

## OBSERVAȚII FENOLOGICE LA SPECII FORESTIERE ÎN SEZONUL DE VEGETAȚIE 2004

MARIUS TEODOSIU<sup>1</sup>, GHEORGHE GUIMAN<sup>2</sup>, MIHAELA BUJILĂ<sup>3</sup>, EUGENIU  
FRĂȚILĂ<sup>4</sup>, CORINA COANDA<sup>5</sup>, OVIDIU HĂRUȚĂ<sup>6</sup>, SORIN DOROG<sup>6</sup>

Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice - Stațiunile Cămpulung Moldovenesc<sup>1</sup>, Mihăești<sup>2</sup>,  
Brașov<sup>3</sup>, Caransebeș<sup>4</sup>, Simeria<sup>5</sup>, Universitatea Oradea<sup>6</sup>

### Abstract

#### Phenological observation of forest species in the 2004 growing season

The paper presents results of the phenological observations registered during the growing season 2004 in 22 plots from Romanian networks ICP Forests and FENOFOR on 8 forest tree species (*Abies alba*, *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*). The results are analysed, comparatively, with the observations from closed sites from the period 1947-1965 or - where these were not available - related with an altitudinal gradient. For Norway spruce (*Picea abies* L. Karst), it is presented an empirical model and, based on this, a probable map of the bud burst timing at the level of the entire Romania, for 2004.

**Keywords:** phenology, ICP Forests, FENOFOR, tree species, growing season 2004, bud burst map

### Rezumat

Lucrarea prezintă rezultatele observațiilor fenologice efectuate în sezonul de vegetație 2004 în 22 de suprafețe din cadrul rețelei românești ICP Forests și a rețelei de fenologie forestieră FENOFOR, asupra a opt specii de arbori (*Abies alba*, *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*). Rezultatele au fost analizate, comparativ, cu observații efectuate în perioada 1947-1965, provenind din stațiuni apropiate celor actuale (considerate ca valori de referință), iar acolo unde nu au existat date istorice s-a utilizat un gradient altitudinal. Pentru molid, este prezentat un model empiric și, pe baza acestuia, o hartă probabilă a înmuguririi la nivelul României pentru anul 2004.

**Cuvinte cheie:** fenologie, sezonul de vegetație 2004, *Abies alba*, *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, harta înmuguririi

## 1. INTRODUCERE

Recentul interes pentru fenologie, datorat posibilităților de utilizare a acesteia la evaluarea schimbărilor climatice (Kramer, 1994; Menzel, 2000; Sparks et al., 2000; Chmielewski și Rötzer, 2001; Sparks și Menzel, 2002), a condus la o nouă valorizare a informațiilor fenologice - atât a celor ce includ serii lungi de timp în aceeași stațiune, cât și a celor efectuate pe arii largi - precum și la conștientizarea necesității construirii de rețele fenologice la un nivel cât mai extins.

Literatura românească de specialitate include observații efectuate la nivel național la speciile forestiere (de ex. Tomescu, 1957; Tomescu și Bălănică, 1965), iar la nivelul Administrației Naționale de Meteorologie (A.N.M.) programul de observații fenologice la specii cultivate este una din componentele constante ale grupului de agrometeorologie (Teodosiu și Mateescu, 2004). În România, unul din principalele minusuri ale rețelei de observații fenologice la specii forestiere la nivel național este lipsa continuității, comparativ cu alte țări din Europa (de ex. Germania, Marea Britanie, Cehia); de altfel, cercetările au fost reluate la această scară abia în anul 2003, în puncte din rețeaua ICP Forests (Cenușă, 2003), observațiile fiind extinse în anul 2004, cu puncte noi amplasate în fondul forestier administrat de I.C.A.S. și R.N.P. - Romsilva.

Importanța datelor fenologice provenite din observații anterioare (date cu caracter istoric), coroborată cu posibilitățile actuale de procesare a datelor, a fost subliniată recent de către Sparks et al. (2000), utilitatea unor valori brute ale observațiilor observându-se și pe parcursul redactării lucrării de față, respectiv prin folosirea datelor publicate în Tomescu (1956; 1958) și Tomescu și Florescu (1963).

Scopul lucrării constă în prezentarea rezultatelor obținute în urma efectuării observațiilor fenologice asupra a opt specii de arbori din 22 de stațiuni fenologice, în sezonul de vegetație 2004 și a unei analize comparative a acestora în raport cu date istorice sau, în lipsa acestora, în raport cu gradientul altitudinal.

