

Batos B., Ninić - Todorović J., Miljković D. 2014. *Population and individual variability of the leafing phenophase of pedunculate oak in three successive years*. Bulletin of the Faculty of Forestry 109: 09-32.

Бранислава Батос  
Јелена Нинић – Тодоровић  
Данијела Миљковић

UDK: 581.54:582.632.2  
630\*181.8:630\*176.322 Quercus robur L.  
Оригинални научни рад  
DOI: 10.2298/GSF1409009B

## ПОПУЛАЦИОНА И ИНДИВИДУАЛНА ВАРИЈАБИЛНОСТ ФЕНОФАЗЕ ЛИСТАЊА ЛУЖЊАКА У ТРИ СУКЦЕСИВНЕ ГОДИНЕ

**Извод:** Фенофаза листања лужњака (*Quercus robur* L.) је анализирана у две популације на подручју Београда (Ада Циганлија - „АЦ”, Бојчинска шума - „БШ”). Осматрања су вршена на 29 стабала по популацији током три узастопне године (2004, 2005, 2006). У популацији „БШ” фенофаза листања почиње и завршава раније у односу на популацију „АЦ”. Највећи број стабала у популацији „АЦ” припада „касној” фенолошкој групи, а у популацији „БШ” групи „просек”. Популациона варијабилност анализираних параметара фенофазе листања је потврђена резултатима *Mann-Witney U* - теста за сваку годину осматрања (2004, 2005, 2006), осим за крај у другој и почетак листања у првој години осматрања. Према резултатима *F* - теста између популација су потврђене значајне разлике за све анализираних параметре осим за трајање (2005) и почетак листања (2006). Између година осматрања у популацији „АЦ” разлике су биле значајне само за крај, а у популацији „БШ” за почетак и крај листања. И поред различитих еколошких услова у три године осматрања стабилност фенологије анализираних популација (процент стабала која су током година осматрања била увек у истој фенолошкој групи у односу на почетак листања: „АЦ” 41.3%, „БШ” 55.2%) се одржала, што је пре свега резултат генетичке структуре популација и унутарврсне варијабилности.

**Кључне речи:** лужњак, фенологија, листање, варијабилност

др Бранислава Батос, научни сарадник, Институт за шумарство, Београд

др Јелена Нинић-Тодоровић, редовни професор, Универзитет у Новом Саду - Пољопривредни факултет, Нови Сад

др Данијела Миљковић, научни сарадник, Универзитет у Београду - Институт за биолошка истраживања ”С. Станковић”, Београд

## POPULATION AND INDIVIDUAL VARIABILITY OF THE LEAFING PHENOPHASE OF PEDUNCULATE OAK IN THREE SUCCESSIVE YEARS

**Abstract:** The leafing phenophase of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) was analyzed at two locations in Belgrade (Ada Ciganlija - "AC", Bojčinska šuma - "BS"). The observations were made on 29 trees per site for three consecutive years (2004, 2005, 2006). In the "BS" site the phenophase of leafing starts and ends earlier than in the "AC" site. The largest number of trees in the "AC" site are classified in the late phenological group and in the "BS" site they belong to the "average" group. Population variability of the analyzed parameters of the phenophase of leafing was confirmed by the results of a *Mann - Witney U* - test for each year of observation, except for the end of the second year of observation and start of leafing in the first year of observation. According to the results of an *F* - test significant differences between sites were confirmed for all analyzed parameters except for the duration of leafing (2005) and the start of leafing (2006). Differences among the years of observation in the "AC" site were significant only in the end and in the "BS" site for they were significant for all three growth stages of scrolling. Despite the different environmental conditions in the three years of monitoring the stability of the phenology of analyzed populations was maintained (the percentage of trees that were always over the years of observation in the same phenological group relative to the start of leafing „AC” - 41.3%, „BS” - 55.2%), which is primarily the result of the genetic structure of populations and intraspecies variability.

**Key words:** pedunculate oak, phenology, leafing, variability

### 1. УВОД

Промена климе на земљи изазвана „ефектом стаклене баште” има за последицу читава ланац промена у екосистему које доводе до смањења биолошке разноврсности и генетичких ресурса. Под утицајем аерозагађења долази до промена температуре ваздуха, хидролошког биланса, земљишног супстрата итд. Очекиване реакције су миграција, померање ранга географског распрострањења, адаптација на новим стаништима или нестанак појединих врста (Alberto *et al.*, 2011). Глобална промена температуре битно утиче и на фенолошки циклус (Schieber *et al.*, 2009, Hájková *et al.*, 2010, Juknys *et al.*, 2012), али су такође важне и локалне промене у недељама непосредно пред активирање фенофаза (Badeck *et al.*, 2004, Bednorz, Urbaniak, 2004, Bartosová, Žalud, 2008, Merková, Bednářová, 2008). У промењеним условима средине варијабилност фенолошког циклуса омогућује процес адаптације врсте и њен опстанак (Figueiredo Goulart *et al.*, 2005, Aitken *et al.*, 2008). Фенолошка истраживања, као важан део биологије врсте, пружају корисне информације о екологији, дистрибуцији и еволуцији исте (Schirone *et al.*, 1994, Nilsson, Kallander, 2006, Sing, Kushwaha, 2006, Courty *et al.*, 2007). Такође, корисна су у систематици, посебно код врста као што су храстови чија је класификација и данас актуелна (Breznikar, Horvat-Marolt, 1998).

Већина фенолошких студија о храстовима односи се на ниво врсте, популације или провенијенције, а мањи број студија обрађује индивидуални ниво и генетичку основу фенолошког процеса (Ne'eman, 1993, Rossello *et al.*, 1993). Индивидуалне разлике су последица генетичке различитости, али и реакције индивидуе на стресне услове средине (Baliuskas, Pluuga, 2003). Познавање индивидуалне фенолошке варијабилности пружа корисна сазнања о степену отпорности биљних врста на патогене. У рано пролеће у листу је мањи садржај кондензованих танина који су непожељни у исхрани гусенице зимског мољца (*Operophtera brumata* L.), најзначајнијег дефолијатора храстова (Feeny, 1970, Wesołowski, Rowinski, 2008). Стабла која раније крећу са листањем више страдају од дефолијатора јер постоји синхронизација између фенофаза и развојног циклуса дефолијатора (Crawley, Akhteruzzaman, 1988, Van Dongen *et al.*, 1997). Tikkanen и Julkunen-Titto (2003) су закључили да велики фенолошки индивидуални варијабилитет лужњака може да буде лимитирајући фактор за развој ларве зимског мољца и да се тиме ограничава дисперзија инсеката, мада и новонастали хибриди инсеката воде адаптацији инсеката. Знатно је мање података о вези фенологије и осетљивости биљака на ниске температуре. Позитивни су резултати истраживача на селекцији ораха и леске на отпорност на ниске температуре и патогене, која је у вези са дужином вегетационог периода (Gološin *et al.*, 2005, Cerović *et al.*, 2007). Према Deans, Narvey (1994) јужне провенијенције храстова имају тенденцију да раније листају и последично више страдају од мрза у пролеће, а провенијенције са краћим вегетационим периодом, које завршавају раст раније у јесен, избегавају оштећења од раних јесењих мразева. Температура је кључни фактор за одвијање фенолошког циклуса. Намеће се питање: „Какве последице на развој биљака имају промене годишњих температура, и у скорашњем периоду евидентан ранији почетак вегетације?” (Visser, Holleman, 2001, Ruseckas, 2006). Према Јовановић и Увалић-Томић (1971) на ране високе температуре пре реагују врсте чији се почетак вегетације углавном дешава раније јер је њихов организам већ спреман за почетак вегетације: „високе температуре и повољни услови на почетку вегетационог периода померају почетне стадијуме појединих фенофаза унапред (чине их ранијим), али не скраћују саме фенофазе, већ их, напротив, знатно продужавају, нарочито фенофазу пупљења, знатно мање фенофазу листања.” Према неким ауторима наступање почетка појединих фенофаза у знатном степену је под генетичком контролом и корисно је за разврставање полазног материјала у индивидуалној селекцији у односу на отпорност, прираст и плодношеће (Matziris, 1994, Stamenković *et al.*, 1995, Klaper *et al.*, 2001, Franjić *et al.*, 2011). Селекција на бази фенолошких особина је оправдана (Wang, Tigerstedt, 1996, Schiller *et al.*, 2005), мада се притом не сме занемарити да управо смањење индивидуалне варијабилности може да буде и ограничавајући фактор отпорности и стабилности популације (Tikkanen, Julkunen - Titto, 2003). Осим у селекцији практичан значај фенолошких истраживања је и у могућности прављења модела предвиђања очекиваних промена за потребе урбане екологије, алергологије и агрометеорологије (Richardson *et al.*, 2006, Šestan, 2012).

