



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01248**

(22) Data de depozit: **30.11.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.12.2012** BOPI nr. **12/2012**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2012 BOPI nr. **5/2012**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
POMICULTURĂ PITEȘTI-MĂRĂCINENI,
STR.MĂRULUI NR.402,
COMUNA MĂRĂCINENI, AG, RO**

(72) Inventatori:
• **CHIȚU EMIL, STR.CRINULUI NR.36,
BL.D 7, SC.A, ET.3, AP.9, PITEȘTI, AG, RO**

(74) Mandatar:
**BROJBY PATENT INNOVATION,
STR.REPUBLICII, BL.212, SC.D, AP.11,
PITEȘTI, JUDEȚUL ARGEȘ**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 6157305; JP 3199992 A; JP 1277797 A

(54) **SISTEM ȘI METODĂ DE AVERTIZARE A EFECTELOR
ÎNGHEȚURILOR TÂRZII ÎN PLANTAȚIILE POMICOLE PRIN
SIMULARE FENO-CLIMATICĂ**



1 Invenția se referă la un sistem și la o metodă de avertizare a înghețurilor târzii în
2 plantațiile pomicole, prin simulare fenoclimatică, destinată a fi aplicată în domeniul
3 agriculturii, în general și, în particular, în cadrul plantațiilor pomicole, în scopul evitării
4 aparității pagubelor generate de înghețarea organelor florale, aflate în diferite stadii
5 fenologice, avertizarea fiind destinată structurilor teritoriale de consultanță agricolă,
6 fermierilor pomicoli, firmelor de asigurări etc.

7 Este cunoscut faptul că, în procesul de creștere al culturilor agricole vegetale, în
8 funcție de arealul climatic, există riscul compromiterii sau diminuării recoltei, datorită acestui
9 fenomen meteorologic accidental - înghețurile târzii.

10 Actualmente, prevenirea efectelor negative ale acestor înghețuri târzii se realizează,
11 de regulă, prin avertizări meteorologice, avertizări care însă nu au un coeficient de certitudine
12 rezonabil.

13 Analizând brevetele apărute în acest domeniu până la ora actuală, nu am depistat
14 metode sau sisteme de avertizare privind înghețurile târzii ca atare, ci doar diverse soluții
15 practice, de diminuare a efectelor înghețului la culturile agricole.

16 Astfel, brevetele de invenție **US 4207091** și **US 4219965** se referă la o metodă de
17 prevenire a înghețului la plante (pomi fructiferi, legume), bazată pe tratarea acestora cu un
18 anumit amestec de substanțe chimice.

19 În brevetul de invenție **US 4495723**, se prezintă o metodă de prevenire a daunelor,
20 prin îngheț, a plantelor, care constă în aplicarea, pe tulpină, a unui material cu un punct de
21 îngheț mai mare față decât cel al plantei, practic este vorba despre o termoizolare a plantei.

22 Un alt brevet de invenție **US 4834899** se referă la o metodă de prevenire a daunelor
23 datorate înghețului la plante, care constă în aplicarea, pe suprafața plantei, a unui bactericid.

24 O soluție interesantă o regăsim în brevetul de invenție **US 5653054** și constă într-un
25 proces de prevenire sau întârziere a formării gheții pe diversele suprafețe ale plantei, cum
26 ar fi frunzele, având la bază aplicarea unui amestec conținând apă, propilenglicol, un agent
27 de îngroșare și un polimer reticulat, acid poliacrilic.

28 În brevetul de invenție **US 6157305**, este prezentat un sistem de predicție la îngheț,
29 al culturilor, utilizând un sistem informatic, conținând o suprafață termică radiantă, care
30 transmite informații, din domeniul termic sau alte variabile, către un procesor care calculează
31 probabilitatea de apariție a înghețului. Sistemul se bazează pe faptul că suprafața radiantă
32 termic disipează căldura, astfel încât aceasta are o temperatură mai mică decât cea a aerului
33 ambiental, în condiții de umiditate scăzută și pe timp de noapte senină.

34 În brevetul de invenție **JP 3199992 A**, se prezintă o metodă de estimare a producerii
35 înghețurilor, prin compararea datelor meteorologice, măsurate la fața locului, cu o valoare
36 de referință prestabilită, ca o condiție de apariție a daunelor provocate de îngheț. Metoda mai
37 estimează condițiile locale de timp, generatoare de îngheț, pe baza unor teste comparative
38 cu rezultatele afișate de un computer.

39 Acele soluții brevetate au în principal următoarele dezavantaje:

40 - nu pun accentul pe prevenire și avertizare, fiind bazat pe metode statistico-
41 matematice;

42 - nu au în vedere unificarea unor informații meteorologice și baze de date fenologice,
43 pentru creșterea acurateței predicției științifice.

