

ГЛАСНИК ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА, БЕОГРАД, 2006, бр. 93, стр. 31-48

BIBLID: 0353-4537, (2006), 93, p 31-48

Марина Вукин
Василије Исајев

UDK: 577:630*561
Оригинални научни рад

УТИЦАЈ КЛИМАТСКОГ ИНДЕКСА НА ДЕБЉИНСКИ ПРИРАСТ 40 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА ЦРНОГ БОРА

Извод: У раду су представљени резултати истраживања утицаја карактера климе и климатског индекса, израчунатог по методу Thorntweite-Mather-a, на дебљински прираст стабала црног бора у генеративној семенској плантажи на Јеловој гори у периоду од 1996-2002. године. Узорци за дендрометријску анализу узети су са 498 стабала из 40 линија полусродника пореклом са најбољих природних станишта ове врсте. Константована је јака корелативна веза између кретања режима падавина и климатског индекса по Thorntweite-Mather-у, и тока текућег дебљинског прираста стабала. Резултати истраживања указују на то да црни бор, са повећањем хумидности, без обзира на релативно скромне захтеве у односу на продуктивне карактеристике станишта, знатно повећава дебљински прираст.

Кључне речи: црни бор, климатски услови, климатски индекс, дебљински прираст

EFFECT OF CLIMATE INDEX ON DIAMETER INCREMENT OF 40 AUSTRIAN PINE HALF-SIB LINES

Abstract: The effects of the climate characters and climate index calculated by Thornthwaite-Mather method on diameter increment of Austrian pine trees in the seedling seed orchard on Jelova Gora was studied in the period from 1996 to 2002. The samples for dendrometric analysis were taken from 498 trees in 40 half-sib lines originating from the best natural sites of this species. A strong correlation was determined between the range of precipitation regime and Thornthwaite-Mather climate index, and the development of current diameter increment. The study results indicate that the diameter increment of Austrian pine increases considerably with the increase of humidity, regardless of the relatively modest demands regarding the site productive characteristics.

Key words: Austrian pine, climate conditions, climate index, diameter increment

Марина Вукин, дипл. инж., стипични сарадник, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

др Василије Исајев, ред. проф., Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

1. УВОД

Раст и развој висина стабала директни су биоиндикатори станишних услова. Међутим, станишни услови, у одређеној мери, утичу и на раст пречника, као и дебелински прираст који, такође, представљају основна квантитативна обележја стабала. Општепознато је да црни бор, као једну од најважнијих мелиоративних и пионирских врста у нашем шумарству, одликује изузетна скромност у захтевима према станишту. Истовремено, црни бор је терцијарни реликт, а његове шуме потичу из тзв. „борове фазе“ у секуларној сукцесији вегетације постгласијалног периода (Стефановић, 1977). Према Видаковићу (1982), растао је за време плиоцена на локалитетима на којима се среће и данас, што указује на његову постојаност, али и велику генетичку варијабилност. Природне састојине црног бора распрострањене су у нашој земљи између 600 и 1200 *m* надморске висине, у веома различитим еколошким условима где владају разноврсни орографски, едафски и климатски фактори. Такође, за ову врсту карактеристична је индиферентност према геолошкој подлози, па је једна од његових најважнијих одлика појављивање и на најекстремнијим стаништима на перидотитима, серпентинисаним перидотитима, кречњацима и серпентинитима.

Због свега наведеног, ова врста и данас заокупља велику пажњу наше и стране научне јавности, као и шумарске оперативе. Црни бор, међу домаћим и страним четинарима произведеним у културама у брдском и планинском појасу, постиже високе техничке и тржишне вредности (Ђоровић, Исајев, Кадовић, 2003, Матаруга, 2003, Исајев, Вукин, Иветић, 2004). Структурним карактеристикама и производношћу његових природних и вештачких састојина, као и утицајем станишних прилика на раст ове врсте бавили су се бројни домаћи аутори, пошто се ради о врсти великог, дисјунктивног ареала и широке еколошке амплитуде (Томанић, 1968, 1970, Вучковић, 1979, 1989, Стојановић, Банковић, 1981, Стојановић, Крстић, 1984, Стаменковић *et al.*, 1983, Вучковић *et al.*, 1990, Јевтић, 1992 и други).

2. ПРОБЛЕМ И ЦИЉ РАДА

Досадашња истраживања корелационих веза између одређених станишних карактеристика и основних елемената раста у семенској плантажи црног бора на Јеловој гори спроведена су у раном јувенилном периоду (Матаруга, 1997, Матаруга, Исајев, Туцовић, 2003, Вукин, Исајев, 2004). Узимајући у обзир да је примена црног бора у шумарској пракси и данас, као и деценијама пре, врло широка, као и потребу за даљим континуираним радом на праћењу развоја 40 линија полусродника црног бора у наведеном објекту који има мултидисциплинаран и мултифункционалан карактер, произилази следећи задатак и циљ овога рада:

- проучити климатске прилике у периоду од 1996-2002. године који одговара 7-14. години старости стабала у истраживаном објекту;
- извршити анализу текућег дебелинског прираста 40 линија полусродника;

– извршити анализу корелације између климатских индекса и текућег дебљинског прираста 40 линија полусродника.

3. ОБЈЕКАТ И МЕТОД РАДА

Генеративна семенска плантажа црног бора налази се у одељењу 5, одсек Д, ГЈ „Јелова гора“, којом газдује ШГ „Ужице“. Основана је у пролеће 1991. године на принципима метапопулационе структуре семенских плантажа (Туцовић, Исајев, 1991). Оваква концепција распореда и садње појединих фамилија полусродника има за циљ, пре свега, омогућавање правилног слободног опрашивања линија полусродника, повећања родности и постизање већег генетичког диверзитета, као и спровођење мултифакторијалних пољских огледа и правилну примену статистичких метода обраде података.

