 6,5 cm и средњу висину 9,7 m, а уклањање стабала пајасена, чији средњи прсни пречник износи 15,0 cm и средња висина 19,4 m, условљава трајну разградњу састојинског склопа младе састојине и са становишта газдовања шумама налаже мелиоративни поступак. На огледној површини укупно је дозначено 1.100 stabala·ha⁻¹ (27,1%), са темељницом 15,17 m²·ha⁻¹ (43,4%) и запремином 154,01 m³·ha⁻¹ (44,9%). Предложеном дознаком стабала за прореду огледно су реализоване комплексне мере за ревитализацију састојине. Дозначена су стабла искључиво у оквиру инвазивних неофита, доминантно пајасена и појединачно багрема. У структури дознаке пајасен има учешће са 94,5% по броју стабала и 92,1% по запремини, а багрем са 5,5% по

броју стабала и 7,9% по запремини. После прореде је преостало $2.955 \text{ stabala}\cdot\text{ha}^{-1}$, са темељницом од $19,75 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ и запремином $189,32 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. На огледној површини после прореде бела липа је заступљена са 62,3% по броју стабала, а са 25,6% по запремини и има тенденцију да се ревитализује и постепено формира склоп. Друга највише заступљена врста дрвећа је пајасен са 14,4% по броју стабала, а по запремини 69,7%. Остале врсте, (клен и црни јасен) заступљене су са 23,4% по броју стабала и 4,7% по запремини (Табела 3).

Табела 3. Елементи раста стабала и састојине на ОП-2 у старости 20 година (Модификовани извор: Vobinas i sar., 2016 б)

Врста	d_g	D_g	h_L	H_g	n^1	N	G	V
	[cm]	[cm]	[m]	[m]		[stab.·ha ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹]
<i>Почетно стање</i>								
липа	6,5	9,3	9,7	11,3	368	1840	6,07	48,38
пајасен	15,0	21,8	19,4	21,0	293	1465	25,9	273,85
багрем	16,4	20,8	19,6	20,7	16	80	1,68	16,57
брест	3,5		5,5		2	10	0,01	0,02
црни јасен	4,2	6,7	7,5	9,5	41	205	0,29	0,83
црни орах	14,5		18,6		1	5	0,08	0,84
граб	4,8	6,6	7,8	9,2	18	90	0,16	0,48
клен	5,1	7,3	8,2	10,0	72	360	0,73	2,36
Укупно					811	4055	34,92	343,33
<i>Дозначено</i>								
пајасен	13,1	20,0	18,6	20,6	208	1040	13,94	141,84
багрем	16,2	21,6	19,6	20,9	12	60	1,23	12,17
Укупно					220	1100	15,17	154,01
<i>Преостало после сече</i>								
багрем	16,9	19,0	19,6	20,2	4	20	0,45	4,4
брест	3,5		5,5		2	10	0,01	0,02
црни јасен	4,2	6,7	7,5	9,5	41	205	0,29	0,83
црни орах	14,5		18,6		1	5	0,08	0,84
граб	4,8	6,6	7,8	9,2	18	90	0,16	0,48
пајасен	18,9	23,3	20,3	21,3	85	425	11,96	132,01
клен	5,1	7,3	8,2	10,0	72	360	0,73	2,36
липа	6,5	9,3	9,7	11,3	368	1840	6,07	48,38
Укупно					591	2955	19,75	189,32

¹n — Узорак премерених стабала на трајној огледној површини

У старости 24 године на ОП-2 евидентирано је $2.035 \text{ stabala}\cdot\text{ha}^{-1}$, са темељницом од $24,89 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$ и запремином $250,36 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ (Табела 4). У структури састојине пајасен је заступљен са 20,8% по броју стабала, 62,5% по темељници и 72,3% запремини. У приземном спрату интезивно је одумирање бројног подмлатка пајасена из семена и изданака из пања и корена, а у подстојном спрату изражен је mortalитет претежно најтањих стабала заступљених врста дрвећа, узрокован у значајној мери оштећењима услед прореде.