44 Se cunosc, de asemenea, mai multe studii efectuate de cercetătorii din domeniu, așa
45 cum este cel elaborat în 2005, la Universitatea din Georgia, SUA, „Decision Support for
46 Freeze Protection using Artificial Neural Networks” (Ronald W. McClendon, Professor Gerrit
47 Hoogenboom, Professor Biological & Agricultural Engineering).

Un alt studiu asemănător este „Predicting Air Temperature for Frost Warning using Artificial Neural Networks”, având ca autor pe Abhishek Jain, elaborat în 2001, Universitatea din Sydney, Australia, care se referă la dezvoltarea unor rețele neuronale artificiale, în vederea prognozirii temperaturii în trepte orare, în cadrul unei locații. Studiul a avut ca scop crearea unui model general de predicție, pentru o locație fără date meteorologice istorice, utilizând în schimb datele meteorologice istorice ale altor locații.

Pe plan internațional, se fac mari eforturi pentru îmbogățirea bazelor de date fenologice, mai ales, la speciile perene, cum sunt și pomii. Analizând limitările impuse de existența bazelor de date, la Conferința de la Freising, Germania, din anul 2000, „Progress in Phenology-Monitoring, Data Analysis and Global Change Impacts”, cercetătorii și-au axat prezentările pe monitorizarea și modelarea fenologică, dar și pe aplicații ale studiilor fenologice asupra schimbărilor climatice globale. În majoritatea țărilor participante, aceste importante baze de date, respectiv, observațiile fenologice, se găsesc stocate sub formă electronică și au intrat în rețelele naționale și internaționale, în scopul valorificării acestora, pentru studierea modificărilor climei pe glob și identificarea reacției plantelor la aceste schimbări. Cu ajutorul acestor baze de date, s-au alcătuit hărți fenologice la scară continentală, care reflectă dinamica sezonală a proceselor de creștere și dezvoltare. Internațional Phenological Gardens (IPG) reprezintă baza de date fenologice, pentru hărțile trasate la nivelul Europei. S-a stabilit că una dintre premisele studiilor de variabilitate regională a climatului atât în ecosistemele naturale, cât și în cele agricole, o reprezintă existența datelor fenologice și climatice, omogene, în spațiu și timp. Se lucrează intens la colectarea acestor serii istorice de date, provenite de multe ori de la amatori, precum și la perfecționarea metodelor de testare a acurateții acestora. Se fac eforturi mari, pentru alcătuirea unor modele de dezvoltare a pomilor până la înflorire, acolo unde există baze de date pe perioade lungi, culese de cercetători. European Phenological Network (EPN) este o rețea inițiată prin Programul Cadru 6 (FP6) al Uniunii Europene, în anul 2001. Prin acest demers, se are în vedere creșterea eficienței valorificării și utilizării datelor provenite din cadrul rețelelor de monitoring componente și promovarea utilizării datelor fenologice în evaluarea schimbărilor climatice la nivel european. EPN a realizat și o bază de date bibliografică și una dedicată observațiilor fenologice din cadrul rețelelor componente.

Pe plan național, studii de zonare agroclimatică la cais și piersic au efectuat și Cociu V., Teaci D., în colaborare cu cercetătorii de la Stațiunile de Cercetare și Dezvoltare Pomicolă (Băneasa, Constanța, Oradea), fără însă a folosi modele, stabilind că principalul factor de variabilitate a producției de fructe, la cele două specii, este reprezentat de brumele târzii și de gerurile de revenire din primăvară. Autorii delimitează, pe baza acestor studii, cinci zone agroclimatice de favorabilitate și trasează cartogramele. În 1998, Roman A. M., Cuculeanu V., Cusursuz B., Dumitru L., Topor E. și Alexe Gh., de la Institutul Național de Meteorologie (INMH), S. C. D. P. Constanța și U.S.A.M.V. București, testează, cu bune rezultate, un model de estimare a pagubelor produse de înghețuri la piersic, în zona de sud-est a țării. Existența unor date pe termen lung, în diverse rețele naționale, precum și prelucrarea și utilizarea observațiilor fenologice atât în relație cu schimbările climatice, cât și cu diverse domenii de activitate, a căpătat o importanță deosebită, studiul biodiversității, silvicultura, agricultura, medicina umană fiind numai câțiva dintre beneficiarii acestor observații, ca și ai fenologiei, în general.

În studiile amintite mai sus, nu se folosesc decât valorile lunare sau cel mult decedale ale parametrilor meteorologici. În aceste cazuri, precizia estimărilor este scăzută, deoarece procesele fiziologice specifice pomilor se află în interacțiune continuă cu valorile momentane ale temperaturii aerului și nu cu valorile medii zilnice sau, cu atât mai puțin, cu cele decedale.