У плантажи су заступљене 2 провенијенције са укупно 40 half-sib потомстава (линија полусродника) распоређених у 5 блокова (субплантажа), у хомогеним условима типичног станишта брдске букве (*Fagetum moesiacum montanum typicum* Rud.) које омогућава максимално испољавање генетске варијабилности појединих фамилија и провенијенција, а тиме и селекцију најпродуктивнијих сорти за пошумљавање унапред одређених станишта (Туцовић, Исајев, 1984, Исајев, Туцовић, 1997, Матаруга *et al.*, 1997). Прва провенијенција потиче са локалитета регистрованог семенског објекта црног бора на Шаргану - ГЈ „Мокра гора“ (ПСС 105, одељење 30, одсек А), а друга са подручја ГЈ „Црни Врх“ код Прибоја (ПСС 20, одељење 67, одсек Ц). Обе провенијенције карактерише типично станиште црног бора *Erico-Pinetum nigrae* Pavl. 1951, где ова врста расте у свом еколошком оптимуму. Геолошку подлогу на оба локалитета чине серпентинисане стене, а тип земљишта је кисело смеђе на серпентиниту.

Према подацима најближе метеоролошке станице, удаљене 11 km (Митровац на Тари, 1.082 m надморске висине), годишња количина падавина за локалитет I провенијенције (Шарган-Мокра гора) износи 1.053 mm, а сума падавина за вегетациони период је 611 mm. Према подацима метеоролошке станице Пљевља (1.030 m надморске висине), годишња количина падавина за локалитет II провенијенције (Црни врх - Прибој) износи 1.030 mm, а сума падавина за вегетациони период је знатно мања (за 33%) него код метеоролошке станице Митровац, и износи 409 mm. Сама генеративна плантажа на Јеловој гори налази се на 920-930 m надморске висине, на благој падини западне-северозападне експозиције и на кисело смеђем земљишту на шкриљцима које је карактеристично за читаво подручје Јелове горе (Танасијевић *et al.*, 1966).

После оснивања плантаже (пролеће 1991. год.), половином протекле деценије, дошло је до изостанка правовремених мера неге. Услед познате привредне ситуације у земљи, није било довољно средстава за спровођење свих прописаних узгојних захвата, што је резултирало појавом непожељних аутохтоних врста у приземној

вегетацији (*Rubus* sp., *Populus tremula*), као и извесних отежавајућих околности због постављања електричне мреже која је делимично прешла преко појединих површина самог објекта. Оваква ситуација, свакако, да је утицала на неочекивано смањени раст и развој неколико примерака појединих линија полусродника који се, међутим, није одразио на средње вредности појединих проучаваних квантитативних својстава (висине, висински прираст, пречник, дебљински прираст), јер се за статистичке анализе користио довољан број узорака.

У оквиру ових истраживања узето је за дендрометријску анализу 498 стабала црног бора из 3 субплантаже (V, IV, III) која представљају 40 линија полусродника. Коришћени су подаци о расту пречника и текућег дебљинског прираста и израчунате су средње вредности ових обележја за сваку линију полусродника, као и просечна вредност за I и II провенијенцију. Анализа основних климатских параметара извршена је на основу података за период у којему се и пратио раст наведених квантитативних одлика (1996-2002. год.), са полигонске метеоролошке станице на Јеловој гори (833 m надморске висине). После тога израчунати су годишњи климатски индекси и климатски индекси за вегетационе периоде коришћењем метода америчких климатолога Thorntweite-a и Mather-a (1955), на основу којег је одређен и тип климе за поједине године и вегетационе периоде. На крају је графички приказан ток климатских индекса и ток дебљинског прираста за поједине провенијенције, у наведеном периоду, на основу чега је констатована корелативна зависност између проучаваних параметара.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

4.1. Климатски чиниоци

Као одлучујући непосредни и посредни станишни чинилац, од којег зависи појава и опстанак вегетације на одређеном подручју, клима неког краја, пре свега, зависи од атмосферске циркулације и услова рељефа (надморске висине и експозиције). Топлота и влажност, у заједници са осталим еколошким факторима, директно утичу на висински, дебљински и запремински прираст стабала и састојина у целини, као и на квалитет дрвне масе. Код једнаких услова средине, количина дрвне масе коју може произвести шумска вегетација и њена техничка вредност зависе од варирања наведених основних климатских фактора (Бунушевца, 1951).

За почетак истраживања, анализирани су температура ваздуха и режим падавина, као најважнији климатски чиниоци за развој вегетације.

4.1.1. Температура ваздуха у периоду од 1996-2002. године

Средња годишња температура ваздуха за истраживани период износи $9,5^{\circ}\text{C}$ (табела 1). Најнижа средња месечна температура је у децембру и износи $-0,2^{\circ}\text{C}$, а највиша у августу; $19,3^{\circ}\text{C}$. Просечна средња температура ваздуха у вегетационом

УТИЦАЈ КЛИМАТСКОГ ИНД. НА ДЕБ. ПРИРАСТ 40 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА Ц. БОРА

периоду износи $15,4^{\circ}\text{C}$, током пролећа $9,0^{\circ}\text{C}$, лети $18,6^{\circ}\text{C}$, у јесен $9,8^{\circ}\text{C}$, а зими $0,5^{\circ}\text{C}$. У проучаваном периоду најхладнији месец је био јануар 2000. год. са $-3,3^{\circ}\text{C}$, а исте године забележена је и највиша средња месечна температура ваздуха од $22,5^{\circ}\text{C}$, у августу. За 2000. годину, која ће у даљим анализама климатских прилика за наведени период бити окарактерисана као изразито сушна, значајна је и највиша средња годишња температура $11,1^{\circ}\text{C}$. Најнижа средња годишња температура била је 1996. године када је износила $8,1^{\circ}\text{C}$.