## 2. MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările s-au desfășurat în 22 de stațiuni fenologice (tabelul 1) din cadrul unor suprafețe permanente ale rețelei de monitoring intensiv de nivel II (ICP Forests) și în puncte aparținând rețelei FENOFOR (FENologie FORestieră), amplasate în anul 2004. La proiectarea acesteia din urmă, respectiv la amplasarea suprafețelor de observație, s-au respectat o serie de recomandări existente în instrucțiuni (de ex. Bălănică 1946): arborii din parcelele supuse observației să fie ajunși la vârsta fructificației, expoziție stațiunii să fie predominant umbrită, suprafețele să fie separate de gradienti altitudinali și să fie în apropierea unor drumuri forestiere, pentru sincronizarea temporală a observațiilor efectuate într-o anumită zonă și o reducere a timpului aferent observațiilor.

Metodologia adoptată a fost similară celei din manualul de observații fenologice pentru rețeaua de monitoring de nivel II (Preuhsler, 1999), observațiile efectuându-

du-se pentru număr diferit de fenofaze la rășinoase (două - apariția mugurilor și înflorirea) și foioase (înfrunzirea, înflorirea, colorarea de toamnă a frunzelor și căderea frunzelor), la un număr de 30 de arbori dominanți și co-domanți aparținând speciilor principale din suprafețele permanente, ușor vizibili pe toată lungimea coroanei, atât din interiorul suprafeței, cât și din exteriorul acesteia; pentru identificare, aceștia au fost numerotați și marcați cu vopsea. Conform îndrumărilor, observațiile s-au realizat o dată pe săptămână, în general în aceeași zi și la aceeași oră, pentru fiecare din arbori din aceeași direcție stabilită cu ocazia primei observații. În cazul în care recomandările din manualul menționat nu au fost suficiente, s-a apelat la instrucțiunile privind observațiile fenologice utilizate în rețeaua românească (Bălănică, 1946).

Datele obținute în sezonul de vegetație 2004 au fost analizate comparativ, fie în raport cu valori înregistrate anterior - perioada 1946-1965 (Tomescu, 1957) sau în anul precedent (Cenușă, 2003) - în cazul punctelor de observație cu caracteristici comparabile celor din tabelul 1, fie în raport cu diferiți gradienti, în cazul înregistrărilor referitoare la aceeași specie.

**Tabelul 1.** Caracteristici ale stațiilor fenologice în care s-au efectuat observații în cursul anului 2004  
Characteristics of the phenological stations with observations in 2004

Nr.	Denumire	Rețea	Coordonate geografice		Altitudi- dine	Expoziție	Specii observate
			Latitudine N	Longitudine E			
1.	Ștefănești	ICP Forests	44°30'34"	26°10'38"	86	teren plan	St, Te, Ju, Ca
2.	Simeria	FENOFOR	45°51'00"	23°01'00"	200	teren plan	St, Ju, Fa
3.	Stâlpeni (Mihăești)	ICP Forests	45°01'47"	24°59'33"	500	S	Go, Fa
4.	Mihăești Arboretum	FENOFOR	45°05'56"	25°00'56"	300	E	Go
5.	Fundata	ICP Forests	45°25'59"	25°16'11"	1300	S	Fa
6.	Cuntu	FENOFOR	45°21'00"	22°20'00"	450	S	Fa
7.	Semenic	FENOFOR	45°13'00"	22°05'00"	1400	teren plan	Fa
8.	Săcele 1	FENOFOR	45°30'17"	25°49'19"	1000	E	Fa, Br
9.	Săcele 2	FENOFOR	45°30'14"	25°49'02"	1200	E	Fa, Br
10.	Predeal	ICP Forests	45°30'25"	25°35'21"	1185	E	Mo
11.	Rarău	ICP Forests	47°26'54"	25°33'51"	1400	N	Mo
12.	Stâna de Vale	ICP Forests	46°41'35"	22°37'12"	1150	S	Mo
13.	Demacaușa 1A	FENOFOR	47°38'25"	25°24'33"	1180	NE	Mo
14.	Demacaușa 3C	FENOFOR	47°38'24"	25°24'33"	1050	N	Mo
15.	Demacaușa 62A	FENOFOR	47°41'49"	25°29'19"	780	NE	Mo
16.	Demacaușa 102B	FENOFOR	47°38'24"	25°26'13"	890	E	Mo
17.	Fomnatic 21A	FENOFOR	47°35'35"	25°55'10"	700	V	Mo
18.	Fomnatic 93B	FENOFOR	47°35'55"	25°30'26"	910	SV	Mo
19.	Paltinu 28	FENOFOR	47°36'34"	25°31'59"	865	E	Mo
20.	Paltinu 73E	FENOFOR	47°38'40"	25°34'03"	675	NE	Mo
21.	Paltinu 226D	FENOFOR	47°35'03"	25°31'21"	1075	E	Mo
22.	Coșna	FENOFOR	47°26'46"	25°28'02"	908	NE	Mo

**Notă:** Prescurtările pentru denumirile populare ale speciilor sunt cele cunoscute: St - stejar, Te - tei pucios, Ca - carpen, Ju - jugastru, Go - gorun, Fa - fag, Br - brad, Mo - molid.