Табела 4. Елементи раста стабала преосталих после прореди на ОП-2 у старости 24 године

Врста	d _g	D _g	h _L	H _g	n ¹	N	G	V
	[cm]	[cm]	[m]	[m]		[stab·ha ⁻¹]	[m ² ·ha ⁻¹]	[m ³ ·ha ⁻¹]
липа	9,3	13,0	11,1	12,7	206	1030	6,97	55,96
пајасен	21,6	26,7	21,5	22,3	85	425	15,55	181,05
багрем	19,9	22,8	21,2	21,7	4	20	0,62	6,59
црни јасен	4,6	6,9	6,9	9,0	24	120	0,2	0,53
црни орах	17,6		20,5		1	5	0,12	1,34
граб	6,2	8,1	8,2	9,6	18	90	0,27	0,88
клен	6,5	9,1	8,7	10,6	69	345	1,15	4,01
Укупно					407	2035	24,88	250,36

¹n — Узорак премерених стабала на трајној огледној површини

Дискусија

Пајасен је сврстан у групу веома иназивних врста дрвећа и у Европским и светским размерама где су вршена истраживања и процене његовог ширења заснована су на различитим приступима. У литератури се истиче да се пајасен добро подмлађује из семена и изданака из корена и пања (Kowarik and Sämel, 2007; Sladonja et al., 2015), да је констатован перманентан тренд повећања бројности и ширења пајасена у шумским и урбаним пределима, да је отежано сузбијање механичким мерама, а сложено је и питање употребе хербицида у шумским екосистемима (Burch and Zedaker, 2003; Meloche and Murphy, 2006; Kowarik and Sämel, 2007; DiTomaso and Kyser, 2007; Ließ and Drescher, 2008; Constán-Nava et al., 2010; Bowker and Stringer, 2011; Sladonja et al., 2015; Чавловић, 2017). Такође, у литератури се истиче значај и потенцијали биолошких мера против инвазије пајасена, али је њихова шира примена још у фази испитивања (Zheng et al., 2006; Ding et al., 2006 a; 2006 b; Schall and Davis, 2009 a; 2009 b; Herrick et al., 2012; Kasson et al., 2015; Beenken, 2017; Maschek and Halmshlager, 2018).

До сада наведене мере за сузбијање пајасена нису се показале довољним за заустављање инвазије пајасена и у литератури су евидентирана становишта о потреби преиспитивања значаја ове веома инвазивне врсте на стаништима на којима је заступљена и интензивно се шири (Brus et al., 2016).

У вези описаног полног диморфизма код пајасена у литератури је препозната потреба за уклањањем женских стабала у смислу смањивања ширења пајасена путем семена, како у урбаним и субурбаним (Landenberger et al., 2009; USDA, 2014), тако и у руралним срединама, што укључује и шумске екосистеме (Lewis and McCarthy, 2008; USDA, 2014; Landenberger et al., 2009; Rebbeck et al., 2010; 2015; 2017), а женска стабла представљају тачке високог приоритета за уклањање и контролу пајасена и посебно се картирају (Rebbeck et al., 2015). Међутим, након евидентирања женских стабала пајасена (Landenberger et al., 2009; Rebbeck et al., 2010; 2015), препоручује се уклањање потомства применом хербицида (Lewis and McCarthy, 2008; Rebbeck et al., 2010). При таквом прилазу констатовано је да сеча одраслих женских стабала условљава обилно подмлађивање из семена и коренових изданака па је тиме нејасно дефинисана улога уклоњених женских стабала у спречавању ширења пајасена.

Такође, описана особина пајасена да не подноси засену, такође је коришћена у дефинисању препорука за примену малоповршинске обнове састојина, јер у таквим условима врсте дрвећа из природних заједница испољавају већу прилагођеност у односу на пајасен (Rozenberger et al., 2017).

Као претходно уношена и спонтано интегрисана врста у шумска и урбана подручја, због својих корисних биолошких својстава, пајасен и данас може да има одређен значај у мелиорацији и у озелењавању зона које су изложене високом степену деградације и које захтевају мали интензитет неговања иако је дефинисана као једна од најинвазивнијих врста у Србији. Чињеница која се истиче у литератури, да постоји могућност коришћења пајасена

нарочито на контаминираним земљишту (Ђукић и Ђунисијевић-Бојовић, 2017), уз опрез приликом коришћења, јер је врста склона ширењу и негативно утиче на биодиверзитет природне вегетације, указује да је потребно применити мере у управљању природним добрима при којима ће та, већ широко присутна, врста у одређеној мери бити контролисано интегрисана у урбане и шумске екосистеме.