O altă limită importantă a metodelor citate anterior o constituie posibilitatea estimării gradului de favorabilitate climatică doar în arealele cu date fenologice certe, pe perioade mari de timp, cât și prin apelarea la metoda interpolării, în toate celelalte cazuri.

Deși s-au dezvoltat multe simulatoare fenologice, unele dintre ele exploatând chiar corelațiile dintre temperaturile orare și dinamica fenologică, niciuna dintre metodele de estimare a riscului climatic nu calculează riguros, matematic, probabilitatea de dăunare a organelor florale, prin acțiunea înghețurilor târzii, cu ajutorul celor două probabilități: fenologice și ale temperaturilor critice, apărute simultan.

Aceste studii au în principal următoarele dezavantaje:

- nu au la bază decât o corelare a parametrilor meteorologici lunari sau cel mult decadal;

- imposibilitatea estimării, pe areale largi, a gradului de favorabilitate climatică, limitându-se numai la arealele pentru care există baze de date fenologice certe, pe perioade mari de timp, și prin apelarea la metoda interpolării în toate celelalte cazuri;

- nicio metodă de estimare a riscului climatic nu calculează riguros, matematic, probabilitatea de dăunare a organelor florale, prin acțiunea înghețurilor târzii, cu ajutorul probabilităților fenologice și a temperaturilor critice, pentru fenofazele respective, apărute simultan.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem și a unei metode de avertizare a efectelor înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, prin simulare fenoclimatică, ce permite un grad ridicat de precizie al predicțiilor, în ceea ce privește apariția temperaturilor critice, specifice fiecărei fenofaze, ale organelor florale, cât și crearea unui mecanism științific extrem de util în decizia de amplasare a noilor culturi pomicole.

Invenția de față înlătură dezavantajele aproximărilor metodelor anterioare, prin aceea că utilizează o calculație precisă, cu posibilitatea de a fi extinsă la toate localitățile și speciile pomicole din România.

Metoda de avertizare a efectelor înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, prin simulare fenoclimatică, constă în utilizarea și corelarea bazelor de date meteorologice cu bazele de date fenologice din localitățile și perioada de experimentare, și extinderea aplicării metodei, cu ajutorul bazelor de date meteorologice, ale localităților și arealelor din România ce urmează a fi analizate. Metoda stochează informația provenită din corelația existentă între evoluția temperaturilor medii, maxime și minime, zilnice, ale aerului, care sunt transformate ulterior în sume ale temperaturilor orare, acumulate în intervalul de la 1 februarie până la data declanșării celor patru faze fenologice specifice mugurilor de rod, respectiv, data umflării mugurilor, dezumuguririi, începutului înfloririi și sfârșitului acestora.

De asemenea, metoda poate simula, cu mare precizie, data producerii fenofazelor la 7 soiuri/specii pomicole (cele mai răspândite din România), pentru fiecare pentadă din intervalul 5 februarie - 31 mai, permițând și calculul probabilității de apariție a temperaturilor minime sub anumite valori critice, specifice fiecărei fenofaze.

Sistemul de avertizare, conform invenției, este constituit dintr-o bază de date meteorologice, multianuală, o bază de date fenologice, o bază de date meteorologice ale zonei/localității analizate, o bază de date cu mediile pentadale ale temperaturilor minime și abaterile standard ale acestora față de valorile multianuale, o unitate de calcul cu fișier EXCEL, care prelucrează informațiile acestor baze de date, sistemul generând, în final, persoanelor fizice și juridice interesate, avertizări fie prin internet sau prin alte căi de telecomunicații, cât și cartograme geografice, cu izolinii ale probabilității de vătămare a organelor florale, aflate în diferite fenofaze.