## 2. REZULTATE

Caracteristicile fenofazelor înregistrate la speciile de foioase în sezonul de vegetație 2004 sunt prezentate în tabelul 2, iar cele corespunzătoare speciilor de rășinoase în tabelul 3. În tabelul 4 sunt înregistrate datele valorile observațiilor de la Ștefănești (2003, 2004) și de la Snagov (1951-1955) (Tomescu, 1957), utilizate pentru analiza comparativă. Având în vedere o experiență anterioară nefavorabilă - lipsa unei prezentări exhaustive a datelor anuale înregistrate în perioada 1946-1965 - s-a considerat utilă prezentarea detaliată a valorilor observate, în așa fel încât acestea să fie disponibile unor potențiali interesați, de exemplu în validarea unor modele fenologice.

Având în vedere existența unui set mai mare de date referitoare la înmugurirea molidului, a fost elaborat un model de prognoză a a acestei fenofaze, în raport cu caracteristici geografice (latitudine, longitudine, altitudine) ale stațiunilor fenologice. Pentru a evita unele posibile erori datorate autocorelației spațiale, s-au ales date cât mai eterogene, în afara datelor din stațiunile ICP Forests, din totalul datelor înregistrate la

**Tabelul 2.** Caracteristici ale fenofazelor înregistrate la specii de foioase  
Characteristics of the phenophases for deciduous species

Denumire punct	IFZ		IFI		CIF		CIDF	
	Data producerii	Durată	Data producerii	Durată	Data producerii	Durată	Data producerii	Durată
<i>Stejar (Quercus robur)</i>								
Simeria					16.09	42	23.09	42
Ștefănești	8.04 (23.04)	28	22.04		21.10		21.10 (5.11)	
<i>Jugastru (Acer campestre)</i>								
Simeria					23.09	35	30.09	35
Ștefănești	1.04 (16.04)	15	8.04 (7.05)		14.10		14.10	24
<i>Tei (Tilia cordata) și carpen (Carpinus betulus)</i>								
Ștefănești	8.04 (23.04)	28	17.06	14	30.09	42	7.10 (22.11)	
Ștefănești	25.03 (9.04)	14	1.04 (16.04)		14.10	22	14.10	
<i>Gorun (Quercus petraea)</i>								
Mihăești	9.04	35	14.05		17.09	28		
Stâlpeni	9.04 (21.05)	21	7.05 (8.05)		8.10 (15.09)		(16.10)	
<i>Fag (Fagus sylvatica)</i>								
Simeria					16.09	42	23.09	42
Săcele 1	12.05	23			28.09	35	28.09	35
Săcele 2	18.05	29			28.09	30	28.09	35
Stâlpeni	9.04 (9.04)	14	7.05 (8.05)		8.10 (1.10)		(16.10)	
Fundata	30.04 (2.05)	30	30.05		1.10 (1.10)			
Semenie	28.05	14			24.09	21	1.10	21
Cuntu	22.04	21			28.10	21	28.10	21

**Notă.** S-au utilizat următoarele prescurtări pentru fenofaze: IFZ - înfrunzire, IFI - înflorire, CIF - colarea frunzelor, CIDF - căderea frunzelor

**Tablelul 3.** Caracteristici ale fenofazelor înregistrate la specii de rășinoase  
Characteristics of the coniferus species phenophases