Имајући у виду да активности шумарске струке подразумевају примену прореди, као јасно дефинисане мере гајења шума на великим површинама, коришћењем полног диморфизма као новог критеријума за дознаку стабала у прореди значајно би се утицало на спречавању ширења пајасена генеративним и вегетативним путем на колонизованим површинама и зауставила инвазија на околне површине.

Полна структура стабала у истраживаним популацијама пајасена на огледним површинама указала је на могућност примене полног диморфизма као селекцијског критеријума за дознаку стабала у прореди, као периодично примењиваној мери газдовања у састојинама, а чијом применом би се умањило прогаљивање склопа састојина и ограничило ширење пајасена на околне површине генеративним путем. Примена наведеног селекцијског критеријума у дознаци стабала за прореду омогућава редовно газдовање са састојинама типа-А, са последицом мањег прогаљивања склопа, а у састојинама типа-Б, омогућава прелазно газдовање, уместо веома скупог и неизвесног мелиоративног поступка у младим састојинама са затеченом структуром пајасена, уз остваривање и одређеног економског ефекта од коришћења сортимената пајасена из прореди. У периоду прелазног газдовања прореди се постепено уклања пајасен у доминантном и кодоминантном спрату или се његово учешће своди на пожељан неинвазивни облик (мушка стабла) за гајење заједно са липом.

У процесу ревитализације младих састојина у којима доминира бела липа, посебно са колонизованим пајасеном у састојинама типа Б, примена полног диморфизма за контролу ширења пајасена, као селекционог критеријума у прореди, налаже потребу решења саморедукције пајасена, регенерисаног генеративним и вегетативним путем, и очување генофонда врста из природних заједница. У састојинама под регресивном сукцесијом у којима доминирају липе, односно врсте које подносе засену, тај услов је задовољен и на подручју Националног парка „Фрушка гора” примена полног диморфизма за контролу ширења пајасена може да има универзални карактер (Bobinas i sar., 2019). При таквом поступку у колонизованим састојинама доминантно присуство пајасена се своди на неинвазивни облик гајења (мушка стабла), (Слика 1).



Слика 1. Интегрисано гајење пајасена у неинвазивном облику (мушка стабла) са липом у састојини типа Б

ЗАКЉУЧАК

1. Примена полног диморфозма пајасена, као селекцијског критеријума у прореди колонизованих састојина може допринети заустављању инвазије пајасена на околне површине, а услед смањеног прогаљивања склопа у састојинама са већим учешћем пајасена може допринети природном одумирању пајасена (регенерисаног генеративним и вегетативним путем) у оквиру састојинског склопа.
2. У колонизованим састојинама са већим учешћем пајасена, у периоду прелазног газдовања и примене адекватног мелиоративног поступка са састојинама, разматра се могућност гајења пајасена у неинвазивном облику (мушка стабла).