Циљ овог рада је био дефинисање обрасца фенофазе листања лужњака унутар и између испитиваних популација. У том контексту тражени су одговори на следећа питања: да ли постоји разлика у вредностима испитиваних фенолошких параметара унутар и између популација, да ли постоје разлике између година осматрања и какав је фенолошки образац анализираних популација у односу на процентуалну заступљеност стабала која припадају одређеној фенолошкој групи фенофазе листања.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

### 2.1. Анализирана врста

Лужњак (*Quercus robur* L.) припада по броју врста богатом и значајном роду *Quercus*, фамилије *Fagaceae* (Nixon, 1993). Једна је од најцењенијих дрвенастих шумских врста чије су површине у последњем веку знатно смањене (Yakovlev, Kleinschmidt, 2002, Thomas *et al.*, 2003, Balboa-Murias *et al.*, 2006, Kutnar, 2006, Kovačević, Orlović, 2007, Helama *et al.*, 2009, Tikvić *et al.*, 2011). Јавља се у умереној зони северне хемисфере, на подручју готово читаве Европе. У Србији највеће површине под лужњаковим шумама су у долинама већих река: Саве, Дунава и Мораве. Еколошки, врста је прилагођена како континенталној шумској и шумо- степској клими, тако и на југу ареала медитеранској и субмедитеранској. У односу на земљиште лужњак није тако флексибилан: захтева дубока и плодна земљишта која су под утицајем подземних вода и повремено плављена. Велика унутарврсна варијабилност је последица широког ареала ове врсте као и појаве спонтане хибридизације са китњаком (*Q. petraea* L.), што све умногоме отежава његову детерминацију. Лужњак има велики привредни значај у шумарству, екологији, медицини, фармацији итд. (Orlović *et al.*, 1999, Rakić *et al.*, 2007).

### 2.2. Анализиране популације

Истраживање је спроведено у две популације лужњака на подручју Београда (Ада Циганлија, Бојчинска шума). Популације се налазе на стаништима која по карактеристикама погодују лужњаку, мешовите су структуре, разнодобне, издначког и семеног порекла, старости 60-120 година. По климатској реонизацији подручје Београда се одликује умерено-континенталном климом. Годишњи ток температуре и падавина је усклађен тако да месеци са највишом температуром добијају и највеће количине падавина што одговара вегетационом периоду.

Популација „Ада Циганлија” припада градској шуми области града Београда и налази се на истоименом полуострву у приобаљу реке Саве, на станишту ас. *Fraxino angustifoliae - Quercetum roboris* Јов. и Том. 1979., на земљишту типа *fluvisol calcaric* (Batos *et al.*, 2010). Изградњом насипа и другим мелиоративним радовима измењени су станишни услови (ниво подземних вода) који су се негативно

одразили на вегетацију полуострва, посебно лужњака. Према Ланговој класификацији обележја климатских области (Unkašević *et al.*, 2002) обрачуната вредност кишног фактора за ово подручје за текући период (последња деценија) је  $L = 55$ , што дефинише област степа и савана и хумидну климу.

Популација „Бојчинска шума” припада приградској парк шуми области града Београда која представља остатак старих мочварно - низијских шума лужњака у прошлости веома распрострањених у овом делу приобаља Саве. То је станиште ас. *Carpino - quercetum roboris* Rauš 1969. sa zemljištem tipa *planosol dystric* (Batos *et al.*, 2010). Вредност кишног фактора за ово подручје је  $L = 59$  што га одређује као границу између области степа и савана и ниских шума и хумидне климе.

### 2.3. Фенофаза листања

Праћење фенофазе листања вршено је на укупно 58 (29 по популацији) фенотипски правилно развијених стабала, доброг прираста и здравственог стања, приближно исте старости, једанпут недељно у марту, априлу и мају, током три узастопне године (2004, 2005, 2006).

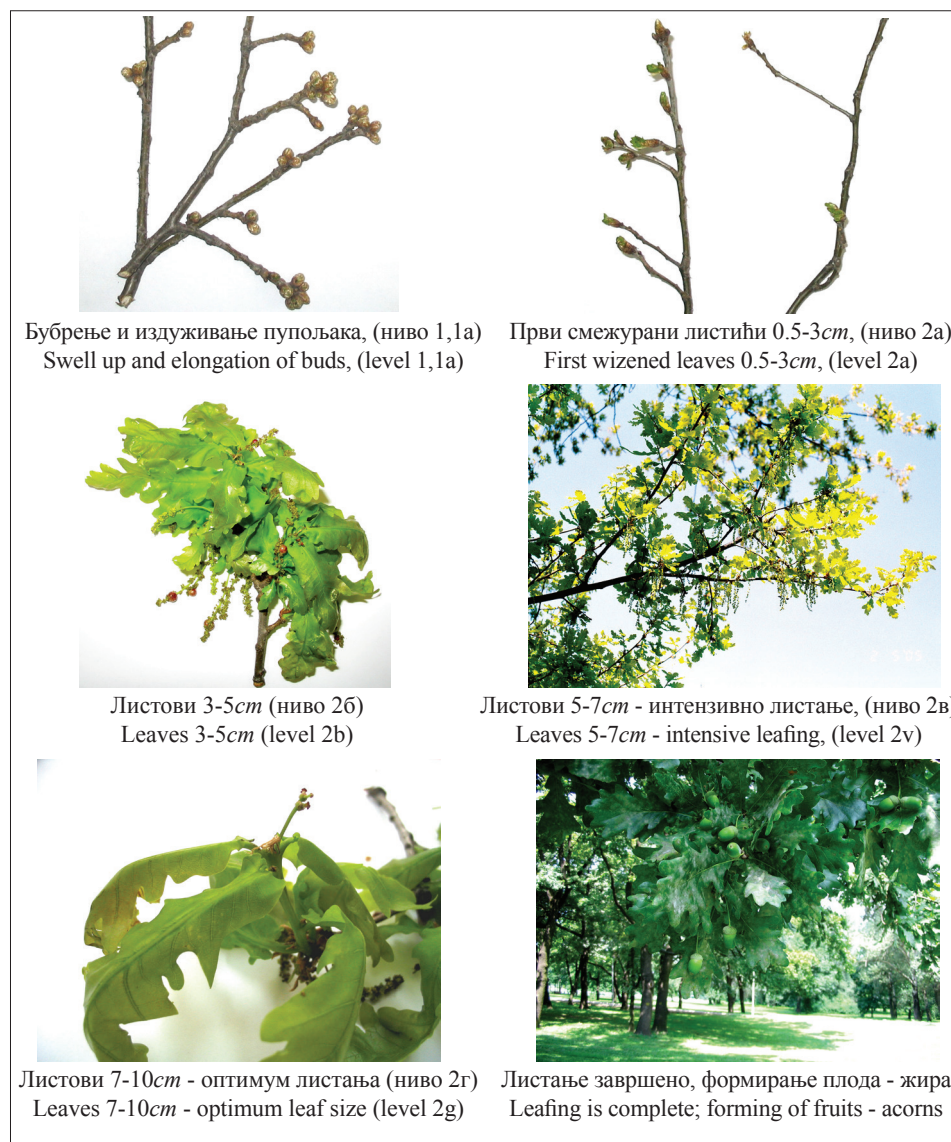
Фенофаза листања, која траје од почетка првих промена на пупољцима: бубрење, издуживање, размицање љуспи пупољака, преко појаве првих младих листића, све до максималне развијености листа, праћена је кроз шест развојних нивоа: 1 - бубрење пупољака; 1а – издуживање пупољака; 2а - први смежурани листићи 0,5-3 *cm*; 2б - листови 3-5 *cm*; 2в - листови 5-7 *cm*, интензивно листање; 2г - листови 7-10 *cm*, оптимум листања (Stephan *et al.*, 1994) (Слика 1).