Denumire punct	Altitudine	Expozitie	Specii observate	Înmugurire		Înflorire
				Data producerii	Durată	Data producerii
Săcele 1	1000	E	Br	28.05	13	absentă
Săcele 2	1200	E	Br	4.06	20	absentă
Demacuşa 44D	875	teren plan	Mo	18.05	29	26.05
Demacuşa 62A	780	NE	Mo	18.05	29	18.05
Demacuşa 102B	890	E	Mo	18.05	36	18.05
Stâna de Vale	1150	S	Mo	19.05	35	absentă
Tomnatic 21A	700	V	Mo	20.05	18	13.05
Paltinu 28	865	E	Mo	27.05	36	19.05
Paltinu 226D	1075	E	Mo	27.05	28	absentă
Coşna	908	NE	Mo	29.05	21	absentă
Demacuşa 1A	1180	NE	Mo	2.06	21	absentă
Demacuşa 3C	1050	N	Mo	2.06	21	26.05
Tomnatic 93B	910	SV	Mo	3.06	28	27.05
Paltinu 73E	675	E-NE	Mo	3.06	28	absentă
Predeal	1185	E	Mo	10.06	28	absentă
Rarău	1400	N	Mo	18.06	24	absentă

**Tablelul 5.** Caracteristici ale fenofazelor înregistrate la speciile de arbori din suprafața Ștefănești (2003, 2004), comparativ cu înregistrări anterioare - Snagov (1951-1955)  
Characteristics of the phenophases registered in Ștefănești phenological station (in 2003, 2004), in comparison with old data - Snagov (1951-1955)

Specia	Fenofaza	Diferențe			
		... față de		Debut în	
		2004	2003	2004	2003
Stejar	IFZ	-5	+10	da	da
	IFL	+6	+6	da	da
	CLF	+16	+48	nu	nu
	CDF	-	-	-	-
Tei	IFZ	-7	+8	da	da
	IFL	-8	-14	nu	da
	CLF	+6	+52	nu	nu
	CDF	-	-	-	-
Jugastru	IFZ	-8	+7	nu	nu
	IFL	-19	+10	nu	nu
	CLF	+20	+66	nu	nu
	CDF	+23	+70	nu	nu
Carpen	IFZ	-8	+7	da	da
	IFL	-17	-2	nu	da
	CLF	+24	+66	-	-
	CDF	-	-	-	-

**Notă.** S-au utilizat următoarele prescurtări pentru fenofaze: IFZ - înfrunzire, IFL - înflorire, CLF - colorarea frunzelor, CDF - căderea frunzelor

nivelul Direcției Silvice Suceava fiind selectate numai valorile provenind din trei stațiuni fenologice (15, 19, 22 - tabelul 1), Modelul rezultat are forma:

$$y = 246,5 - 0,88Lat - 3,85Long + 0,0459Alt$$

unde:  $y$  - data producerii fenofazei (înmuguririi); Lat - latitudinea (grade, minute); Long - longitudinea (grade, minute); Alt - altitudinea (m) ( $R^2 = 94,9$ ). În continuare, s-a elaborat harta înmuguririi molidului în anul 2004, folosindu-se o rețea regulată de puncte distribuită la nivelul întregii României, cu o rezoluție 0,50/latitudine și longitudine, fiecărui punct asociindu-i-se valorile furnizate de model, forma finală a hărții rezultând în urma interpolării valorilor rețelei prin krigging (fig. 1).

#### 4. DISCUȚII ȘI CONCLUZII

Destășurarea programului de observații din anul 2004 - în unele suprafețe, la debut - a evidențiat și o serie de aspecte sub raport metodologic, care trebuie luate în considerare la extinderea, pe viitor, a rețelei. În primul rând, s-a constatat că este necesară reconsiderarea raportului altitudine/periodicitatea efectuării observațiilor, deoarece pentru observații locale, efectuate la o arie mai restrânsă, pentru surprinderea gradientilor este necesară o rezoluție temporală mai mică (efectuarea de observații bisăptămânale).