Захвалница

Средства за реализацију истраживања обезбеђена су од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије [ТР 31041, Ш43010, Ш43007]. Презентовано у раду прихваћено је од стране Министарства науке, просвете и технолошког развоја-матичног одбора за биотехнологију и пољопривреду одлуком од 24.01.2019. године као ново техничко решење примењено на националном нивоу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Banković S, Jović D, Medarević M (1989): Zapreminske tablice za srebrnastu lipu (*Tilia tomentosa* Moench.). Šumarstvo 6: 3–21.
2. Beenken L (2017): First records of the powdery mildews *Erysiphe platani* and *E. alphitoides* on *Ailanthus altissima* reveal host jumps independent of host phylogeny. Mycological Progress 16(2): 135–143.
3. Bobinac M (2003): A contribution to the study of stand degradation process on the territory of Fruška Gora National park. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke 105: 61–73.
4. Bobinac M (2012): Posledice kolonizacije pajasena (*Ailanthus altissima* /Mill./ Swingle) na strukturu izdanačkih sastojina lipe u NP Fruška Gora. Acta herbológica, Vol. 21(1): 51–60.
5. Bobinac M (2013): Nova faza degradacije sastojina u NP Fruška Gora. Hrvatska misao 1/13 (61) nova serija sv. 46. (Ur. D. Ballian: U čast Prof. em. dr. Vladimira Beusa u prigodi 75. obljetnice života i rada), Matica hrvatska Sarajevo, Sarajevo: 72–86.
6. Bobinac M, Aleksić Ž (2007): Natural regeneration potential of degraded stands on Fruška Gora. In: Proc. XI International Eco-Conference, Proceedings, tom I, Novi Sad: 223–229.
7. Bobinac M, Radulović S (1997): Factors for the Enhancement of Biological Diversity of some Stands under Regressive Succession in the national park Fruška Gora, Forest Ecosystems of the national parks. Monograph on the subject inclusive of the conference report. Ministry of Environment of Republic of Serbia, Belgrade: 158–161.
8. Bobinac M, Šijačić-Nikolić M (2014 a): Application of sexual dimorphism in thinning stands colonized by Tree of heaven (*Ailanthus altissima* /Mill./ Swingle). In: Book of Abstracts. V Congress of the Serbian Genetic Society, Pre Breeding and Breeding-VII-73, September 28th-Oktober 2nd, Serbia, Belgrade: 324.
9. Bobinac M, Šijačić-Nikolić M (2014 б): Sexual dimorphism of the Tree of heaven (*Ailanthus altissima* /Mill./ Swingle) as the basis for the control of its invasive spread in the forest and urban areas. In: Book of Abstracts. VII Congress on Plant Protection: "Integrated Plant Protection—Knowledge-Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry And Landscape Architecture", 24–28 November 2014, Zlatibor, Serbia, Plant protection society of Serbia: 236–237.
10. Бобинац М, Андрашев С, Шијачић-Николић М, Бауер А, Шушић Н (2016 а): Учесће инвазивних неофита у структури младих шумских састојина у НП „Фрушка Гора”. In: Proc. 2nd International symposium on Nature Conservation „Nature conservation—experiences and perspectives “. Novi sad, 1st – 2nd April 2016. Institute for nature conservation of Vojvodina Province: 363–372
11. Bobinac M, Andrašev S, Bauer Živković A, Šušić N (2016 б): Predlog uzgojnih mera u zaustavljanju invazije pajasena (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle) i saniranju posledica kolonizacije u degradiranim sastojinama na području NP „Fruška Gora”. Acta herologica, Vol. 25(1), Beograd: 43–55.
12. Бобинац М, Андрашев С, Шијачић-Николић М, Бауер-Живковић А, Шушић Н, Јаковачки М, Вуколић П (2019): Нови технолошки поступак у гајењу шума за биолошку контролу ширења паясена (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle). Техничко решење, Министарство науке, просвете и технолошког развоја-Матични научни одбор за биотехнологију и пољопривреду, Београд
13. Bowker D, Stringer J (2011): Efficacy of herbicide treatments for controlling residual sprouting of tree-of-Heaven. In: Proc. 17th Central Hardwood Forest Conference, GTR-NRS-P-78: 128–133.
14. Brus R, Arnšek T, Gajšek D (2016): Regeneration and Spread of tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) in the Goriška region. Gozd V 74 (3): 115–125.
15. Burch PL, Zedaker SM (2003): Removing the invasive tree *Ailanthus altissima* and restoring natural cover. Journal of Arboriculture 29 (1): 18–24.
16. Cestar D, Kovačić Đ (1982): Tablice drvnih masa crne johe i bagrema. Radovi 49, Zagreb