У односу на време почетка фенофазе листања (бубрење пупољака) извршено је условно груписање стабала на три нивоа (= фенолошке групе): 1. ниво - „рана” стабла која имају почетак фенофазе у 1. недељи осматрања (календарски 3. недеља марта), 2. ниво - „просек” стабла која имају почетак фенофазе у 2. недељи осматрања (календарски 4. недеља марта) и 3. ниво - „касна” стабла која имају почетак фенофазе у 3. недељи осматрања и касније (календарски после 4. недеље марта). На основу издвојених група анализиран је фенолошки образац и стабилност популације (Bacilieri *et al.*, 1994, Figueiredo Goulart *et al.*, 2005).

### 2.4. Статистичка обрада података

У статистичкој обради података коришћен је број дана (збир дана од почетка календарске године до датума регистравања дате појаве у години осматрања) (Nemery *et al.*, 2005), који представља почетак фенофазе листања (ниво 1 – бубрење пупољака), крај фенофазе листања (ниво 2г – оптимум листања) и трајање фенофазе листања (разлика календарског броја дана краја фенофазе листања и броја дана почетка фенофазе листања).  $F$  - тест је коришћен за тестирање разлика између популација у уквиру година осматрања и између година осматрања за сваку популацију посебно. Обзиром да ни једна трансформација није дала нормалну

дистрибуцију, рађена је непараметарска анализа *Mann - Whitney U* - тестом поређења разлика фенолошких параметара између популација за сваку годину осматрања. Коришћен је програмски пакет *SAS 9.1.3*, (*SAS Institute, Inc.* 2011) и *StatSoft, Inc.* (2007) (Верзија 8.0) за *Windows '95*.



**Слика 1.** Међуфазе фенофазе листања *Quercus robur* L. (ориг. Батос Б.)  
**Figure 1.** Levels of the leafing phenophase *Quercus robur* L. (orig Batos B.)



### 3. РЕЗУЛТАТИ

Фенофаза листања у анализираним популацијама лужњака почиње крајем марта и траје до почетка маја. Индивидуална варијабилност је веома изражена на обе популације што потврђује разлика од 6 недеља између стабла са најранијим и стабла са најкаснијим почетком листања. Фенофаза листања почиње и завршава раније у популацији Бојчинска шума: почиње у последњој недељи марта/првој недељи априла а завршава у трећој недељи априла (календарски дан: почетак – 90.1, крај – 112.2). У популацији Ада Циганлија почиње и завршава једну до две недеље касније (календарски дан: почетак – 99.3, крај – 115.3). У просеку година осматрања трајање листања у популацији Ада Циганлија било је 16.1 дан, а у популацији Бојчинска шума 23.7 дана. Укупно трајање фенофазе листања, имајући у виду стабло са најранијим почетком и стабло са најкаснијим завршетком, било је 8 недеља, једнако у обе популације (Табела 1).

Значајне разлике између популација су потврђене *Mann - Whitney U* - тестом за све анализирани параметре осим за крај листања у 2005. ( $p < 0.0660$ ) и почетак листања у 2006. години осматрања ( $p < 0.3400$ ) (Табела 2).

Према резултатима *F* - теста разлике између популација су биле значајне: у 2004. за почетак, крај и трајање листања ( $F_{(1,58)} = 81.30, p = 0.0000$ ;  $F_{(1,58)} = 63.10, p = 0.0000$ ,  $F_{(1,58)} = 7.75, p = 0.0072$ , респективно); у 2005. за почетак и крај ( $F_{(1,58)} = 10.25, p = 0.0022$ ;  $F_{(1,58)} = 4.41, p = 0.0401$ , респективно) а у 2006. за крај и трајање листања ( $F_{(1,58)} = 9.01, p = 0.0040$ ;  $F_{(1,58)} = 34.81, p = 0.0000$ , респективно) (Графикон 1).

Између година осматрања у популацији Ада Циганлија разлике су биле значајне само за крај листања ( $F_{(2,84)} = 12.59, p = 0.0000$ ), а у популацији Бојчинска шума за почетак и крај и трајање листања ( $F_{(2,90)} = 13.19, p = 0.0000$ ;  $F_{(2,90)} = 15.22, p = 0.0000$ ;  $F_{(2,90)} = 3.41, p = 0.0327$ , респективно) (Графикон 2).

Индивидуално померање почетка листања између година се разликовало за 1 - 2 недеље што потврђује ефекат температуре и количине падавина на иницијацију листања (Графикон 1). Најранији почетак листања у популацији Ада Циганлија за три године осматрања забележен је 24. марта, а најкаснији 21. априла, што представља укупну временску разлику од 4 недеље. Разлика између најранијег и најкаснијег почетка листања у оквиру једне године, за три године осматрања, била је од једне до четири недеље (Табела 1). Стабла у овој популацији су у прве две године показала већу фенолошку уједначеност, што значи да је нешто више од 2/3 стабала (75.9%, 72.4%, прва и друга година респективно) било у групи са каснијим почетком листања. У трећој години стабла су била равномерније заступљена у све три групе: раних је било 41.4%, у групи просека 27.6% и касних 31.0%. Током три године осматрања 12 стабала (41.3%) је било увек у истој групи у односу на почетак листања, у оквиру којих је почетак листања за 3 стабла био увек рани, а за 9 стабала увек касни; 11 стабала (38.0%) која су мењала групу за 1 ниво и 6 стабала (20.7%) која су мењала групу за 2 нивоа (Графикон 3).

**Табела 1.** Фенофаза листања стабала лужњака на популацијама Ада Циганлија и Бојчинска шума  
**Table 1.** The leafing phenophase of oak trees in the populations of the Ada Ciganlija and Bojčinska šuma sites

Број стабла Number of trees	Ада Циганлија 2004 / Ada Ciganlija 2004.								
	Ниво фенофазе листања / Levels of leafing phenophase								
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
датум осм. date of obs.	18.03.	24.03.	30.03.	07.04.	14.04.	20.04.	26.04.	30.04.	04.05.
недеља осм. week of obs.	1	2	3	4	5	6	7	8	9



ПОПУЛАЦИОНА И ИНДИВИДУАЛНА ВАРИЈАБИЛНОСТ ФЕНОФАЗЕ ЛИСТАЊА...