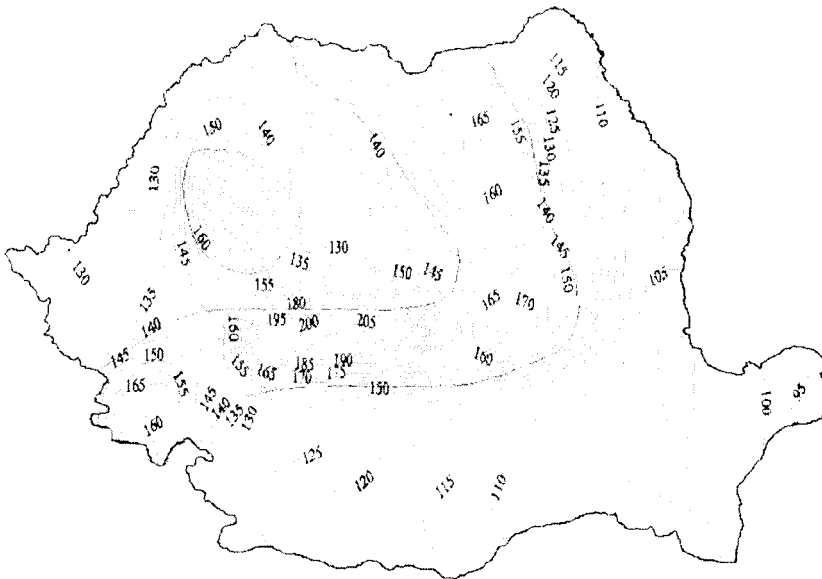


Fig. 1. Harta probabilă a înmuguririi molidului în anul 2004 (în zile conform calendarului iulian)  
Prognosis map of the Norway spruce bud burst timing in 2004 in Romania (in Julian days)

## 4.1. Fenofaze la specii de foioase

### 4.1.1. Fenofaze la stejar, jugastru, tei, carpen

Analiza comparativă a valorilor fenofazelor înregistrate în suprafața Ștefănești (tabelul 4) s-a făcut în raport cu cele din perioada 1951-1955, din stațiunea fenologică Snagov (Tomescu, 1957).

Ceea ce distinge rezultatele observațiilor din anul 2004 de cele din 2003 este producerea generală mai devreme a fenofazelor de primăvară (mai puțin înflorirea stejarului) și întârzierea celor de toamnă comparativ cu valorile medii înregistrate în stațiunea de referință: cu excepția înfloririi teiului și carpenului, fenofazele de primăvară au fost întârziate față de medie, iar cele de toamnă au fost întârziate și, mai mult, majoritatea s-au produs și în afara intervalului corespunzător de la stațiunea de referință.

Sub raportul variațiilor interspecifice la nivelul producerii fenofazelor, ca și în anul 2003, carpenul a înregistrat o producere mai rapidă a fenofazelor de primăvară, urmat de jugastru, tei și stejar. În ceea ce privește fenofazele de toamnă, tendința din anul 2003 se menține, acestea producându-se, cel mai devreme la tei, urmat de carpen, jugastru și stejar.

### 4.1.2. Fenofaze la fag

În cazul suprafețelor Cuntu și Semenici, pentru fenofaza de înmugurire se observă o diferență de 36 de zile, precum și o durată mai redusă a fenofazei, în cel de-al doilea caz, cu circa o săptămână. Explicația pentru acestea vine din diferențele de regim termic dintre cele două suprafețe, fiind cunoscut faptul că, în mod special, fazele de primăvară sunt sensibile la factorul temperatură (Sarvas, 1972), iar aceasta este diferențiată altitudinal, așa cum este cazul suprafeței Semenici. În plus, anul 2004 a fost un an mai rece în zona Semenici, cu înghețuri târzii ale căror efecte erau încă vizibile în cursul lunii iunie - frunze îngălbenite (obs. pers.). Dinamica mai accentuată a producerii fenofazelor în acest tip de climat pare a fi o caracteristică legată și de durata mai redusă a sezonului de vegetație din zonă; același comportament a fost întâlnit în cursul anului 2004, cu ocazia observațiilor în stațiunea fenologică din Rarău (1540 m altitudine).

Sub aspectul diferențelor de altitudine, luând ca punct de reper suprafața Cuntu, întârzierea de intrare în vegetație este de aproximativ 3,6 zile/100 m. Colorarea frunzelor s-a produs mai devreme pe Semenici, cu o întârziere de 3,4 zile/100 m în raport cu Cuntu. Începutul căderii frunzelor s-a înregistrat în avans în stațiunea fenologică Semenici comparativ cu Cuntu, respectiv cu o întârziere de 2,7 zile/100 m între cele două suprafețe. Această fenofază marchează și sfârșitul sezonului de vegetație din punct de vedere fenologic, obținând în acest sens o valoare de 126 de zile pentru Semenici și, respectiv 189 zile pentru Cuntu, respectiv o diferență pe gradient altitudinal de 6,3 zile. Se remarcă valorile aproximativ constante dintre producerea diferitelor fenofaze, situ-

ată la o valoare medie de cca. 30 zile pentru o diferență de altitudine de cca. 1000 m.