17. Constán-Nava S, Bonet A, Pastor E, José Lledó M (2010): Long-term control of the invasive tree *Ailanthus altissima*: Insights from Mediterranean protected forests. *Forest Ecology and Management* 260: 1058–1064.
18. Чавловић Д (2017): Утицај инвазивних врста на шумске заједнице влажних станишта у условима климатских промена. Украсне и инвазивне биљке у условима климатских промена-утицаји и адаптације. Монографија, Обрадов-Петковић Д. (Ур.), Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, Београд: 26–40.
19. Ding J, Wu Y, Zheng H, Fu W, Reardon R, Liu M (2006 a): Assessing potential biological control of the invasive plant, tree-of-heaven, *Ailanthus altissima*. *Biocontrol Science and Technology*, 16(6): 547–566.
20. Ding J, Reardon R, Wu Y, Zheng H, Fu (2006 b): Biological control of invasive plants through collaboration between China and the United States of America: a perspective. *Biological Invasions* 8: 1439–1450.
21. Dinčić A, Mišić V, Savić D (1999): Silver linden (*Tilia tomentosa* Moench) in the community of sessile oak and hornbeam (*Rusco-Quercu-Carpinetum* B. Jov. 1979 *tilietosum tomentosae* subass. nova) on the Fruška Gora mountain. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 97: 63–78.
22. DiTomaso JM, Kyser GB (2007): Control of *Ailanthus altissima* Using Stem Herbicide Application Techniques. *Arboriculture & Urban Forestry* 33(1): 55–63.
23. Ђукић М, Ђунисијевић-Бојовић Д (2017): Екофизиолошка истраживања инвазивних дрвенастих биљака у односу на климатске промене. Украсне и инвазивне биљке у условима климатских промена-утицаји и адаптације. Монографија, Обрадов-Петковић Д. (Ур.), Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, Београд: 169–200.
24. Herrick NJ, McAvoy TJ, Snyder AL, Salom SM, Kok LT (2012): Host-Range Testing of *Eucryptorrhynchus brandti* (Coleoptera: Curculionidae), a Candidate for Biological Control of Tree-of-heaven, *Ailanthus altissima*. *Environmental Entomology* Vol. 41(1): 118–124.
25. Kasson MT, O’Neal ES, Davis DD (2015): Expanded Host Range Testing for *Verticillium nonalfalfae*: Potential Biocontrol Agent Against the Invasive *Ailanthus altissima*. *Plant Disease* Vol. 99(6): 823–835.
26. Kowarik I, Säumel I (2007): Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 207–237.
27. Landenberger RE, Warner TA, McGraw JB (2009): Spatial patterns of female *Ailanthus altissima* across an urban-to-rural land use gradient. *Urban Ecosyst* 12: 437–448.
28. Lewis K, McCarthy B (2008): Nontarget Tree Mortality after Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) Injection with Imazapyr. *North. J. Appl. For.* 25(2): 66–72.
29. Ließ N, Drescher A (2008): *Ailanthus altissima* spreading in the Danube National Park — possibilities of control. In: Rabitsch, W., F. Essl & F. Klingenstein (Eds.): *Biological Invasions — from Ecology to Conservation*. *Neobiota* 7: 84–95.
30. Maschek O, Halmschlager E (2018): Effects of *Verticillium nonalfalfae* on *Ailanthus altissima* and associated indigenous and invasive tree species in eastern Austria. *European Journal of Forest Research* 137: 197–209.
31. Meloche C, Murphy SD (2006): Managing Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) in Parks and Protected Areas: A Case Study of Rondeau Provincial Park (Ontario, Canada). *Environmental Management* 37(6): 764–772.
32. Mišić V, Dinčić A, Savić D (1997): The role of the silver linden (*Tilia tomentosa* Moench) in the progressive succession of sessile oak forests on the ridges of Fruška Gora. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 93: 83–91.
33. Rebeck J, Hutchinson T, Iverson L, Yaussy D, Boyles R, Bowden M (2010): Studying the effects of management practices on *Ailanthus* populations in Ohio forests: A research update. In: McManus, Katherine; Gottschalk, Kurt W., eds. *Proceedings, 21st US Department of Agriculture interagency research forum on invasive species 2010; 2010 January 12-15;*