Број стабла Number of trees	Бојчинска шума 2004. Voјќinska џuma 2004.									
1	Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green					
2	Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green					
3	Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green					
4		Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
5		Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green				
6	Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green					
7	Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green					
8		Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
9		Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
10		Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
11		Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
12		Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
13		Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
14		Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
15		Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green				
16		Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green				
17		Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
28		Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
19		Dark Brown	Brown	Light Green	Yellow	Dark Green				
20		Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green					
21		Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
22		Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
23		Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
24		Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green					
25		Dark Brown	Brown	Yellow	Dark Green					
26			Light Green	Yellow	Dark Green					
27			Dark Brown	Yellow	Dark Green					
28			Light Green	Yellow	Dark Green					
29		Dark Brown	Brown	Yellow	Dark Green					

Број стабла Number of trees	Ада Циганлија 2005. Ada Ciganlija 2005.							
1			Dark Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	
2				Dark Brown	Brown	Light Green	Yellow	Dark Green
3		Dark Brown	Brown	Light Green	Dark Green			
4					Brown	Brown	Light Green	Dark Green
5				Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green
6		Dark Brown	Brown	Light Green	Dark Green			
7			Dark Brown	Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green	
8				Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green	
9						Olive Green	Brown	Dark Green
10						Light Green	Yellow	Dark Green
11					Light Green	Light Green	Dark Green	
12						Olive Green	Light Green	Dark Green
13				Dark Brown	Brown	Light Green	Dark Green	
14						Olive Green	Light Green	Dark Green
15		Dark Brown	Brown	Light Green	Dark Green			
16			Dark Brown	Brown	Yellow	Yellow	Yellow	
17				Light Green	Dark Green			
18						Olive Green	Light Green	Dark Green
19			Dark Brown	Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green
20			Dark Brown	Brown	Light Green	Yellow	Dark Green	
21				Dark Brown	Brown	Light Green	Yellow	Dark Green
22						Brown	Light Green	Dark Green
23					Dark Brown	Yellow	Dark Green	
24						Olive Green	Brown	Dark Green
25						Light Green	Light Green	Dark Green
26						Light Green	Light Green	Dark Green
27						Light Green	Light Green	Dark Green
28					Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green
29				Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green	

ПОПУЛАЦИОНА И ИНДИВИДУАЛНА ВАРИЈАБИЛНОСТ ФЕНОФАЗЕ ЛИСТАЊА...







Број стабла Number of trees	Бојчинска шума 2005. Voјќinska ђuma 2005.								
1		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Dark Green				
2		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
3		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
4			Dark Brown	Light Brown	Light Green	Yellow	Dark Green		
5			Dark Brown	Light Green	Light Green	Yellow	Dark Green		
6		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
7		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Dark Green				
8		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Dark Green				
9			Dark Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
10			Light Brown	Yellow	Dark Green				
11			Dark Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
12		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
13			Dark Brown	Light Green	Dark Green				
14			Dark Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
15			Dark Brown	Light Brown	Yellow	Yellow	Dark Green		
16			Dark Brown	Light Brown	Light Green	Yellow	Dark Green		
17		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Dark Green				
28		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Dark Green				
19			Dark Brown	Light Brown	Light Green	Yellow	Dark Green		
20		Dark Brown	Light Brown	Light Green	Dark Green				
21			Dark Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
22			Dark Brown	Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
23			Dark Brown	Light Green	Dark Green				
24				Light Brown	Yellow	Yellow	Dark Green		
25				Light Green	Dark Green				
26				Light Green	Yellow	Yellow	Dark Green		
27				Light Green	Dark Green				
28				Light Brown	Yellow	Yellow	Dark Green		
29				Light Brown	Light Green	Yellow	Dark Green		

Број стабла Number of trees	Ада Циганлија 2006. Ada Ciganlija 2006.										
1				Dark Brown	Light Green	Yellow	Dark Green				
2				Dark Brown	Brown	Yellow	Dark Green				
3				Brown	Light Green	Yellow	Dark Green				
4				White	Brown	Light Green	Yellow	Dark Green			
5				Dark Brown	Brown	Light Green	Dark Green				
6				Brown	Light Green	Dark Green	White				
7				Dark Brown	Brown	Light Green	Dark Green				
8				White	Brown	Light Green	Dark Green				
9					Brown	Light Green	Yellow	Dark Green			
10					Brown	Light Green	Yellow	Dark Green			
11					Brown	Yellow	Dark Green				
12					White	Dark Brown	Dark Green				
13				Dark Brown	Brown	Light Green	Dark Green				
14					White	Dark Brown	Dark Green				
15				Brown	Light Green	Dark Green	White				
16				Dark Brown	Brown	Dark Green					
17				Brown	Light Green	Dark Green					
18					White	Dark Brown	Yellow	Dark Green			
19					Brown	Light Green	Dark Green				
20				Brown	Brown	Light Green	Dark Green				
21				Dark Brown	Brown	Light Green	Dark Green				
22					White	Light Green	Yellow	Dark Green			
23						Dark Brown	Yellow	Dark Green			
24						Dark Brown	Yellow	Dark Green			
25						Dark Brown	Dark Green				
26						Dark Brown	Yellow	Dark Green			
27						Dark Brown	Yellow	Dark Green			
28					Dark Brown	Light Green	Dark Green				
29						Dark Brown	Yellow	Dark Green			

ПОПУЛАЦИОНА И ИНДИВИДУАЛНА ВАРИЈАБИЛНОСТ ФЕНОФАЗЕ ЛИСТАЊА...

Број стабла Number of trees	Бојчинска шума 2006. Војћинска шума 2006.							
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
28								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								

Легенда / Legend: Нивои фенофазе листања / Levels of the leafing phenophase

	1 - бубрење пупољака / 1 - swelling buds
	1a - издуживање пупољака / 1a - elongation of buds
	2a - први смежурани листићи 0.5-3 cm / 2a - first wizened leaves 0.5-3 cm
	2б - листови 3-5 cm / 2b - leaves 3-5 cm
	2в - листови 5-7 cm-интензивно листање / 2v - leaves 5-7 cm – intensive leafing
	2г - листови 7-10 cm-оптимум листања / 2g - leaves 7-10 cm optimum leaf size

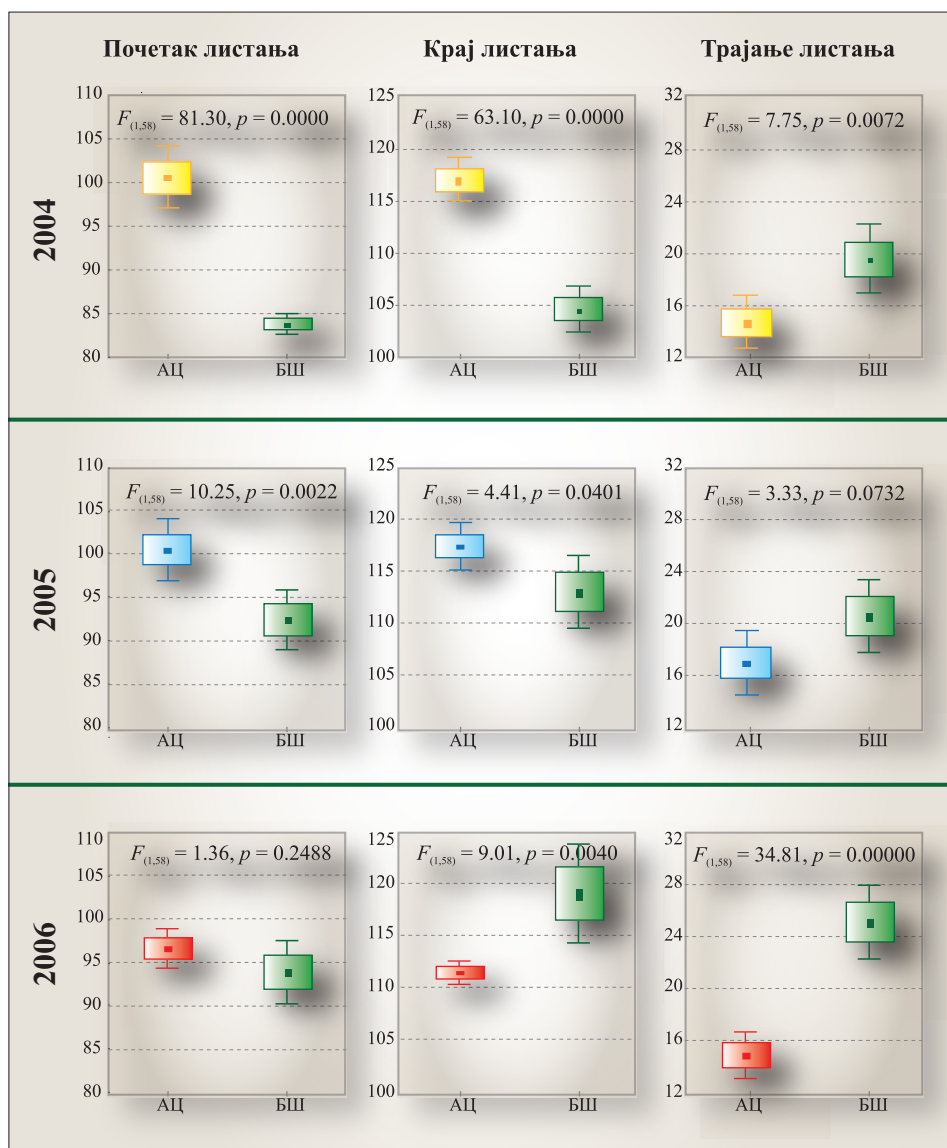
**Табела 2.** *Mann-Whitney U*-тест непараметарске анализе анализираних параметара фено-фазе листања између популација за сваку годину осматрања посебно  
**Table 2.** The results of a nonparametric *Mann-Whitney U* - test for comparisons of all parameters of the leafing phenophase between the populations for each year of observation separately