Pentru suprafețele Mihăiești și Fundata, în cazul fagului nu sunt disponibile date comparative, însă pot fi făcute unele aprecieri asupra gradientului altitudinal, diferența de nivel dintre cele două suprafețe fiind de 800 de metri. Astfel, relativ la momentul înfrunzirii fagului, se constată o întârziere de 21 de zile (23 în anul 2003) la Fundata, corespunzător unui gradient de 2,6 zile/100 m altitudine (2,9 în 2003), în timp ce referitor la momentul înfloririi, la fagul de la Fundata această fenofază întârzie cu 15 zile, gradientul fiind de 1,9 zile/100 m altitudine, același în ambii ani. Începutul colorării frunzelor, produs la aceeași dată în 2003, a înregistrat o întârziere de șapte zile în 2004. Durata sezonului de vegetație este diferită, la altitudini ridicate (Fundata) fiind mai redusă cu 28 de zile (23 în anul 2003), adică 3,5 zile/100 m altitudine (2,9 pentru 2003).

Pentru suprafețele din raza O.S. Săcele, diferența înregistrată sub raportul gradientilor altitudinali este între 2,5-3 zile/100 m, în funcție de fenofază. În ceea ce privește fenofazele pentru fagul de la Stâlpeni (tabelul 2), s-a calculat o lungime a sezonului de vegetație de 182 de zile.

#### 4.1.3. Fenofaze la gorun

Analiza comparativă a producerii fenofazelor la gorun, în cadrul O.S.E. Mihăiești, în suprafețele Stâlpeni și Mihăiești Arb. evidențiază o asemănare în ceea ce privește începutul înfrunzirii, chiar dacă la Mihăiești aceasta a înregistrat o durată ceva mai mare (35 zile), comparativ cu Stâlpeni (21 zile). Înflorirea a avut loc la Stâlpeni cu o săptămână mai înainte decât la Mihăiești. În ceea ce privește colorarea frunzelor, gorunul de la Mihăiești a început această fenofază mai devreme cu 21 zile decât cel de la Stâlpeni, având o durată de producere a acestei fenofaze de 28 de zile. Calculele diferențelor dintre data înfrunzirii și cea a colorării frunzelor indică o lungime a sezonului de vegetație de 182 zile pentru Stâlpeni și de 161 de zile pentru Mihăiești.

Comparativ cu anul 2003, în 2004 gorunul de la Mihăiești a înregistrat un debut al înfrunzirii devansat cu 12 zile. Data înfloririi, relativ apropiată în anii menționați, este mai întârziată cu 5-6 zile comparativ cu media anilor de referință. Diferențe se observă în cazul începutului colorării frunzelor, între 2004 și 2003 fiind de +23 de zile, respectiv +2 și -21 în raport cu media perioadei 1951-1955.

#### 4.2. Fenofaze la specii de rășinoase

Speciile de rășinoase la care s-au efectuat observații fenologice au fost molidul și bradul, fenofazele de înmugurire și înflorire la acesta din urmă neproducându-se, însă, în toate suprafețele instalate (tabelul 4).

##### 4.2.1. Fenofaze la brad (*Abies alba* Mill.)

Înmugurirea bradului de la Săcele este una mai întârziată decât cea a fagului din aceleași stațiuni fenologice, în cazul suprafeței Săcele 1, aceasta fiind de 16 zile, în timp



ce pentru suprafața Săcele 2 diferența este de 17 zile.

#### 4.2.2. Fenofaze la molid (*Picea abies* L. Karst.)

Caracteristici ale fenofazelor la nivel local. O analiză a modului de producere a fenofazelor la o arie mai redusă este cea efectuată în raza O.S. Tomnatic, în care au fost amplasate un număr de 10 suprafețe experimentale. Prelucrarea informațiilor referitoare la producerea generală a înmuguririi pentru suprafețele Demacușa, Paltinu și Tomnatic s-a făcut prin stratificare în raport cu altitudinea și data producerii fenofazelor: Demacușa1 - altitudini de 890, 1050 și 1180 de m (data producerii 23.06), Demacușa2 - altitudini de 779 și 874 m (2-3.06); Paltinu - altitudini de 675, 865 și 1075 m; Tomnatic 21A - altitudine 702 m, respectiv Tomnatic 93B, altitudine 912 m (20.05).

Diferența maximă de producere a fenofazelor înregistrată în cadrul aceluiași bazin este de 14 zile, între stațiunile fenologice din U.P. I Demacușa, respectiv între altitudinile de 1180 și 779 m. Ținând cont de o anumită omogenitate a datelor la nivel de bazin și luând în considerare numai observațiile din bazinul Rija (u.a. 1A, 3C, 44D, 62A; suprafața Demacușa 102B nu aparține acestuia), separarea pe intervalele altitudinale, respectiv între (1) 800-900 m și (2) 1000-1200 m, a condus la identificarea unui gradient altitudinal de 3,5 zile/100 m. Pentru debutul înmuguririi, se constată diferențe de 7, respectiv 14 zile între debutul fenofazei la un număr redus de arbori și o producere generalizată a acesteia la arborii din suprafață (date neprezentate). Aceasta este în concordanță cu desfășurarea fenofazei de înmugurire în alte zone (de exemplu Predeal sau Rarău) în care, odată cu creșterea altitudinii, dinamica fenofazelor este una accelerată, cel mai probabil în acord cu durata mai scurtă a sezonului de vegetație.