Табела 1. Вредности средњих месечних и годишњих температура ваздуха на подручју Јелове горе у периоду 1996-2002. године ($^{\circ}\text{C}$)

Table 1. Mean monthly and annual air temperatures in the area of Jelova Gora during the period 1996-2002 (in $^{\circ}\text{C}$)

Година Year	Месец Month												Сред. год. темп. Mean ann. temp.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1996.	-2,4	-2,9	-1,5	8,7	14,6	17,4	18,1	18,2	10,4	8,8	7,5	-0,3	8,1
1997.	0,7	2,7	3,1	3,3	13,9	18,0	17,8	17,1	13,9	7,1	5,4	1,3	8,7
1998.	2,3	3,7	1,4	10,3	12,6	18,4	20,1	19,9	13,7	10,9	1,2	-2,5	9,3
1999.	1,1	-0,9	4,9	9,7	13,3	14,1	18,1	19,5	16,3	10,2	3,9	1,6	9,3
2000.	-3,3	1,7	4,5	12,4	15,8	18,7	20,1	22,5	14,5	11,8	10,4	4,4	11,1
2001.	1,8	1,5	8,6	8,0	14,5	15,4	19,2	20,4	13,2	13,3	2,0	-4,9	9,4
2002.	-1,2	5,8	6,6	8,2	15,1	18,9	20,2	17,8	13,4	10,7	8,1	-0,8	10,2
\bar{x}	-0,1	1,7	3,9	8,7	14,3	17,3	19,1	19,3	13,6	10,4	5,5	-0,2	9,5

4.1.2. Режим падавина у периоду од 1996-2002. године

Средња годишња сума падавина на истраживаном локалитету у посматраном периоду износи $787,7\text{ mm}$ (табела 2). Укупна количина падавина у вегетационом периоду износи $455,8\text{ mm}$ или $57,9\%$, у пролеће $185,7\text{ mm}$ или $23,6\%$, лети $208,0\text{ mm}$ или $26,4\%$, у јесен $247,3\text{ mm}$ или $31,4\%$ и зими $146,8\text{ mm}$ или $18,6\%$. На основу анализе наведених података, закључује се да у пролеће и лето падне 50% падавина (394 mm), односно у вегетационом периоду, када та количина износи 456 mm или око 60% од укупне количине падавина током године. Овакав распоред и количине атмосферских талоба погодују развоју шумске вегетације на проучаваном подручју. Просечно, највећа количина падавина падне у месецу септембру ($102,3\text{ mm}$), а најмања у јануару ($30,9\text{ mm}$). У вегетационом периоду од априла до септембра најмање је падавина у августу ($57,8\text{ mm}$). Апсолутно највећа количина падавина по месецима

у проучаваном периоду била је 1999. године у јулу са 207,8 *mm*, а најмања 2001. године у октобру са 12,8 *mm*.

Од посебног значаја за извршена истраживања је чињеница да је у периоду од 1996-2002. године, забележена највећа количина падавина током 1999. године, од 971,9 *mm*, што је директно утицало на промену карактера климе и изразито велике вредности годишњих климатских индекса и климатских индекса за вегетациони период. Следећа година (2000. год.), током које је пало само 493,9 *mm* атмосферског талога, забележена је као најсушнија, што је условило драстичним смањењем наведених климатских индекса. Све ово указује на велику разлику у количини падавина између појединих година у релативно кратком временском интервалу (7 година), као и велику осцилацију количине падавина између појединих година посматраног периода у истим месецима.

Табела 2. Режим падавина у периоду од 1996-2002. год. (у *mm*)
Table 2. Precipitation regime during the period 1996-2002 (in *mm*)

Год. Year	Месец Month												Год. сума Ann. sum
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1996.	32,1	108,2	59,4	54,9	87,1	66,7	37,3	43,6	134,9	69,0	55,3	77,6	826,1
1997.	22,6	67,5	28,8	47,6	69,5	26,6	100,3	81,3	15,8	169,3	23,9	52,3	705,5
1998.	53,1	34,2	42,8	40,4	115,5	85,8	42,6	55,1	79,7	121,7	67,5	57,7	796,1
1999.	21,3	43,6	29,6	86,4	77,4	112,2	207,8	19,0	102,8	54,7	124,1	93,0	971,9
2000.	24,7	33,7	45,4	13,0	54,2	39,1	49,3	10,9	100,3	38,1	36,4	48,8	493,9
2001.	31,3	49,5	32,6	106,9	57,1	93,4	81,9	100,9	170,4	12,8	82,5	46,9	866,2
2002.	31,0	25,0	43,1	107,5	101,0	40,0	68,3	93,9	112,1	104,0	55,6	73,0	854,5
\bar{x}	30,9	51,7	40,2	65,2	80,3	66,3	83,9	57,8	102,3	81,4	63,6	64,2	787,7

4.1.3. Климатски индекс по методу Thorntweite-Mather-a

Познавање апсолутних вредности основних метеоролошких елемената (температуре и падавина) није довољно за сагледавање климатских карактеристика

УТИЦАЈ КЛИМАТскоГ ИНД. НА ДЕБ. ПРИРАСТ 40 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА Ц. БОРА

неког подручја и њихов утицај на појаву и опстанак шумске вегетације на одређеном подручју и развој основних елемената раста. Ти елементи доводе се у међусобну везу која представља хидрички биланс или биланс влаге у земљишту. Он даје податке за вишак, мањак и резерве воде у земљишту.

Табела 3. Месечни климатски индекси, климатски индекси за вегетациони период, годишњи климатски индекси и типови климе за вегетациони период и годишњи типови климе по методу Thornthwaite-Mather-а за период од 1996-2002. године

Table 3. Monthly climate indexes, climate indexes for growing season, annual climate indexes and climate types for growing season and annual climate types by Thornthwaite-Mather method for 1996-2002

Месеци Months	Година истраживања Growing season						
	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.
I	32.100,00	658,31	588,72	344,05	24.700,00	441,47	31.000,00
II	108.200,00	564,03	198,02	43.600,00	838,92	993,1	47,26
III	59.400,00	87,71	634,46	22,95	195,46	-4,16	60,97
IV	30,74	174,78	-5,58	79,38	-12,08	194,19	198,15
V	11,19	-7,02	80,73	6,17	-24,75	-10,06	29,29
VI	-12,09	-20	-7,69	1.120,80	-27,86	19,27	-18,14
VII	-23,13	13,18	-20,14	105,71	-33,88	-12,13	-28,15
VIII	-32,03	-5,3	-29,91	-22,3	-41,31	1,45	12,41
IX	193,15	-13,92	43,49	53,65	86,91	200,63	99,53
X	83,89	442,8	174,37	24,38	-4,99	-12,38	147,92
XI	107,44	20,34	1.665,58	720,16	17,87	1.225,46	116,03
XII	77.600,00	925,47	57.700,00	1.336,68	331,14	46.900,00	73.000,00
I_k вегет. период	10,04	1,05	2,89	65,53	-17,06	38,65	23,49
Тип климе Climate type	субхумидна влажна C_2	субхумидна влажна C_2	субхумидна влажна C_2	хумидна појачана B_3	субхумидна сува C_1	хумидна блага B_1	хумидна блага B_1
I_k год.	72,06	53,1	56,22	106,32	5,73	63,38	56,17
Тип климе Climate type	хумидна умерена B_3	хумидна средња B_2	хумидна средња B_2	перхумидна A	субхумидна влажнија C_2	хумидна умерена B_3	хумидна средња B_2