Параметри Variable	Узорак АЦ Valid N AC	Узорак БШ Valid N BS	Ранг сума АЦ Rank Sum AC	Ранг сума БШ Rank Sum BS	Ниво знач. p-level
<b>Година 2004.</b>					
Почетак	29	29	1268.00	562.00	<b>0.0000</b>
Трајање	29	29	633.00	1197.00	<b>0.0000</b>
Крај	29	29	1269.00	561.00	<b>0.0000</b>
<b>Година 2005.</b>					
Почетак	29	29	1095.50	734.50	<b>0.0018</b>
Трајање	29	29	741.00	1089.00	<b>0.0316</b>
Крај	29	29	1009.00	821.00	0.0660
<b>Година 2006.</b>					
Почетак	29	29	881.00	385.00	0.3400
Трајање	29	29	1314.00	810.00	<b>0.0000</b>
Крај	29	29	1158.00	237.00	<b>0.0017</b>

Најранији почетак листања у популацији Бојчинска шума за три године осматрања забележен је 18. марта а најкаснији 31. марта, што представља укупну временску разлику од 2 недеље. Разлика између најранијег и најкаснијег почетка листања у оквиру једне године била је 1 - 2 недеље (Табела 1). У овој популацији је у првој години око 2/3 стабала (72.4%) било у групи између раног и касног почетка листања, а у следеће две године је такође највише стабала било у истој овој групи али у знатно мањем проценту (44.8%, 38.0%, друга и трећа година респективно). Током три године осматрања 16 стабала (55.2%) нису мењала групу у односу на почетак листања, од којих је 5 стабала било увек у групи раних, 9 стабала увек у групи просека и 2 стабла увек у групи са каснијим почетком листања; 13 стабала (44.8%) која су мењала групу за 1 ниво и ни једно стабло које је мењало групу за 2 нивоа (Графикон 3).

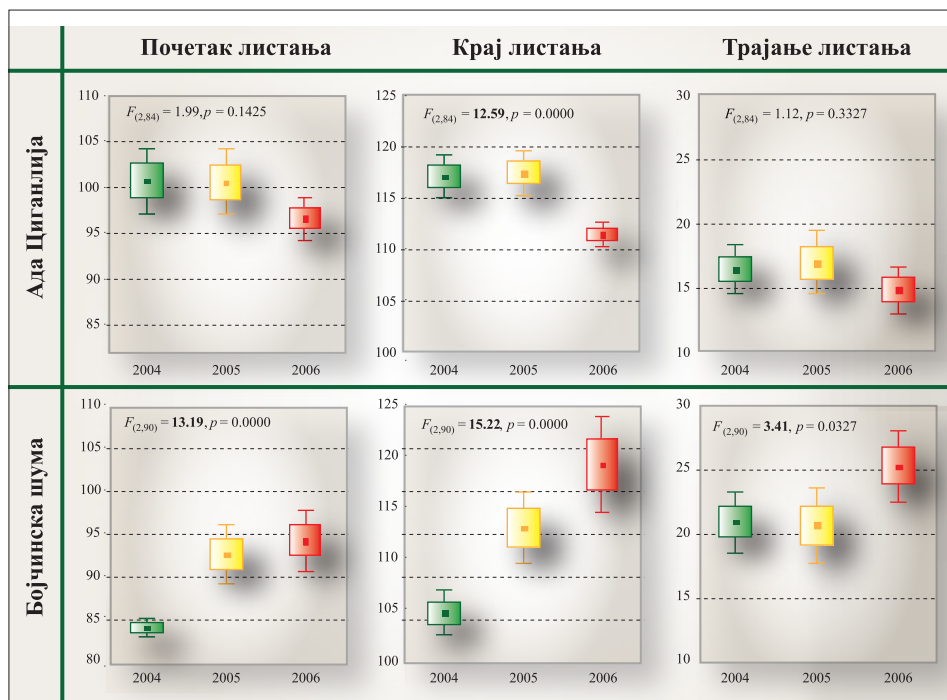
На основу поделе стабала у односу на почетак листања на фенолошке групе („рана”, „просек”, „касна”), констатовано је да највећи број стабала у популацији Ада Циганлија припада „касној” групи (почетак листања је у 1. недељи априла и касније) а у популацији Бојчинска шума групи „просек” (почетак листања је у 4. недељи марта). У анализи фенолошког обрасца установљено је да је око 1/2 анализираних стабала у обе популације (Ада Циганлија - 41.3%; Бојчинска шума - 55.2%) показала стабилност у три године осматрања у односу на време почетка листања, односно у све три године осматрања била је увек у истој фенолошкој групи (Графикон 3).





**Графикон 1.** Резултати  $F$  - теста за анализане параметре фенофазе листања - разлике између анализаних популација за сваку годину осматрања посебно.  $\square$  средња вредност  $\square$  средња вредност  $\pm$  стандардна грешка  $\perp$  средња вредност  $\pm 1.96 \cdot$  стандардна грешка

**Diagram 1.** Results of an  $F$  - test for the analyzed parameters of the leafing phenophase - the difference between the analyzed sites for each year of observation separately.  $\square$  Mean  $\square$  Mean  $\pm$  SE  $\perp$  Mean  $\pm 1.96 \cdot$  SE



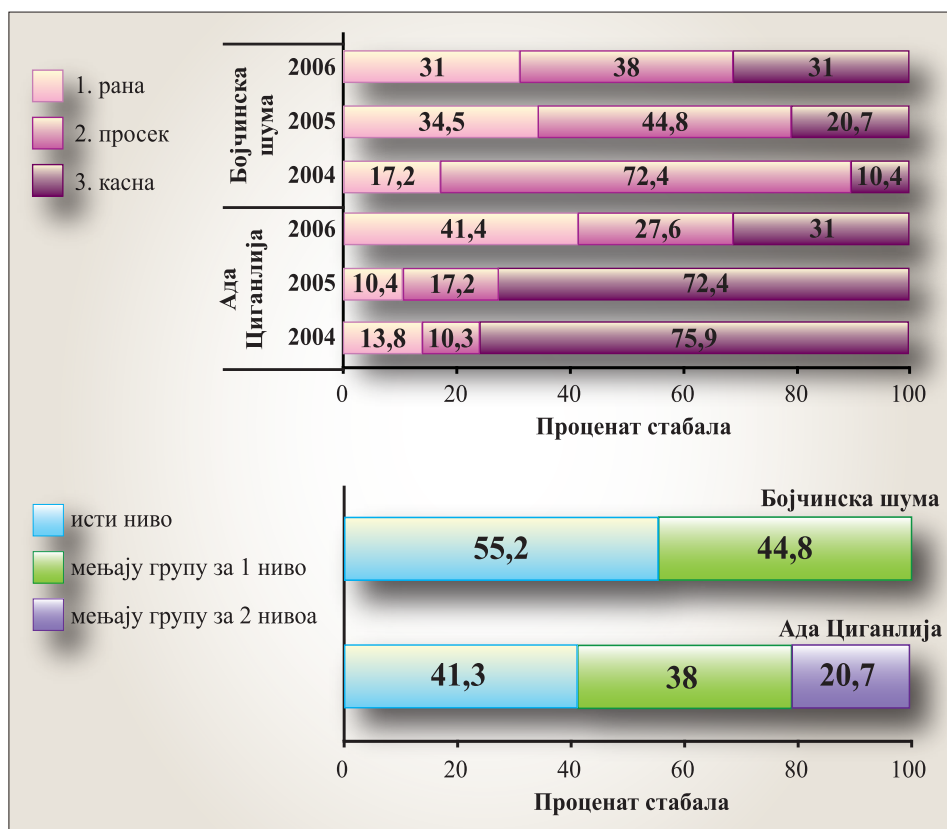
**Графикон 2.** Резултати  $F$ -теста за анализане параметре фенофазе листања – разлике између година осматрања за сваку популацију посебно. □ средња вредност □ средња вредност ± стандардна грешка ⊥ средња вредност ±1.96\* стандардна грешка