Diferențe în ceea ce privește numărul de arbori la care s-a produs începutul înmuguririi s-au înregistrat și la nivelul suprafețelor din U.P. VI Tomnatic, cu o diferență de 7 zile/100 m; de asemenea, duratele fenofazelor sunt diferite, cu o diferență de 10 zile. Datele din suprafețele Tomnatic 21A și Tomnatic 93B trebuie însă extrapolate cu prudență, în special pentru stațiuni cu expoziții similare din aceeași zonă, datorită caracterului însoțit al expoziției, care furnizează un aport din punct de vedere termic, în comparație cu stațiuni situate la altitudini similare și în expoziții umbrite.

În funcție de numărul de arbori la care are loc debutul fenofazei, pentru suprafețele Demacușa 44D, Demacușa 62 și Demacușa 102B s-a remarcat existența unui număr redus de arbori care intră mai devreme în vegetație, comparativ cu celelalte, unde începutul înmuguririi are caracterul unei "explozii", incluzând un număr mare de arbori. Excluzând diferențe de ordin microclimatic date de arboret, datorită unor caracteristici structurale apropiate ale arboretelor, o posibilă ipoteză ar putea consta în diferențe de ordin genetic, luând în considerare faptul că arboretele nu sunt regenerate integral natural și că, la plantare, ar fi putut fi utilizați puiți provenind de la altitudini mai joase, unde durata sezonului de vegetație este mai mare și intrarea în vegetație mai rapidă; este de altfel cunoscut faptul că, în cazul molidului, producerea înmuguririi se află sub un puternic control genetic (Hannerz et al., 1999).

Datele producerii înfloririi înregistrează o variație de 14 zile, între 13.05 și

27.05, respectiv între stațiunile fenologice Tomnatic 21A și Demacușa 3C, 44D. Înflorirea a început la aceeași dată (26.05) în stațiunile situate în același interval altitudinal din U.P. I Demacușa, precum și în suprafețele Demacușa 44D și Demacușa 102B. Sub raportul valorilor medii altitudinale, diferența este de 3.5 zile/100 m. În cazul suprafețelor din U.P. VI Tomnatic, diferențele de debut în producerea fenofazelor sunt de 14 zile, similare celor de la înmugurire, respectiv 3.5 zile/100 m. Înflorirea observată în suprafețele Paltinu, unică, este cea menționată mai sus.

În cazul suprafeței Rarău, comparând modul de desfășurare a fenofazei de înmugurire cu cea din anul precedent, constatăm că anul acesta a avut loc cu 28 de zile mai târziu (în 2003 - 21 mai), durând cu trei zile mai puțin (2003 - 24 de zile). Între Predeal și Rarău, diferența la producerea înmuguririi (8 zile în 2004 și 7 zile în 2003) este aceeași cu cea a intervalului de observație, ceea ce poate conduce la concluzia că debutul aceleiași fenofaze poate avea loc și la un interval mai scurt - un argument în acest sens ar consta și în aceea că, la valori ale longitudinii apropiate, diferența de latitudine dintre cele două puncte este compensată de cea altitudinală. Sub raportul duratei fenofazei, aceasta este maximă la Stâna de Vale, situație ce ar putea fi pusă în legătură cu durata sezonului de vegetație, probabil mai mare decât la Predeal și Rarău.

Relații între caracteristicile geografice ale stațiunilor fenologice și data producerii fenofazelor. Este cunoscut faptul că aplicarea modelării în fenologie este considerată ca una dintre primele încercări de utilizare a datelor fenologice (Lieth, 1974), scopul principal al acesteia fiind cel al elaborării de prognoze. Modelul prezentat anterior este unul dintre cele mai simple modele empirice, calculând data producerii unei anumite fenofaze în funcție de caracteristicile geografice ale stațiunii de observație - longitudine, latitudine, altitudine. O utilizare similară a acestui tip este prezentată de Chen (2003) pentru Japonia: este vorba de înflorirea la *Prunus yedodensis*, având la bază o serie de observații efectuate în perioada 1953-1989:  $y = 92,56 + 4,77(Lat - 35^\circ) + 0,59(Long - 135^\circ) + 1,28Alt$ , unde: Lat - latitudine, Long - longitudine, Alt - altitudine), pe baza căreia au fost apoi trasate izoliniile și s-a realizat harta înfloririi speciei. Spre deosebire de acesta, modelul elaborat pentru înmugurirea molidului are la bază valori care nu reprezintă medii rezultate din observații pe termen lung, astfel încât acesta poate servi doar la o identificare a datei probabile a producerii înmuguririi molidului pentru alte zone din țară la nivelul anului 2004.