Avantajele prezentei invenții sunt:	1
- simulatoarele fenologice utilizate permit elaborarea unei prognoze în timp real, pentru avertizare și luarea de măsuri de protecție a plantațiilor contra înghețurilor târzii;	3
- avertizările în teritoriu pot fi transmise în timp real, prin multiple mijloace de telecomunicații (internet, radio, televiziune etc.);	5
- permite emiterea de cartograme cu izoliniile de risc al afectării organelor generative prin acțiunea înghețurilor târzii. la nivelul întregii țări;	7
- emiterea cartogramelor cu izolinii de risc la înghețurile târzii permite o analiză utilă. în vederea amplasării viitoarelor culturi pomicole.	9
În continuare. se prezintă un exemplu de realizare a invenției, apelând și la tabelele 1...14 și fig. 1...3, care reprezintă:	11
- tabelul 1, un extras din baza de date, în Microsoft Office Excel, cu date meteorologice;	13
- tabelul 2, un extras din baza de date, în Microsoft Office Excel, cu date fenologice;	
- graficul 3.1, variația temperaturilor orare, calculate cu ajutorul funcțiilor sinusoidale, folosite de simulatoarele fenologice, în condițiile în care extremele termice zilnice rămân constante;	15
- tabelul 3.2, transformarea temperaturilor medii, minime și maxime, zilnice, în valori orare, în Microsoft Office Excel;	17
- tabelul 4, fișier Microsoft Office Excel, cu modul de selectare al temperaturilor orare, pe intervale cu efect biologic constant;	19
- tabelul 5, modul de însumare a temperaturilor orare din cele 4 intervale, pe pentade;	21
- tabelul 6, transformarea datelor fenologice în număr de zile, de la 1 ianuarie;	23
- tabelul 7, calculul coeficienților de regresie ai ecuațiilor liniare multiple, în programul SPSS 14.0;	25
- tabelul 8, introducerea coeficienților de regresie din SPSS 14.0 în ecuațiile simulatoarelor fenologice din Microsoft Office Excel;	27
- tabelul 9, baze de date cu temperaturi zilnice pe ultimii 10 ani, din localitățile analizate;	29
- tabelul 10, calcularea datei medii și a abaterii standard a fenofazelor, pentru alte localități;	31
- tabelul 11.1, calcularea probabilității de declanșare a fenofazelor și calculul intervalelor dintre ele;	33
- graficul 11.2, dinamica multianuală a desfășurării fenofazelor organelor generative;	
- tabelul 12, baze de date cu temperaturi pentadale (temperatura medie a minimelor pentadale și abaterea standard);	35
- tabelul 13, calculul pentadal al probabilității de apariție a temperaturilor minime sub pragurile critice;	37
- tabelul 14, probabilitatea apariției pagubelor provocate de înghețurile târzii, de exemplu, la soiul Golden Delicious la Pitești, Argeș (1999-2009);	39
- fig. 1, cartograma cu distribuția spațială a zonelor cu risc ridicat de afectare a organelor generative prin acțiunea înghețurilor târzii (Tuleu gras, intervalul 1999-2009);	41
- fig. 2, dinamica probabilității de dăunare a organelor florale prin acțiunea înghețurilor târzii la soiul Golden Delicious la Pitești, în intervalul 1999-2009;	43
- fig. 3, schema bloc a sistemului și a metodei de avertizare a înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, unde:	45
- B _M , baza de date meteorologice;	47
- B _F , baza de date fenologice;	

- B_{ML} , bazele de date meteorologice ale localităților de analizat;
- B_{TMPA} , bazele de date cu temperaturile minime pentadale și abaterilor lor standard față de valorile multianuale;
- MICP, modul informatic de calcul și prelucrare;
- MA, modul de avertizare prin telecomunicații;
- MEC, modul de emiterie a cartogramelor de risc.

Sistemul de avertizare a efectelor înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, conform invenției, cuprinde o bază de date meteorologică B_M , o bază de date fenologică B_F , o bază de date cu temperaturile minime pentadale și abaterile lor standard față de valorile multianuale B_{TMPA} , bază de date meteorologice ale localității de analizat B_{ML} , prelucrarea acestor date realizându-se prin intermediul unui modul informatic de calcul și prelucrare MICP, care în principiu poate să fie și un calculator personal, iar avertizarea se realizează printr-un modul de avertizare prin telecomunicații MA și un modul de emiterie a cartogramelor cu izolinii de risc MEC.

Metoda de avertizare a efectelor înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, așa cum s-a menționat, constă în interconectarea informațiilor cuprinse în mai multe baze de date (meteorologice, fenologice, meteorologice locale, temperaturi minime pentadale) și prelucrarea etapizată a informațiilor cuprinse în acestea, în scopul emiterii unei simulări fenologice și de risc la acțiunea înghețurilor târzii, pe baza datelor meteorologice culese în anul curent, într-o zonă sau localitate analizată.

Așa cum este prezentat în tabelul 1, datele meteorologice au fost culese în perioada în care s-au efectuat și observațiile fenologice (1969-1976 și 1982-2010 la Mărăcineni și 1982-2008 la SCDP Constanța) și au fost formate din temperaturi medii, maxime și minime, zilnice, ale aerului, din perioada 1 februarie-31 mai.