**Diagram 2.** Results of an  $F$ -test for the analyzed parameters of the leafing phenophase - the difference between the years of observation for each sites separately. □ Mean □ Mean±SE ⊥ Mean±1.96\*SE

#### 4. ДИСКУСИЈА

Глобално отопљење и промена климе евидентирано је на подручју Србије. У периоду 1971 - 2000. г. регистрован је тренд пораста средње годишње температуре који је изазвао просечно померање почетка пролећа и лета за 2.5 дана по деценији (Poročić *et al.*, 2009).

Подаци из литературе о фенологији лужњака на подручју Србије су веома оскудни. Скорашња истраживања (Batos *et al.*, 2012a, Batos *et al.*, 2012b, Vobinas *et al.*, 2012) дају обимну анализу особина лужњака са подручја Србије између осталог и фенолошких и упућују на веома изражену унутарврсту варијабилност. Наведени аутори дају податке о ранијем почетку и крају вегетационог периода лужњака у односу на податке који датирају од пре 40 - 50 година што се може сматрати последицом евидентних климатских промена. Према Вунушевић (1961)



**Графикон 3.** Фенолошки образац анализираних популација лужњака у односу на почетак листања у поулацијама Ада Циганлија и Бојчинска шума

**Diagram 3.** Pattern of phenological variability of the analyzed pedunculate oak populations in relation to the start of leafing in the populations in both Ada Ciganlija and Bojčinska šuma sites

на основу двогодишњег истраживања фенологије дрвећа и жбуња Новог Београда (1959 - 1960) почетак листања лужњака био је 29. марта а завршетак 2. маја. На основу праћења фенологије у периоду 1962 - 1967. према Јовановић и Увалић - Томић (1971) почетак листања лужњака у арборетуму шумарског факултета у Београду одвијао се у периоду од 5. - 22. априла, са изузетком једне екстремне године са ранијим почетком пролећа, када је листање лужњака почело раније односно 27. марта. Обзиром да нема више података о фенологији лужњака на подручју Београда тешко је извести одређеније закључке. Ранији почетак вегетације констатован у овде изнетим истраживањима у односу на наведене литературне податке и временску дистанцу од 50 година могао би да укаже на извесно померање вегетационог периода врсте, које би се могло очекивати обзиром на евидентну промену климе.

Резултати овде изнетих истраживања потврђују значајне разлике између година осматрања. У литератури се углавном наводи да је утицај климатских фактора у оквиру једне или више година значајан фактор варијабилности фенолошких карактеристика код хрстова (Stephan *et al.*, 1994, Visser, Holleman, 2001, Perić *et al.*, 2006), мада има и супротних ставова (Schlarbaum, Bagley, 1981, Crawley, Akhteruzzamah, 1988).

Индивидуална варијабилност почетка фенофазе листања лужњака на анализираним популацијама била је од 1 - 4 недеље. Према литературним подацима разлика између стабала лужњака са најранијим и најкаснијим отварањем пупољака је између 3 и 5 недеља (Van Dongen, 1997, Wesolowski, Rowinski, 2008). За подручје Србије Јовановић (1971) износи да је разлика између почетка листања „раног“ и „касног“ лужњака такође 3 - 5 недеља. На основу фенолошке варијабилности на подручју Србије извршено је издвајање више варијетета лужњака на два основна: „рани“ (*Q. robur* var. *praecox* Čern.) и „касни“ (*Quercus robur* var. *tardiflora* Čern.) и њихове прелазне варијанте (Erdeši, 1971).

Анализирајући фенолошки образац популације *Vasilieri* и *cap.* (1994) су на основу трогодишњег праћења фенофазе цветања лужњака установили да 49% стабала остаје у групи као и претходне године („рана“, „касна“, „интермедијарна“), 45% прелази у суседну групу а само 6% стабала мења групу која се разликује за два нивоа; у оквиру оних стабала која нису мењала фенолошку групу 26% је припадало рано цветајућим, 26% касно цветајућим, а остало интермедијарним; да је велики индивидуални варијабилитет у односу на почетак цветања и дужину трајања цветања; затим, да је утицај еколошких фактора могућ јер се чак 50% стабала из једне фенолошке групе пребацују у другу од године до године, што онемогућава формирање група са мањим протоком гена и утиче на структуру популације; генерално аутори су закључили да није било генетичке диференцијације између фенолошких група. Наведени литературни подаци потврђују генетски утицај на фенологију лужњака. Резултати изнети у овом истраживању такође указују на постојање индивидуа које из године у годину задржавају исти фенолошки ниво. За тачан одабир индивидуа које припадају одређеном нивоу сматрамо да би резултате требало потврдити истраживањем дужим од три године.

Анализиране популације се налазе у климатски сличним условима. Популација Бојчинска шума се развија у нешто влажнијим условима у односу на тип земљишта, али они битно не утичу на анализиране особине. Потврђене разлике између популација проистичу из њихових генетичких разлика, као и њиховог одговора фенолошким особинама на дате климатске промене у анализираним годинама. Унутар популација код појединих стабала је запажен исти фенолошки образац што упућује на претпоставку о њиховом заједничком пореклу. На основу свега изнетог може се закључити да су добијене разлике између популација последица изразите унутарврсне варијабилности, односно фенолошког обрасца популације.

## 5. ЗАКЉУЧЦИ

Статистичком анализом је потврђена генетичка и срединска (године осматрања) варијабилност фенофазе листања лужњака.

У истраживању примењена „условна” подела на три групе стабала, у односу на почетак листања, може да буде основ за издвајање „раних” и „касих” форми храста лужњака.

Анализиране популације се налазе у климатски сличним условима због чега се добијена фенолошка разлика може сматрати последицом фенолошког обрасца и структуре популације.

Резултати фенолошких истраживања могу да нађу примену у прављењу модела реакције биљних организама на микро и макро промене у екосистему, као и у индивидуалној селекцији у односу на отпорност и особине прираста.

**Напомена:** Истраживања су спроведена у оквиру пројекта 43007 ИИИ «Истраживање климатских промена и њиховог утицаја на животну средину - праћење утицаја, адаптација и ублажавање», који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије (2011 - 2014).