Утврђивањем вредности евапотранспирације, евапорације и интерцепције, добија се основа за одређивање биланса воде у земљишту. Један од најпотпунијих приказа климе неког шумског подручја представља климатски (хидрички) индекс по методу америчких климатолога Thornthwaite-а и Mather-а (1955) који спада у најпризнатије индиректне рачунске методе за израчунавање хидричког биланса и одређивање карактера климе, нарочито у областима умерене семихумидне климе, којима припада и подручје западне Србије на коме се налази истраживани објекат. Овај метод се, између осталог, нарочито примењује при проучавањима у шумарској науци, јер даје најреалније податке везане за живот биљака (Бунушевац, Колић, 1959, Крстић, 1992), као што су: количине резервне воде у земљишту (R , у mm) и доба године са вишком (V , у mm) и мањком воде (M , у mm). Осим ових релевантних вредности, Thornthwaite (1948) је први климатолог који је увео појам потенцијалне евапотранспирације (PE), који представља ону количину воде која би испарила са површине земље и биљног покривача када би земљиште задржало оптималну влагу. Поред тога, израчунава се и стварна евапотранспирација (SE), која представља количину воде која стварно испари из земљишта и са биљног покривача.

Сложеним рачунским методом, који је данас представљен посебним компјутерским програмом, на основу просечних средњих месечних температура ваздуха и просечних месечних количина падавина, узимајући у обзир и географску ширину на којој се налази проучавани локалитет и дужину обданице, рачунају се прво калорични индекс (i) и годишњи калорични индекс (I), а затим се применом специјалних логаритамских номограма израчунава некоригована потенцијална евапотранспирација (PE) и, у даљем рачунском поступку, стварна евапотранспирација (SE) и мањак воде у земљишту (M). Коначан резултат представљају индекси хумидности (I_h) и аридности (I_a), и климатски индекс (I_k), на основу којег се, по класификацији коју прописује овај метод, одређује карактер климе за анализирано подручје. Овако израчунати климатски индекс представља резултанту основних климатских фактора (температуре и падавинског режима), у спрези са основним орографским чиниоцима (географским координатама проучаваног локалитета и дужином обданице).

Основне разлике овог коригованог и дорађеног метода од класичног метода по Thornthwaite-у (1948) су у томе што овај метод тачније израчунава вредности мањка и вишка влаге у земљишту током вегетационог периода, па се обрачун не обавља по месецима већ по мањим периодима (декадама). Због тога су и вредности потенцијалне евапотранспирације приказане реалније. Исто тако, метод Thornthwaite-Mather-а, поред годишњег климатског индекса, даје и климатски индекс за вегетациони период што је у конкретном истраживању омогућило јасније праћење корелације између тока дебљинског прираста и тока самог климатског индекса. Овај индекс, дакле, даје прецизнији однос основних климатских параметара у периоду када стварно и настаје дебљински прираст у стаблу (а то је већи део вегетационог периода - од априла до септембра) и представља реалан показатељ падавинског режима, чији се утицај на ток дебљинског прираста и проучава у овом раду.

УТИЦАЈ КЛИМАТског ИНД. НА ДЕБ. ПРИРАСТ 40 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА Ц. БОРА

Резултати компјутерске обраде података, прилагођене овом методу, приказани су у табели 3. На основу анализе наведених података за период од 1996-2002. године, јасно се уочава велика осцилација климатских показатеља у 1999. и 2000. години. Тако се клима, према годишњим климатским индексима, креће од перхумидне типа А ($I_k=106,32$) за 1999. годину, до субхумидно влажне типа C_2 ($I_k=5,73$) за 2000. годину. Вредности климатских индекса за вегетациони период износе $I_k=65,53$, што одређује хумидно појачану климу типа B_3 , за 1999. годину, и $I_k=-17,06$, што карактерише субхумидно влажнију климу типа C_2 , за 2000. годину. Овакви климатски екстремуми су се у даљњем истраживању директно одразили на раст и развој основних елемената раста код 40 линија полусродника у проучаваном објекту.

4.2. Текући дебелински прираст 40 линија полусродника у периоду од 1996-2002. године

Основни подаци о текућем дебелинском прирасту пречника 40 линија полусродника (half-sib потомстава) по провенијенцијама, за период од 1996-2002. године, дати су у табелама 4. и 5. Код I провенијенције просечни текући дебелински прираст у 2002. години креће се од 0,74 cm (линија полусродника 19) до 1,19 cm (линија полусродника 5), са средњом вредношћу од 1,02 cm.

Табела 4. Просек текућег дебелинског прираста по линијама полусродника за I провенијенцију у периоду 1996-2002. год. (у cm)

Table 4. Average current diameter increment per half-sib lines for I provenance in the period 1996-2002 (in cm)

Half-sib	Старост / Age						
	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.
1	0,50	1,30	0,36	1,63	1,47	1,53	0,99
2	0,40	0,68	0,97	1,67	1,23	1,53	1,14
3	0,60	0,69	1,22	1,68	1,34	1,45	1,07
4	0,60	0,83	0,53	1,50	1,42	1,44	0,98
5	0,60	0,77	1,04	1,39	1,24	1,72	1,19
6	0,40	0,76	1,08	1,33	1,37	1,45	1,07
7	0,80	0,79	1,38	1,66	1,33	1,31	0,97
8	0,80	0,86	1,40	1,70	1,26	1,39	0,91
9	0,40	1,18	1,07	1,46	1,36	1,49	1,00
10	0,80	0,56	0,91	1,64	1,31	1,40	0,96
11	0,40	0,52	1,50	1,39	1,45	1,65	1,10
12	1,00	0,90	0,92	1,46	1,15	1,35	0,94
13	0,60	0,47	1,02	1,51	1,40	1,63	1,14