Tabelul 1

	A	B	C	D	E	G	H	I
1	LUNA	ZIUA	ANUL	DECADA	PENTADA	TMED	TMAX	TMIN
61	3	1	2010	1	1	6,6	11,4	2,1
62	3	2	2010	1	1	8,1	15,8	0,9
63	3	3	2010	1	1	6,6	12,7	1,2
64	3	4	2010	1	1	2,8	7,3	0,1
65	3	5	2010	1	1	1,3	3,1	-0,5
66	3	6	2010	1	2	-1,1	0,7	-3,6
67	3	7	2010	1	2	-3,0	1,9	-7,7
68	3	8	2010	1	2	-2,6	-0,6	-4,2
69	3	9	2010	1	2	-3,6	-1,3	-5,1
70	3	10	2010	1	2	-3,2	-0,8	-4,7
71	3	11	2010	2	3	-1,5	0,8	-3,4

Pentru alcătuirea programului cu care operează modulul de calcul și prelucrare MCPI, pentru speciile măr, păr, prun, cireș și vișin, s-au utilizat, în afară de datele meteorologice și bazele de date fenologice de lungă durată (1969-1976 și 1982-2010) culese de cercetătorii de la Institutul de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești, Mărăcineni. Pentru speciile cais și piersic, s-au utilizat date fenologice de la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Pomicultură Constanța, din perioada 1982-2008. Aceste baze de date, pentru 4 fenofaze ale mugurilor de rod (începutul umflării mugurilor, cu excepția caisului și piersicului, începutul dezumuguririi, începutul înfloririi și sfârșitul acesteia) s-au centralizat în fișiere Microsoft Office Excel, având structura din tabelul 2.

Tabelul 2

	A	B	C	D	E	F
1	Soiul	Anul	Începutul umflării	Începutul dezmuguririi	Începutul înfloririi	Sfârșitul înfloririi
2	Golden D.	1969	09.apr	16.apr	07.mai	17.mai
3	Golden D.	1970	01.apr	11.apr	27.apr	05.mai
4	Golden D.	1971	31.mar	10.apr	03.mai	09.mai
5	Golden D.	1972	25.mar	03.apr	16.apr	24.apr
6	Golden D.	1973	27.mar	02.apr	28.apr	03.mai
7	Golden D.	1974	23.mar	03.apr	04.mai	15.mai
8	Golden D.	1975	11.mar	22.mar	12.apr	24.apr
9	Golden D.	1976	04.apr	11.apr	04.mai	12.mai

În continuare, în program, datele zilnice ale temperaturilor medii, maxime și minime, ale aerului s-au transformat în 24 de valori orare. Se știe că pomii se află în interacțiune continuă cu temperatura momentană și nu cu cea medie zilnică. Se impunea deci, alegerea unui pas de timp, ora, și a unor funcții care să transforme valorile termice minime, maxime și medii, ale aerului, înregistrate de rețeaua meteorologică, în valori orare.

Majoritatea funcțiilor sinusoidale, folosite curent în cadrul programelor de simulare, au ca date de intrare fie temperatura medie și amplitudinea, dar modifică prin valorile generate de simulator temperaturile extreme, fie temperaturile extreme și, în acest caz, modifică media. În cazul metodei de avertizare, conform invenției, s-a alcătuit un set de funcții sinusoidale originale, care, pentru a nu genera abateri semnificative între temperatura medie a aerului, așa cum este aceasta înregistrată de toate stațiile meteorologice din țară și media valorilor orare, calculate cu ajutorul simulatorului, modifică numărul orelor din zi cu temperaturi care depășesc media sau se află sub această valoare. În acest fel, se respectă cele trei repere termice, zilnice, intrate în calcul (media, maxima și minima zilnică), iar media zilnică a valorilor orare generate de simulator nu se abate semnificativ de la media înregistrată (abaterea maximă este de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$). Ecuatiile care transformă temperaturile zilnice în valori orare, fără să respecte corespondența temporală dintre acestea și momentul zilei (nefiind unul dintre obiectivele noastre) sunt următoarele:

$$n(z) = (24 * ((\text{med} - \text{min}) / (\text{max} - \text{med}))) / (1 + ((\text{med} - \text{min}) / (\text{max} - \text{med}))) \quad (1)$$

unde:

$n(z)$ - numărul orelor din zi cu temperaturi peste medie;

med - temperatura medie zilnică ($^{\circ}\text{C}$);

max - temperatura maximă zilnică ($^{\circ}\text{C}$);

min - temperatura minimă zilnică ($^{\circ}\text{C}$).