## ЛИТЕРАТУРА

- Aitken N.S., Yeaman S., Holliday A.J., Wang T., Sierra Curtis-McLane S. (2008): *Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations*. Evolutionary Applications 1(1) (95-111)
- Alberto F., Bouffier L., Louvet JM., Lamy JB., Delzon S., Kremer A. (2011): *Adaptive responses for seed and leaf phenology in natural populations of sessile oak along an altitudinal gradient*. Journal of Evolutionary Biology 24 (7) (1442-1454)
- Bacilieri R., Ducouso A., Kremer A. (1994): *Genetic, Morphological, Ecological and Phenological Differentiation between Quercus petraea (Matt.) Liebl. and Quercus robur L. in a Mixed Stand of Northwest of France*. Silvae Genetica 44 (1) (1-10)
- Badeck W.F., Bondeau A., Böttcher K., Doktor D., Lucht W., Schaber J. and Sitch S. (2004): *Responses of spring phenology to climate change*. New Phytologist 162 (295-309)
- Balboa-Marias M.A., Rojo A., Alvarez J.G., Merino A. (2006): *Carbon and nutrient stocks in mature Quercus robur L. stands in NW Spain*. Annales des Sciences Forestiere 63 (557-565)
- Baliuckas V., Pliura A. (2003): *Genetic Variation and Phenotypic Plasticity of Quercus robur Populations and Open-pollinated Families in Lithuania*. Scandinavian Journal of Forest Research 18 (4) (305-319)
- Bartosová L., Trnka M., Stepanek P., Bauer Z., Balek J. (2008): *Assessment of climatic factors on Quercus robur L. phenophase onset in 1961-2007. in riparian woodland in South Moravia*. Proceedings of International Ph. D. Students Conference Brno (19-26)

- Batos B., Miljković D., Bobinac M. (2012a): *Some characters of the pollen of spring and summer flowering common oak (Quercus robur L.)*. Archives of biological sciences 64 (1) (89-95)
- Batos B., Miljković D., Ninić-Todorović J. (2012b): *Length of vegetation period as parameter of common oak (Quercus robur L.) phenological variability*. Genetika 44 (1) (139-152)
- Batos B., Miletić Z., Orlović S., Miljković D. (2010): *Variability of nutritive macroelements in Quercus robur L. in north Serbia*. Genetika 42 (3) (435-453)
- Bednorz L., Urbaniak A. (2004): *Phenology of the wild service tree (Sorbus torminalis (L.) Crantz) in Poznań and Wielkopolski National Park*. Dendrobiology 53 (3-10)
- Bobinac M., Batos B., Miljković D. (2012): *Polycyclism and phenological variability in common oak (Quercus robur L.)*. Archives of biological sciences 64 (1) (97-105)
- Breznikar A., Horvat-Marolt S. (1998): *Morphological and phenological variability of pedunculate (Quercus robur L.) and sessile oak (Quercus petraea (Matt.) Liebl.) on marginal areas of their natural sites in NE Slovenia*. Zbornik Gozdarstva in Lesarstva 57 (59-92)
- Bunuševac T. (1961): *Rezultati istraživanja fenoloških i drugih pojava na dendroflori zelenih površina Novog Beograda u 1959. godini*. Glasnik Šumarskog fakulteta 25, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet (69-126)
- Cerović S., Ninić-Todorović J., Gološin B., Ognjanov V., Bijelić S. (2007): *Production technology of young hazelnut trees grafted on Turkish filbert (Corylus colurna L.)*. Acta Horticulturae 732 (355-357)
- Courty P.E., Breda N., Garbaye J. (2007): *Relation between oak tree phenology and the secretion of organic matter degrading enzymes by Lactarius quitus ectomycorrhizas before and during bud break*. Soil Biology and Biochemistry 39 (7) (1655)
- Crawley M.J., Akhteruzzamax M. (1988): *Individual variation in the phenology of oak trees and its consequences for herbivorous insects*. Functional Ecology 2 (3) (409-415)
- Deans D.J. and Harvey J.F. (1994): *Frost hardiness provenances of Quercus petraea (Matt.) Liebl.* Inter- and intra-specific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences. Proceedings of the workshop. Brussels (BE) (185-215)
- Erdeši J. (1971): *Fitocenozе шума Југозападног Srema*. Doktorska disertacija. Šumsko Gazdinstvo Sremska Mitrovica
- Feeny P. (1970): *Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars*. Ecology 51 (4) (565-581)
- Figueiredo Goulart M., Filho J.P.L., Lovato M.B. (2005): *Phenological Variation Within and Among Populations of Plathymenia reticulata in Brazilian Cerrado, the Atlantic Forest and Transitional Sites*. Annals of Botany 96 (445-455)
- Franjić J., Sever K., Bogdan S., Škvorc Ž., Krstonošić D. (2011): *Phenological Asynchronization as a Restrictive Factor of Efficient Pollination in Clonal Seed Orchards of Pedunculate Oak (Quercus robur L.)*. Fenološka nejednakeenost kao ograničavajući čimbenik uspješnoga oprašivanja u klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka (Quercus robur L.). Croat. j. of for. eng. 32 (1) (141-156)



- Gološin B., Cerović S., Ninić-Todorović J., Bijelić S. (2005): *Walnut resistance to low temperatures and causal agents of diseases*. Faculty of Agriculture. Novi Sad. Annals of Scientific work 1 (155-158)
- Hájková L., Nekovár J., Richterová D. (2010): *Assessment of vegetative phenological phases of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in relation to effective temperature during period of 1992-2008 in Czechia*. Folia Oecologica 37 (2) (152-161)
- Helama S., Laanela A., Raisio J., Tuomenvirta H. (2009): *Oak decline in Helsinki portrayed by tree-rings: climate and soil data*. Plant and Soil 319 (163-174)
- Hemery G.E., Savill P.S. and Thakur A. (2005): *Height growth and flushing in common walnut (*Juglans regia* L.): 5-year results from provenance trials in Great Britain*. Forestry 78 (2) (121-133)
- Jovanović B., Uvalić-Tomić Z. (1971): *Uticaj visokih temperatura u februaru 1966. godine na fenofaze nekih lišćara u Beogradu*. Glasnik Šumarskog fakulteta 38 (A), Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet (61-80)
- Juknys R., Sujetovienė G.\*, Žeimavičius K. and Šveikauskaitė I. (2012): *Comparison of Climate Warming Induced Changes in Silver Birch (*Betula pendula* Roth) and Lime (*Tilia cordata* Mill.) Phenology*. Baltic Forestry 18 (1) (25-32)
- Kadomatsu M. (1997): *Differences in Phenology of *Quercus* Collected from Northeastern China, Eastern Hokkaido and Western Honshu*. Research Bulletin of the Hokkaido University. Forest 54 (2) (188-201)
- Klaper R., Ritland K., Mousseau T.A. and Hunter M.D. (2001): *Heritability of Phenolics in *Quercus* leaves Inferred Using Molecular Markers*. The Journal of Heredity 92 (5) (421-426)
- Kovačević B., Orlović S. (2007): *Trends in vegetative propagation in Common oak (*Quercus robur* L.)*. Poplar 179/180 (63-70)
- Kutnar L. (2006): *Plant diversity of selected *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Forests in Slovenia introduction*. Zbornik gozdarstva in lesarstva 79 (37-52)
- Matziris D.I. (1994): *Genetic Variation in the Phenology of Flowering in Black Pine*. Silvae Genetica 43 (5/5) (321-328)
- Merklová L., Bednářová E. (2008): *Results of a phenological study of the tree layer of a mixed stand in the region of the Dražanská vrchovina Upland*. Journal of Forest Science 54 (7) (294-305)
- Ne'Eman G. (1993): *Variation in Leaf Phenology and Habit in *Quercus Ithaburensis*, a Mediterranean Deciduous Tree*. Journal of Ecology 81 (4) (627-634)
- Nilsson J.A., Kallander H. (2006): *Leafing phenology and timing of egg laying in great tits *Parus major* and blue tits *P. caeruleus**. Journal of Avian Biology. 37 (4) (357-363 (7))
- Nixon K.C. (1993): *Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names*. Ann Sci For 50 (1) (25-34)
- Orlović S., Erdeš J., Radivojević S., Obućina Z., Janjatović G. (1999): *Strategija i dosadašnji rezultati oplemenjivanja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)*. Drugi kongres genetičara Srbije Sokobanja. Program - izvodi (120-121)
- Perić S., Gračan J., Dalbello-Bašić B. (2006): *Flushing Variability of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) in the Provenance Experiment in Croatia*. Proceedings. IUFRO International Conference "OAK 2000 - Improvement of Wood Quality and Genetic Diversity of Oaks". Zagreb. Croatia (395-412)