Табела 4. Просек текућег дебљинског прираста по линијама полусродника за I провенијенцију у периоду 1996-2002. год. (у *cm*)

Table 4. Average current diameter increment per half-sib lines for I provenance in the period 1996-2002 (in *cm*)

Half-sib	Старост / Age						
	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.
14	0,60	0,72	0,84	1,55	1,20	1,48	1,00
15	0,80	1,14	1,22	1,96	1,28	1,50	1,09
16	0,80	1,04	0,87	1,72	1,32	1,44	0,91
17	0,80	0,60	1,00	1,80	1,30	1,50	1,10
18	0,80	1,05	0,87	1,64	1,23	1,51	1,06
19	0,60	0,86	1,06	1,54	1,11	1,51	0,74
20	0,40	0,86	1,34	1,33	1,32	1,35	0,99
\bar{x}	0,64	0,83	1,03	1,58	1,30	1,48	1,02

Анализа тока просечног текућег дебљинског прираста свих линија полусродника I провенијенције, по годинама, у истраживаном периоду показује очекивани раст, али и знатно варирање за две кључне године овог периода (1999. и 2000. год.), када су климатске прилике биле одлучујући станишни фактор који је директно утицао на значајно повећање елемената раста. Распон просечног текућег дебљинског прираста код II провенијенције у 2002. год. креће се од 0,84 *cm* (линија полусродника 31) до 1,12 *cm* (линија полусродника 36), при чему средња вредност износи 1,03 *cm*.

Табела 5. Просек текућег дебљинског прираста по линијама полусродника за II провенијенцију у периоду 1996-2002. год. (у *cm*)

Table 5. Average current diameter increment per half-sib lines for II provenance in the period 1996-2002 (in *cm*)

Half-sib	Старост / Age						
	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.
21	0,10	0,5	1,35	1,77	1,37	1,54	1,08
22	1,10	1,06	1,14	1,73	1,38	1,49	1,08
23	1,10	0,54	1,23	1,33	1,22	1,44	1,03
24	1,10	0,99	0,67	2,57	1,24	1,39	1,00
25	1,20	0,70	1,64	1,38	1,48	1,44	1,07
26	1,10	0,18	1,11	2,07	1,25	1,59	1,05

УТИЦАЈ КЛИМАТСКОГ ИНД. НА ДЕБ. ПРИРАСТ 40 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА Ц. БОРА

Табела 5. Просек текућег дебљинског прираста по линијама полусродника за II провенијенцију у периоду 1996-2002. год. (у cm)

Table 5. Average current diameter increment per half-sib lines for II provenance in the period 1996-2002 (in cm)

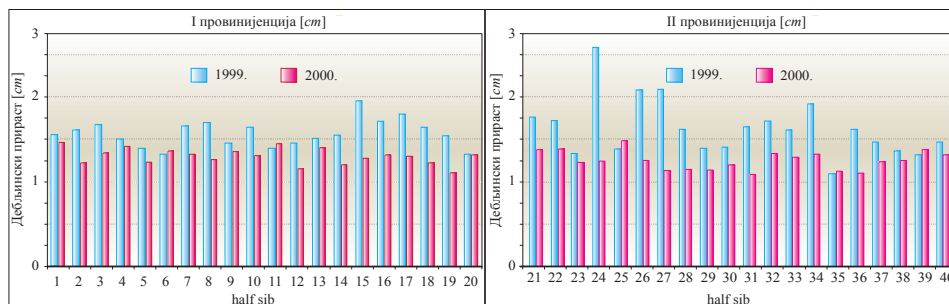
Half-sib	Старост / Age						
	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.
27	1,20	0,07	1,32	2,08	1,12	1,70	1,08
28	0,10	0,20	1,07	1,61	1,14	1,42	1,03
29	0,10	1,04	1,13	1,39	1,13	1,31	1,01
30	1,10	1,04	1,40	1,40	1,19	1,24	1,00
31	1,20	0,79	1,66	1,64	1,08	1,27	0,84
32	0,50	0,98	0,99	1,71	1,33	1,43	1,09
33	0,30	0,71	1,68	1,60	1,28	1,50	1,02
34	0,20	0,90	1,38	1,91	1,32	1,59	1,06
35	1,10	1,00	0,42	1,09	1,11	1,24	0,95
36	0,10	1,40	1,59	1,61	1,10	1,51	1,12
37	1,20	0,58	0,52	1,46	1,23	1,35	1,02
38	0,30	0,30	1,48	1,35	1,25	1,46	1,06
39	0,10	0,10	1,30	1,31	1,37	1,49	1,05
40	1,10	0,65	1,08	1,46	1,31	1,22	0,96
\bar{x}	0,72	0,69	1,21	1,62	1,25	1,43	1,03

У односу на I провенијенцију, интервал у коме се крећу просечне вредности показује нешто већу хомогеност линија полусродника у дебљинском прирашћивању, што је раније потврђено и код самог раста пречника. И за ову провенијенцију карактеристичан је очекивани постепен пораст дебљинског прираста, са знатним варирањима у 1999. и 2000. години, везаним за проучене климатске прилике.

4.3. УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ЧИНИЛАЦА НА ТЕКУЋИ ДЕБЉИНСКИ ПРИРАСТ У ПЕРИОДУ ОД 1996-2002. ГОДИНЕ

На графикону 1. приказан је текући дебљински прираст за поједине линије полусродника по провенијенцијама, за 1999. и 2000. годину. У наведеним годинама забележене су екстремне вредности климатских индекса у анализираном периоду, што је директно утицало на осетну промену услова станишта на истраживаном објекту.