Pentru calculul temperaturilor orare, se utilizează, în continuare, alte două ecuații, astfel:

- dacă numărul orei din zi (o , care ia valori între 1 și 24) este mai mic sau egal decât

$n(z)$, atunci:

$$t(z, o) = \text{med} + (\text{max} - \text{med}) * \text{SIN}(3,14159265 * (o / n(z))); \quad (2)$$

- dacă numărul orei din zi este mai mare decât $n(z)$, atunci:

$$t(z, o) = \text{med} - (\text{med} - \text{min}) * \text{SIN}(3,14159265 * ((o - n(z)) / (24 - n(z)))); \quad (3)$$

unde:

$t(z, o)$ - valoarea temperaturii la ora " o ";

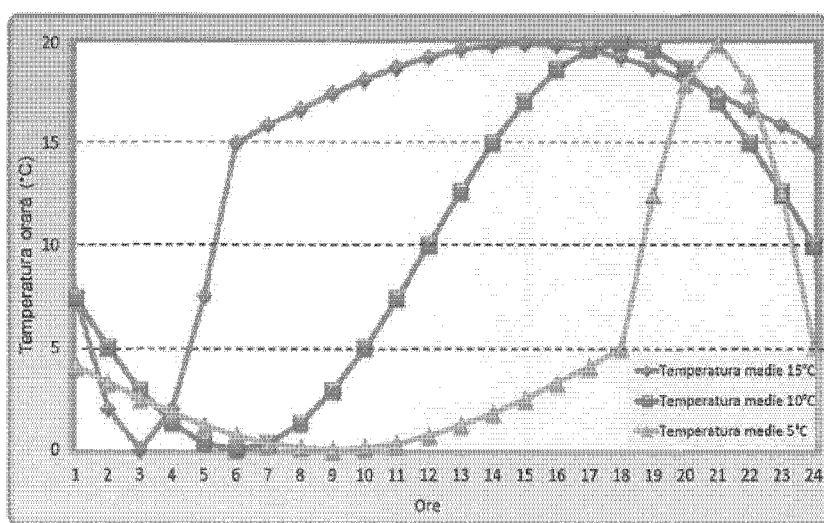
SIN - funcția trigonometrică sinus.

RO 127444 B1

Valorile temperaturilor orare, calculate cu ajutorul acestor ecuații, pentru cele trei zile cu temperaturi extreme identice, adică o minimă de 0°C și o maximă de 20°C, dar cu temperaturi medii diferite, de 15, 10, respectiv 5°C, sunt prezentate în graficul 3.1.

S-au trasat, pe grafic, câte o curbă sinusoidală pentru fiecare dintre cele trei zile cu temperaturi medii diferite (5, 10 și 15°C), dar cu temperaturi extreme egale (maxima 20 și minima 5°C). Aceste curbe unesc valorile temperaturilor orare, calculate cu ecuațiile de mai sus, pentru cele trei zile. Se poate observa că, pentru a obține, din temperaturile orare, o medie zilnică a temperaturii aerului de 5°C, numărul orelor cu temperaturi orare peste această valoare este de numai 6, pentru o medie de 10°C, de 12, iar la o temperatură medie de 15°C, numărul orelor cu temperaturi peste medie este de 18.

Graficul 3.1



În tabelul 3.2, se observă rezultatul integrării acestor ecuații în Microsoft Office Excel, respectiv, transformarea temperaturilor medii (TMED), minime (TMIN) și maxime (TMAX) zilnice în valori orare. Cu gri am marcat temperaturile orare obținute prin aplicarea ecuațiilor, care au valori peste temperatura medie a zilei respective (TMED din rândurile 2, 3 și 4, ca date de intrare), rămânând cu alb valorile temperaturilor orare cu valori sub temperaturile medii zilnice ale datelor de intrare.

Tabelul 3.2

=F1>SH2;SE2-SE2-SE2)*SIN(3.14159265*(1-5/2)/(24-5/2))-F1<=SH2-SE2+SE2)*SIN(3.14159265*(1/5/2)))																									
TMED (°C)	TMAX (°C)	TMIN (°C)	n(z)	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora	ora
5,0	20,0	0,0	6	12,5	18,0	20,0	18,0	12,5	5,0	4,1	3,3	2,5	1,8	1,2	0,7	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,7	1,2	1,8	2,5	3,3
10,0	20,0	0,0	12	12,6	15,0	17,1	18,7	19,7	20,0	19,7	18,7	17,1	15,0	12,6	10,0	7,4	5,0	2,9	1,3	0,3	0,0	0,3	1,3	2,9	5,0
15,0	20,0	0,0	18	15,9	16,7	17,5	18,2	18,8	19,3	19,7	19,9	20,0	19,9	19,7	19,3	18,8	18,2	17,5	16,7	15,9	15,0	7,5	2,0	0,0	2,0

Temperaturi orare peste
valoarea medie zilnică

Temperaturi orare sub
valoarea medie zilnică

RO 127444 B1

Aceste valori termice orare ale fiecărei zile s-au grupat pe cele patru intervale de temperatură considerate ca având un efect biologic constant în parcurgerea celor patru fenofaze ale organelor generative: între 2 și 8°C, între 8 și 14°C, între 14 și 20°C, și peste 20°C. Modul de selectare al valorilor orare, pe cele patru intervale, în Excel, este prezentat în tabelul 4.