- Popovic T., Durdevic V., Zivkovic M., Jovic B., Jovanovic M. (2009): *Climate changes in Serbia and expected impacts*. 5th Regional Conference "EnE09 - Environment to Europe". Belgrade. <http://www.sepa.gov.rs/>
- Rakić S., Petrović S., Kukić J., Jadranin M., Tešević V., Povrenović D., Šiler-Marinković S. (2007): *Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia*. Food Chemistry 104 (2) (830-834)
- Richardson A.D., Schenck Bailey A., Denny E.G., Wayne Martin C. and O Keefe J. (2006): *Phenology of northern hardwood forest canopy*. Global Change Biology 12 (1174-1188)
- Rossello Jae De Rio J.M., Valdecantos J.I.G., Santmaria I.G. (1993): *Ecological aspects of the floral phenology of the cork-oak (Q. suber L.): why do annual and biennial biotypes appear?* Ann. Sci. For 50 (1) (114-121)
- Ruseckas J. (2006): *Impact of climatic fluctuations on radial increment of English oak (Quercus robur L.)*. EKOLOGIJA 1 (16-24)
- SAS Institute Inc. (2011): SAS/STAT User's Guide, version 9.1.3, Cary, N. C., SAS Institute Inc.
- Scalbert A., Haslam E. (1987): *Polyphenols and chemical defence of the leaves of Quercus robur*. Phytochemistry 26 (12) (3191-3195)
- Schlarbaum E.S., Bagley T.W. (1981): *Intraspecific Genetic Variation of Quercus rubra L. (Northern Red Oak)*. Silvae Genetica 30 (2-3) (50-56)
- Schieber B., Janik R., Snopkova Z. (2009): *Phenology of four broad-leaved forest trees in a submountain beech forest*. Journal of Forest Science 55 (1) (15-22)
- Schiller G., Shklar G., Korol L., Herr N. (2005): *Diversity assessment of leaf phenology variation in Quercus ithaburensis Decne by RAPD*. Israel Journal of Plant Sciences 53 (1) (75-78)
- Schirone B., Codiperto G., Bellarosa R. and Shirone A. (1994): *Phenological rhythms and heat sums for rest breaking in Quercus cerris L. Inter- and intra-specific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences*. Proceedings of the workshop. Brussels (BE) (337-353)
- Sing K.P. and Kushwaha C.P. (2006): *Diversity of Flowering and Fruiting Phenology of Trees in a Tropical Deciduous Forest in India*. Annals of Botany 97 (265-276)
- Stamenković V., Vučković M., Simić Z. (1995): *Karakteristike prirasta ranolistajućeg i kasnolistajućeg hrasta lužnjaka (Quercus robur)*. Prvi simpozijum za oplemenjivanje organizama sa međunarodnim učešćem. Vrnjačka Banja. Apstrakti (127-128)
- StatSoft, Inc. (2007): STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Stephan R.B., Venne H., Liepe K. (1994): *Intraspecific variation of Quercus petraea in relation to budburst and growth cessation. Inter- and intra-specific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences*. Proceedings of the workshop. Brussels (BE) (165-183)
- Šestan Lj. (2012): *Simulation model of the effect of air temperature on the leaves phenophases of the pubescent oak on the island of Pag*. Šumarski list 5-6 CXXXVI (253-261)
- Thomas F.M., Blank R. and Hartmann G. (2003): *Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe*. Forest Pathology 32 (4-5) (277-307)

- Tikkanen O.P., Julkunen-Tiitto R. (2003): *Phenological variation as protection against defoliating insects: the case of Quercus robur and Operophtera brumata*. Oecologia 136 (2) (244-251)
- Tikvić I. (2011): *Spatial Analysis of Pedunculate Oak Mortality Rate for Adaptive Forest Ecosystem Management in Croatia*. Croatian Journal of Forest Engineering 32 (1) (43-56)
- Unkašević M., Vujović D., Tošić I. (2002): *Zbirka zadataka iz klimatologije i primenjene meteorologije*. Savezni hidrometeorološki zavod. Beograd.
- Van Dongen S., Backeljau T., Matthysen E., Dhondt A.A. (1997): *Synchronization of hatching data with budburst of individual host trees (Quercus robur) the winter moth (Operophtera brumata) and its fitness consequences*. Journal of Animal Ecology 66 (1) (113-121)
- Visser M.E., Holleman L.J.M. (2001): *Warmer spring disrupt the synchrony of and winter moth phenology*. Proc. The Royal Society 268 (289-294)
- Wang T.I., Tigerstedt P.M.A. (1996): *Growth Rates and Phenology of Fast- and Slow-Growing Families over an Entire Growth Period in Betula pendula Roth*. Silvae Genetica 45 (2-3) (124-129)
- Wesolowski T., Rowinski P. (2008): *Late leaf development in pedunculate oak (Quercus robur): An antiherbivore defence?* Scandinavian Journal of Forest 23(5) (386-394)
- Yakovlev L.A. and Kleinschmidt J. (2002): *Genetic Differentiation of Pedunculate Oak Quercus robur L. in The European Part of Russia Based on RAPD Markers*. Russian Journal of Genetics 38 (2) (148-155)

Branislava Batos  
Jelena Ninić - Todorović  
Danijela Miljković

## POPULATION AND INDIVIDUAL VARIABILITY OF THE LEAFING PHENOPHASE OF PEDUNCULATE OAK IN THREE SUCCESSIVE YEARS

### Summary

Research of phenology, as an important part of the biology of species, provides useful information on their, ecology, distribution and evolution. Global changes in temperature and environmental conditions affect the species adaptation process and the variability of phenological characteristics. Individual differences are a result of genetic diversity and response of the individuals to the changing environmental conditions.

The phenophase of leafing of oak (*Quercus robur* L.) was analyzed in two populations at two locations in Belgrade (Ada Ciganlija, Bojčinska šuma). Observations were carried out during three consecutive years (2004, 2005, 2006). In the Bojčinska šuma site the phenophase of leafing begins and ends one to two weeks earlier than in the Ada Ciganlija site.

The population variability (statistically significant differences between sites) of the analyzed parameters of the phenophase of leafing (beginning, end, duration) was confirmed for each year of observation, except for the end in 2005 and the beginning of leafing in 2004 (*Mann - Whitney U* - test). The mean values of the number of days at the beginning, end and the duration of the

phenophase of leafing between sites were significantly different for all analyzed parameters, except for the duration of leafing in 2005 and the beginning of leafing in 2006 ( $p < 0.0000$ ). Differences between sites within individual years of observation were statistically significant at the end of leafing for all three years ( $p < 0.0000$ ). The beginning of leafing differed significantly between sites in 2004 and 2005, as well as the duration of leafing in 2004 and 2006.

Statistically significant temporal variability (differences between the years of observation) in the growth stages of scrolling was confirmed for the beginning of leafing in the Bojčinska šuma site and the end of leafing in both sites ( $F$  - test).

The phenophase of leafing in the analyzed populations of oak begins in late March and lasts until early May. Individual variability is highly expressed in both sites which is confirmed by a six weeks difference between the tree with the earliest and the tree with the latest beginning of leafing. The largest number of trees in the Ada Ciganlija site belong to the „late” phenological group (beginning of leafing after the fourth week of March) and in the Bojčinska šuma site to the „average” group (beginning of leafing in the fourth week of March). The same phenological patterns of individual trees within populations refer to a presumption of their common origin.

Results of this phenological research may find application in designing models of plants organisms' response to the micro and macro changes in the ecosystem, as well as the individual selection in relation to resistance and the growth of traits, and also the ability to predict the impact of global climate change on the needs of urban ecology.