De altfel, o analiză comparativă cu hărți similare obținute pentru înregistrări din anii 1956 și 1963 (Tomescu, 1956; Tomescu și Florescu, 1963) - neprezentate în lucrare - a arătat diferențe în ceea ce privește configurația spațială a izoliniilor, care pot fi puse în legătură cu diferențele sub raport climatic ale anilor analizați. De asemenea, având în vedere că datele utilizate au provenit exclusiv din zona montană, s-a trasat pe hartă un areal extins al speciei pentru care probabilitatea ca valorile să corespundă este cea mai mare, o validare a valorilor prognozate de model pentru zona extracarpatică neputându-se face datorită lipsei de observații.

## MULȚUMIRI

Rezultatele prezentate au fost obținute în cadrul contractelor de cercetare MO 8/2003 (M.A.D.P.), 1 RP/2003, 16 RP/2003, 19 RP/2003 (Regia Națională a Pădurilor - ROMSILVA) și P1/2003 (I.C.A.S.) pentru care exprimăm mulțumiri, ca și domnului dr. Ion Barbu (Stațiunea Experimentală de Cultura Molidului) pentru sugestiile din timpul realizării articolului.

## BIBLIOGRAFIE

- BĂLĂNICĂ, TIL. 1946. Instrucțiuni pentru executarea observațiilor fenologice forestiere. I.C.F. Seria III. M.O. Imprimeria Centrală. București. 12 p.
- CENUȘĂ, R.. 2003. Cercetări asupra dinamicii vegetației forestiere (fenologie). Manuscris ICAS. 12 p.
- CHMIELEWSKI, C. M. , Rötzer, T.. 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agric. For. Meteorol.* 108: 101-112.
- HANNERZ, M., SONESSON, J., EKBERG, L. 1999. Genetic correlations between growth and growth rhythm observed in a short-term test and performance in long-term field trials of Norway spruce. *Can. J. For. Res.* 29: 768-778.
- KRAMER, K.. 1994. Phenology and growth of European trees in relation to climate change. Ph.D., Wageningen, 210 p.
- LIETH, H.. 1974. Modeling Phenology and Seasonality. Introduction. In: H. Lieth, Phenology and seasonality modeling. Berlin, Heidelberg, New York, Springer. pp. 299-300.
- MENZEL, A.. 2000. Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *Int. J. Biometeorol.* 44: 76-81.
- PREUHSLER, T.. 1999. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part IX - Phenological Observations. United Nations Economic Commission For Europe. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. 11 p.
- SPARKS, T. H., JEFFREE, E. P., JEFFREE, C. E.. 2000. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. *Int. J. Biometeorol.* 44: 82-87.
- SPARKS, T. H. , MENZEL, A. . 2002. Observed changes in seasons: an overview. *Int. J. Climat.* 22: 1715-1726.
- TEODOSIU, M., MATEESCU, E.. 2004. Fenologia - dezvoltare și perspective. O sinteză. *Bucovina Forestieră* XII (1-2): 47-69.
- TOMESCU, A.. 1957. Fazele periodice de vegetație la speciile forestiere. Sinteza pentru perioada 1946-1955. I.C.A.S. Seria II. Ed. Agro-Silvică. București. 123 p.
- TOMESCU, A.. 1959. Fazele periodice de vegetație la speciile forestiere în anul 1956. Editura Agro-Silvică de Stat. București. 48 p.
- TOMESCU, A.. 1962. Fazele periodice de vegetație fa speciile forestiere în anul 1958. Editura Agro-Silvică de Stat. București. 46 p.
- TOMESCU, A., FLORESCU, L. 1965. Fazele periodice de vegetație la speciile forestiere în anul 1963. C.D.F. București. 46 p.
- TOMESCU A.. 1967. Cercetări fenologice la principalele speciile forestiere autohtone din R.S.R. Sinteza pentru perioada 1956-1965. C.D.T.E.F. București. 99 p.