Tabelul 4

BF2		=IF(\$I2>=8;1;0)											
	A	B	C	D	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK
	1999-2009	Data	Luna	Ziua	23	24	Suma zilnică a orelor cu temp. peste 2°C	1	2	3	4	5	6
1													
2	2007	01.02.2007	2	1	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0
3	2007	02.02.2007	2	2	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0
4	2007	03.02.2007	2	3	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0
5	2007	04.02.2007	2	4	0	0	11,0	0	0	0	0	0	0
6	2007	05.02.2007	2	5	0	1	12,0	0	0	1	1	1	1
7	2007	06.02.2007	2	6	1	1	19,0	0	0	0	0	0	0
8	2007	07.02.2007	2	7	0	0	11,0	0	0	0	0	0	0
9	2007	08.02.2007	2	8	0	0	5,0	0	0	0	0	0	0
10	2007	09.02.2007	2	9	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0
11	2007	10.02.2007	2	10	0	1	11,0	0	0	0	0	0	0
12	2007	11.02.2007	2	11	1	1	24,0	0	1	1	1	1	1
13	2007	12.02.2007	2	12	0	1	12,0	0	0	0	0	1	1
14	2007	13.02.2007	2	13	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0
15	2007	14.02.2007	2	14	0	0	3,0	0	0	0	0	0	0
16	2007	15.02.2007	2	15	0	0	6,0	0	0	0	0	0	0

Pasul următor al metodei de avertizare constă în însumarea temperaturilor orare din fiecare zi, pe cele patru intervale termice cu efect biologic constant, după care s-a trecut la calcularea sumelor pentadale, așa cum este ilustrat în tabelul 5.

Deoarece datele meteorologice amintite au un caracter dinamic, s-a ales un pas de timp, pentru calcule, de 5 zile, corespunzător volumului eșantionului de date aflat la dispoziție, corespunzător unei perioade de peste 30 de ani de observații fenologice și peste 150 valori zilnice ale temperaturii minime a aerului, pentru fiecare pentadă. Cu această subrutină, s-a calculat, pentru perioada de experimentare, suma orelor cu temperaturi egale (din grad în grad), pe perioada 1 februarie - 31 mai. Pentru fiecare an analizat și pentadă din acest interval (exemplu 5 februarie 1969, 10 februarie 1969, 31 mai 1969 și la fel pentru ceilalți ani de studiu), s-a însumat numărul orelor care aveau temperaturile cuprinse între cele patru intervale termice, considerate de noi ca având efect biologic constant, pentru pornirea în vegetație a mugurilor de rod ai pomilor: între 2 și 8°C, între 8 și 14°C, între 14 și 20°C și, în final, temperaturile peste 20°C. Fiecare dintre aceste sume s-au cumulat cu cele ale pentadei anterioare până la 31 mai inclusiv și au constituit baza de date termică (ca valori "x") cu care s-a corelat numărul de zile, din fiecare an, de la 1 ianuarie până la declanșarea fenofazelor organelor generative, ca valori "y" (începutul umflării mugurilor, începutul dezumuguririi și începutul și sfârșitul înfloririi).

Tabelul 5

EG6					=EC6+EG5							
	A	B	C	D	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ
	1999-2009	Data	Luna	Zina	≥2°C <8°C	≥8°C <14°C	≥14°C <20°C	>20°C	SUMA ≥2°C <8°C	SUMA ≥8°C <14°C	SUMA ≥14°C <20°C	SUMA >20°C
1												
2	2007	01.02.2007	2	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	2007	02.02.2007	2	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	2007	03.02.2007	2	3	6,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
5	2007	04.02.2007	2	4	11,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0
6	2007	05.02.2007	2	5	6,0	6,0	0,0	0,0	23,0	6,0	0,0	0,0
7	2007	06.02.2007	2	6	19,0	0,0	0,0	0,0	42,0	6,0	0,0	0,0
8	2007	07.02.2007	2	7	11,0	0,0	0,0	0,0	53,0	6,0	0,0	0,0
9	2007	08.02.2007	2	8	5,0	0,0	0,0	0,0	58,0	6,0	0,0	0,0
10	2007	09.02.2007	2	9	6,0	0,0	0,0	0,0	64,0	6,0	0,0	0,0
11	2007	10.02.2007	2	10	11,0	0,0	0,0	0,0	75,0	6,0	0,0	0,0

În metodă, în vederea corelării dinamicii fenologice cu sumele pentadale ale temperaturilor orare pe cele 4 intervale termice, data fenofazelor din perioada de experimentare, s-a transformat (cu ajutorul programului Microsoft Office Excel) în număr cumulat de zile de la 1 ianuarie până la declanșarea fenofazei, așa cum este reflectat în tabelul 6.