Уочава се знатније варирање дебљинског прираста током 1999. године, када су забележени екстремно високи годишњи климатски индекси и климатски индекси



Графикон 1. Текући дебљински прираст линија полусродника I и II провенијенције за 1999. и 2000. годину

Diagram 1. Current diameter increment of half-sib lines of I and II provenances for 1999 and 2000

за вегетациони период, у односу на 2000. годину, коју су окарактерисали изразито аридни климатски услови. Оваква варијабилност линија полусродника у повећаним хумидним условима тумачи се способношћу појединих линија полусродника да више искористе повољне услове станишта (повишену хумидност) и тиме знатно повећају дебљински прираст у односу на линије полусродника чије се вредности овог квантитативног параметра, у датим условима, крећу око просека. Током 1999. године 50% од укупног броја линија полусродника I провенијенције постигло је текући дебљински прираст изнад просека (1,58 cm), а то су линије 1, 2, 3, 7, 8, 10, 15, 16, 17 и 18. У оквиру II провенијенције, 40% линија постигло је текући дебљински прираст изнад просечне вредности (1,62 cm), а то су линије 21, 22, 24, 26, 27, 31, 32 и 34. Хомогенизација дебљинског прираста код обе провенијенције око просечних вредности провенијенција, током сушне 2000. године, тумачи се основном еколошком карактеристиком ове врсте, а то је изразита ксеротермност.

Детаљне анализе интрапровенијеничне варијабилности half-sib потомстава, која је последица генетичких одлика, с једне стране, и утицаја станишних (климатских) услова, с друге стране, омогућиће издвајање надмоћних-перспективних сорти (линија полусродника) у семенској плантажи које су у стању да максимално искористе повољније станишне услове и тако могу да се користе за пошумљавања на унапред одређеним, најбољим стаништима. Овим се указује на то да црни бор, иако према досадашњим ставовима представља врсту која не може да искористи потенцијале најбољих станишта на којима расте, може да реагује у знатној мери на повишену хумидност као један од најважнијих станишних чинилаца од кога директно зависи пораст основних квантитативних параметара стабала.

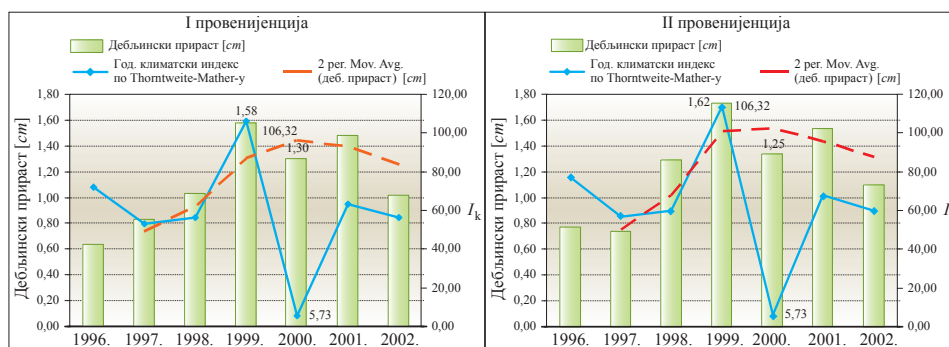
Међусобни однос текућег дебљинског прираста и тока годишњег климатског индекса по Thorntweite–Mather-у за период 1996–2000. годину за I и II провенијенцију приказан је на графикону 2. Уочава се јасна корелативна веза између дебљинског прираста и годишњих климатских индекса, односно осцилација режима падавина. Знатно већа количина падавина током 1999. године од просечне (табела 2), за изучавани

УТИЦАЈ КЛИМАТскоГ ИНД. НА ДЕБ. ПРИРАСТ 40 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА Ц. БОРА

период, условила је и високе климатске индексе (106,32), што је директно утицало на повећање дебљинског прираста. У 1999. год. текући дебљински прираст код I провенијенције се у односу на претходну, 1998. годину, повећао са 1,03 *cm* на 1,58 *cm*, односно 54%. Код II провенијенције, текући дебљински прираст 1999. год. повећао се са 1,21 *cm* на 1,62 *cm*, односно 34%. На основу тренда текућег дебљинског прираста у проучаваном периоду, очекивано повећање за 1999. год. требало је да износи око 25% више од вредности у 1998. години, за I провенијенцију, односно, око 15% за II провенијенцију. Из овога произлази да је постигнути дебљински прираст код I провенијенције већи за око 30%, код II провенијенције за око 20% од очекиване, што се доводи у директну везу за повишеним годишњим количинама падавина, односно изразито високим вредностима климатских индекса у анализираном периоду.

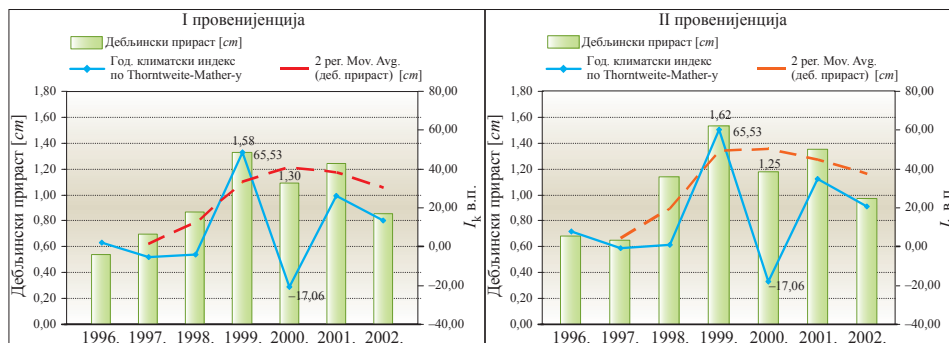
У току следеће, 2000. године, када се појављује најмања годишња количина падавина у датом периоду, дошло је до наглог пада текућег дебљинског прираста, и то код I провенијенције са 1,58 *cm* на 1,30 *cm*, што износи око 18%, а код II провенијенције са 1,62 *cm* на 1,25 *cm*, односно, око 23%. Текући дебљински прираст код обе провенијенције нижи је од очекиваног за око 10-15%, што се поново доводи у директну везу са осцилацијама плувиометријског режима, односно изразито ниским вредностима климатских индекса за 2000. годину. Већ наредне, 2001. године, текући дебљински прираст већи је од вредности у 2000. години за 0,18 *cm*, односно, за око 15%, код обе провенијенције.