- Annapolis, MD. Gen. Tech. Rep. NRS-P-75. Newtown Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station: 50–51.
34. Rebbeck J, Kloss A, Bowden M, Coon C, Hutchinson TF, Iverson L, Guess G (2015): Aerial Detection of Seed-Bearing Female *Ailanthus altissima*: A Cost-Effective Method to Map an Invasive Tree in Forested Landscapes. *Forest Science* 61(6): 1068–1078.
 35. Rebbeck J, Hutchinson T, Iverson L, Yaussy D, Fox T (2017): Distribution and demographics of *Ailanthus altissima* in an oak forest landscape managed with timber harvesting and prescribed fire. *Forest Ecology and Management* 401: 293–241.
 36. Roženberger D, Nagel T, Urbas B, Marion L, Brus R (2017): Control treatments for tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) and silvicultural guidelines for potentially invasive alien tree species within managed forests of Slovenia. *GozdV* 75 (1): 3–20.
 37. Schall MJ, Davis DD (2009 a): *Ailanthus altissima* Wilt and Mortality: Etiology. *Plant Disease* Vol. 93 (7): 747–751.
 38. Schall MJ, Davis DD (2009 b): *Verticillium* Wilt of *Ailanthus altissima*: Susceptibility of Associated Tree Species. *Plant Disease* Vol. 93 (11): 1158–1162.
 39. Sladonja B, Sušek M, Guillermic J (2015): Review on Invasive Tree of Heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) Conflicting Values: Assessment of Its Ecosystem Services and Potential Biological Threat. *Environmental Management* Vol. 56(4): 1009–1034.
 40. Špiranec M (1975): Drvnogromadne tablice za hrast, bukvu, obični grab i pitomi kesten. *Radovi* 22, Zagreb
 41. Tomić Z (1991): Zajednica *Orno-Quercetum cerris-virgilianae* Jov. et Vuk. 77. na južnom obodu Panonije, *Glasnik Šumarskog fakulteta* 73: 23–32.
 42. Tucović A, Isajev V (1995): Dimorfizam i funkcije cvetova i svasti pajasena. *Glasnik instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu*, Tom. XXIX: 157–165.
 43. USDA, United States Department of Agriculture. (2014). Field Guide for managing Tree-of-heaven in the Southwest. TP-R3-16-09, 9 pp. (https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5410131.pdf)
 44. Zheng H, Wu Y, Ding J, Binion D, Fu W, Reardon R (2006): Invasive Plants of Asian Origin Established in the United States and Their Natural Enemies. Volume 1, USDA Forest Service, FHTET-2004-05, 2nd Ed., March 2006, Washington, DC, <https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/IPAOv1ed2.pdf>
 45. (2002): Општа основе за газдовање шумама за Национални парк „Фрушка гора”, 2002.–2011. године, книга I. Јавно предузеће Национални парк „Фрушка гора”, Сремска Каменица, Београд.

A NEW TECHNICAL PROCEDURE IN SILVICULTURE FOR BIOLOGICAL CONTROL OF TREE-OF-HEAVEN SPREAD

Summary

Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle) is an allochthonous tree species that is characterized by fast growth and ability to intensively colonize stands of other tree species and urban areas in its surrounding. This is possible due to species's high level of adaptability—early reproductive maturity and production of large amounts of seed every year. Fast growth enables it to acquire a dominant position in the stand structure of native tree species. A higher percentage of *A. altissima* in the stand structure is thus an element of degradation of the stands. Among the species that are not of interest for the timber market in Serbia, *A. altissima* is one of the most invasive and widely distributed. The invasion of *A. altissima* demands for new silvicultural solutions in forest practice aimed at defining the approach for stopping the invasion in wide area and ameliorate the consequences that exist in terms of forest regeneration and tending.

A new technical solution for biological control of *A. altissima* is based on sexual dimorphism as a criteria in marking trees for removal. In thinnings, as intermediate cuttings, only female trees are marked for removal. In this way, *A. altissima* seed regeneration is restricted and canopy closure is better preserved. Through thinnings, revitalisation of native tree species is enabled, so *A. altissima* presence is further reduced. In the period of transitional management of colonized stands, thinnings are used for elimination of *A. altissima* from dominant and co-dominant parts of the main canopy. In the understory it is reduced through self-reduction. In colonized stands, the dominant position of *A. altissima* is in this way brought down to a non-invasive form of growing—growing male trees.

Key words: *Ailanthus altissima* /Mill./Swingle, sexual dimorphism, thinning, stopping the invasion, stand revitalisation