Међусобни однос текућег дебљинског прираста и тока климатског индекса за вегетационе периоде по Thornthwaite-Mather-у, у периоду 1996-2000. године, за I и II провенијенцију приказан је на графикаону 3. Утврђена је јаснија корелациона веза него код односа текућег дебљинског прираста и годишњих климатских индекса. Према подацима Вукин и Исајева (2004), евидентна је и веза између тока висинског прираста 40 линија полусродника у истом објекту и климатског индекса по Thornthwaite-у, у датом периоду. На основу резултата истраживања спроведених у овом



Графикон 2. Текући дебљински прираст и годишњи климатски индекс по Thornthwaite-Mather-у за период од 1996-2002. год. за I и II провенијенцију

Diagram 2. Current diameter increment and annual Thornthwaite-Mather climate index for the period 1996-2002 for I and II provenances



Графикон 3. Текући дебљински прираст и климатски индекс за вегетациони период по Thornthwaite-Mather-у за период од 1996-2002. год. за I и II провенијенцију

Diagram 3. Current diameter increment and Thornthwaite-Mather climate index for growing season for the period 1996-2002 for I and II provenances

раду, међутим, закључује се да је веза између дебљинског прираста и климатских индекса, поготово климатских индекса за вегетациони период, јаче изражена, него у случају висинског прираста. Ово се тумачи чињеницом да висински прираст траје само неколико недеља почетком вегетационог периода, док се дебљински прираст одвија готово током целокупног вегетационог периода (Бунушевац, 1951, Стa-менковић, Вучковић, 1988), па се колебања плувиометријског режима још јасније одражавају на дебљински прираст црног бора, као једног од основних елемената раста. Повећање дебљинског прираста за 20-30% изнад очекиваног указује на могућност ове врсте да добро искористи повећану хумидност у конкретним условима.

5. ЗАКЉУЧАК

На основу истраживања утицаја климатског индекса на текући дебљински прираст 40 линија полусродника у семенској плантажи црног бора на Јеловој гори, на узорку од 498 стабала, а у периоду од 1996-2002. године, дошло се до следећих резултата:

- на основу анализе метеоролошких података за период 1996-2002. год. (температуре и падавина), евидентна је њихова велика осцилација у 1999. и 2000. години. Према годишњим климатским индексима добијеним методом по Thornthwaite-Mather-у, клима се у наведеном периоду креће од перхумидне типа A ($I_k=106,32$), за 1999. годину, до субхумидно влажније типа C_2 ($I_k=5,73$), за 2000. годину. Климатски индекси за вегетациони период износе $I_k=65,53$ (хумидно појачана клима типа B_3), за 1999. годину и $I_k=-17,06$ (субхумидно сува клима типа C_1), за 2000. годину;
- климатски екстреми директно су се одразили на дебљински прираст 40 линија полусродника у проучаваном објекту;

УТИЦАЈ КЛИМАТСКОГ ИНД. НА ДЕБ. ПРИРАСТ 40 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА Ц. БОРА

- током 1999. год. уочава се знатније интрапровенијентно варирање дебљинског прираста, када су забележени екстремно велики климатски индекси (годишњи и за вегетациони период). Већа интерлинијска варијабилност у повећаним хумидним условима тумачи се способношћу појединих линија полусродника (1, 2, 3, 7, 8, 10, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 26, 27, 31, 32 и 34) да више искористе повољне услове станишта и тиме повећају дебљински прираст. Исто тако, знатнија хомогенизација дебљинског прираста током сушне 2000. године тумачи се могућношћу црног бора да се, на нивоу врсте, врло брзо адаптира на сушу;
- знатно већа количина падавина током 1999. год. од просечне условила је повећање годишњег климатског индекса по Thorntweite–Mather-у (106,32), као и климатског индекса за вегетациони период (65,53), што је директно утицало на повећање дебљинског прираста за просечно 20-30% више од очекиваних вредности. С обзиром да је следеће године (2000. год.) забележена најмања количина падавина у анализираном периоду, са износом климатског индекса од само 57,3, дошло је до смањења дебљинског прираста за 10-15% од очекиваних вредности на основу тренда раста, односно, укупно око 20-25% од претходне године;
- на основу спроведених истраживања, закључује се, да је црни бор, и поред врло малих еколошких захтева, знатно реаговао на повећану хумидност, чиме је и у случају знатног повећања дебљинског прираста у односу на очекивани тренд раста, указано на његову способност искоришћења повољних станишних (климатских) услова. Директна зависност између тока текућег дебљинског прираста и осцилација у режиму падавина које су се одразиле на промене климатских индекса (годишњих и за вегетационе периоде), јасније је изражена него код односа текућег висинског прираста и годишњих климатских индекса. Ово се објашњава чињеницом да дебљински прираст траје, за разлику од висинског који настаје само у почетку вегетације и на кога се одражавају климатске прилике из претходне године, готово током целог вегетационог периода, па је и утицај овог климатског чиниоца изразитији. Исто тако, потврђено је да ова врста може да поднесе промене климатских услова ка изразитој аридности, тиме што ће смањење дебљинског прираста да буде мање од очекиваног.

Напомена: Рад је финансирало Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду Републике Србије - Управа за шуме, у оквиру пројекта бр. 401-00-922/3/2002-10 од 01.06.2005. године.

ЛИТЕРАТУРА

- Бунушевац Т. (1951): *Гајење шума*, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
Бунушевац Т., Колић Б. (1959): *Климатски услови северо-источне Србије и појава сушења сјабала у њеним буковим шумама*, Београд (9-13)

- Видаковић М. (1982): *Четињаче, морфологија и варијабилности*, ЈАЗУ, Загреб (462-489)
- Вучковић М. (1979): *Испраживање ујицаја неких фактора сјанишја и сасјојина на динамику развјика црној бора у културама на подручју Ломничке реке (В. Јас-иџребац)*, магистарски рад у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Вучковић М. (1989): *Развојно-производне карактеристике црној бора на Јужном Кучају и Гочу*, докторска дисертација у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Вучковић М., Стаменковић В., Стојановић Љ., Крстић М., Тошић М. (1990): *Развојно-производне карактеристике и предлој мера неје вешијачки подинујих сасјојина молике, црној бора и смрче на сјанишју иланинске букве*, посебно издање, Београд
- Вукин М., Исајев В. (2004): *Испраживање ујицаја одређених климатских чинилаца на висински ирирасј црној бора у семенској иланјажји на Јеловој јори*, Гласник Шумарског факултета 90, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд (91-106)
- Ђоровић М., Исајев В., Кадовић Р. (2003): *Системи антиерозионој иошумљавања и заиравњавања*, Графомарк, Бања Лука
- Исајев В., Вукин М., Иветић В. (2004): *Уношење четињара у изданачке букве шуме у Србији*, Шумарство 3, СИТШИПДС, Београд (63-75)
- Исајев В., Туцовић А. (1997): *Диверзијет и коришћење јенетских ресурса дрвећа и жбуња Јуославије*, Савремена пољопривреда 1-2, Vol. 46, Нови Сад (185-194)
- Јевтић М. (1992): *Неја четињарских култура и сасјојина вешијачкој иорекла ироредом*, приручник за практичаре, Просилва, Београд
- Колић Б. (1988): *Шумарска еоклиматологија са основама физике аймосфере*, Научна књига, Београд
- Крстић М. (1992): *Гајење шума*, практикум за вежбе, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд (29-37)
- Матаруга М. (1997): *Међузависности особина и развоја садница црној бора (Pinus nigra Arn.) у семенској иланјажји на Јеловој јори*, магистарски рад у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Матаруга М. (2003): *Генетичко-селекционе основе унаиређења производње садница црној бора Pinus nigra Arn. различитих ировенијенција*, докторска дисертација у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Матаруга М., Исајев В., Туцовић А. (2003): *Варијабилности морфометријских карактеристика клијаваца 40 линија иолусродника црној бора (Pinus nigra Arn.)*, II симпозијум за оплемењавање организама, Врњачка Бања
- (1996): *Посебна шумско-ириредна основа Газдинске јединице „Јелова јора“ за иериод од 1997-2006. јодине*, ЈП „Србијашуме“, Ужице
- Стаменковић В., Вучковић М. (1988): *Ирирасј и производности сјабала шумских сасјојина*, Београд
- Стаменковић В., Стојановић Љ., Вучковић М., Крстић М. (1983): *Испраживања сјања и развоја култура црној бора и избор најовољнијих мера неје иуиет сеча ироредга код Мачкаја*, Гласник Шумарског факултета, серија А „Шумарство“ 60, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд (27-41)

УТИЦАЈ КЛИМАТСКОГ ИНД. НА ДЕБ. ПРИРАСТ 40 ЛИНИЈА ПОЛУСРОДНИКА Ц. БОРА

- Стефановић В. (1977): *Фитоценолозија са њрељедом шумских фитоценоза Југославије*. ИГКРО „Свјетлост“, ООУР Завод за уџбенике, Сарајево
- Стојановић Љ., Банковић С. (1981): *Упоредна иџроучавања развоја сџабала смрче и црној бора џодијнујих вешџачким џуџем на буковом сџанишџу на Повлену и Маљену*, Гласник Шумарског факултета 57, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд (195–207)
- Стојановић Љ., Крстић М. (1984): *Резулџати и сџираживања сеча као мера неје у кулџурама бора џодијнујих на буковом сџанишџу (Fagetum montanum Rud.) на Маљену*, Гласник Шумарског факултета, серија А - „Шумарство“ 62, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Танасијевић Ђ., Антоновић Г., Алексић Ж., Павићевић Н., Филиповић Ђ., Спасојевић М. (1966): *Педолошки џокривач зајџдне и северозајџдне Србије*, Институт за проучавање земљџшта у Топчидеру, Београд
- Thornthwaite C.W. (1948): *An approach toward a rational classification of climate*, The Geographical Review, Volume XXXVII, New York
- Thornthwaite C.W., Mather J.R. (1955): *The Water Balance*, Centerton, N.J. Publ. In Climatology, v. 8, n. 1, p. 104
- Томанић Л. (1968): *Црни бор на Гочу, сџрукџура, развџијак, џродукџивносџи и начин џаздовања*, магистарски рад у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Томанић Л. (1970): *Сџрукџура, развџијак и џродукџивносџи џриродних сасџојина црној бора на Којџонику*, докторска дисертација у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Туцовић А., Исајев В. (1984): *Генерџивна семенска џланиџажа црној бора на Јеловој џори*, извођачки пројекат, Београд
- Туцовић А., Исајев В. (1991): *Метџџојулациона сџрашџеџија оснивања џенерџивних семенских џланиџажа дрвећа*, зборник радова, Савез инжењера и техничара шумарства и дрвне индустрије Републике Србије, Београд

Marina Vukin
Vasilije Isajev

EFFECT OF CLIMATE INDEX ON DIAMETER INCREMENT OF 40 AUSTRIAN PINE HALF-SIB LINES

Summary

The correlation between the development of the current diameter increment of 40 Austrian pine half-sib lines and climate index was studied in the period 1996-2002 in the seedling seed orchard on Jelova Gora. Half-sib progenies belong to two provenances originating from the best natural sites of this species in West Serbia. The study shows the exceptional variability of individual half-sib lines which enables the selection of the perspective varieties intended for the afforestation of the best sites. There is a strong effect of the extreme climate factors obtained by the calculation of climate index by Thornthwaite-Mather method in the period 1996-2002.

It was concluded that the considerably higher than average precipitation during 1999 conditioned the considerable increase of the value of Thornthwaite-Mather climate index, which directly

affected the increase of diameter increment by averagely 20-30% higher than expected. As in the following year (2000) the precipitation was the lowest in the study period, the diameter increment decreased by about 20-25% of the previous year, i.e., by 10-15% of the expected values.

It was concluded that Austrian pine, despite the very modest ecological demands, reacted significantly to the higher humidity which, in case of a considerable increase of diameter increment compared to the expected growth trend, pointed to its capacity of utilising the favourable climate conditions. Likewise, the direct correlation of the development of current diameter increment and the change of climate indexes is more clearly expressed than the correlation of current height increment and climate indexes, which is explained by the fact that diameter increment lasts throughout the entire growing season, so the effect of these climate fluctuations is more expressive.