În vederea simulării datei producerii fenofazelor analizate, s-au calculat coeficienții de regresie (b_1 , b_2 , b_3 , b_4), în programul specializat de analiză statistică a datelor, SPSS 14.0 for Windows, ca în tabelul 7, pentru cele 96 de ecuații liniare multiple (4 fenofaze x 24 pentade), care prelucrează, pentru fiecare dintre cele patru fenofaze, sumele temperaturilor orare înregistrate în dinamică la 24 date calendaristice pentadale, începând cu 5 februarie și până la 31 mai.

Tabelul 6

G2		=C2-INT((2010-1900)*365,26)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Solul	Anul	Începutul umflării	Începutul dezmuguririi	Începutul înfloririi	Sfârșitul înfloririi	1 ian.-incep. umfl.	1 ian.-incep. dezmug	1 ian.-incep. infl.	1 ian.-sfâr. infl.
1										
2	Golden D.	1969	09.apr	16.apr	07.mai	17.mai	99	106	127	137
3	Golden D.	1970	01.apr	11.apr	27.apr	05.mai	91	101	117	125
4	Golden D.	1971	31.mar	10.apr	03.mai	09.mai	90	100	123	129
5	Golden D.	1972	25.mar	03.apr	16.apr	24.apr	85	94	107	115
6	Golden D.	1973	27.mar	02.apr	28.apr	03.mai	86	92	118	123
7	Golden D.	1974	23.mar	03.apr	04.mai	15.mai	82	93	124	135
8	Golden D.	1975	11.mar	22.mar	12.apr	24.apr	70	81	102	114
9	Golden D.	1976	04.apr	11.apr	04.mai	12.mai	95	102	125	133

Ecuatiile utilizate de simulatoare, pentru fiecare pentadă și fenofază, au următoarea formă:

$$y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4, \quad (4)$$

unde:

y - numărul de zile simulat, de la 1 ianuarie la declanșarea fenofazei organelor de rod;

x_1 - suma orelor cu temperaturi mai mari sau egale de 2°C și mai mici de 8°C , acumulate în intervalul 1 februarie - data estimării;

x_2 - idem, dar pentru temperaturi cuprinse între 8 și 14°C ;

x3 - idem, dar pentru temperaturi cuprinse între 14 și 20°C;
 x4 - idem, dar pentru temperaturi mai mari de 20°C;
 b1, b2, b3, b4 - coeficienții de regresie corespunzători celor 4 intervale termice
 (tabelul 7).

Tabelul 7

Coefficients³

Data	Model	1		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
				B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
25.03.10	Model	1	(Constant)	130,369	4,852		26,869	,000			
			2 - 8	-,014	,018	-,157	-,880	,398	-,466	-,189	-,118
			8 - 14	-,005	,027	-,049	-,187	,853	-,563	-,037	-,028
			14 - 20	-,132	,052	-,619	-,2568	,017	-,734	-,458	-,352
			peste 20	-,099	,118	-,125	-,834	,412	-,353	-,155	-,115
	Model	1	(Constant)	127,975	4,681		27,437	,000			
			2 - 8	-,005	,012	-,054	-,462	,648	-,256	-,092	-,052
			8 - 14	-,005	,019	-,034	-,175	,862	-,586	-,035	-,020
			14 - 20	-,147	,042	-,733	-,3,631	,002	-,811	-,677	-,396
			peste 20	-,125	,093	-,181	-,1,289	,192	-,519	-,259	-,150
	Model	1	(Constant)	132,752	4,557		29,130	,000			
			2 - 8	-,004	,011	-,040	-,327	,747	-,297	-,085	-,033
			8 - 14	-,001	,018	-,014	-,081	,938	-,555	-,015	-,008
			14 - 20	-,112	,032	-,641	-,3,549	,002	-,815	-,679	-,384
			peste 20	-,151	,059	-,315	-,2,590	,018	-,618	-,459	-,284
	Model	1	(Constant)	139,127	4,472		31,110	,000			
			2 - 8	-,008	,010	-,051	-,841	,408	-,293	-,166	-,071
			8 - 14	-,014	,015	-,147	-,804	,475	-,592	-,178	-,077
			14 - 20	-,072	,026	-,474	-,2,868	,008	-,818	-,500	-,245
			peste 20	-,193	,041	-,488	-,4,479	,000	-,673	-,687	-,380

Coeficienții de regresie

Coeficienții de corelație parțială

Analizând intensitatea semnificațiilor statistice ale coeficienților de corelație parțială, pentru cele patru intervale termice amintite anterior, s-a remarcat faptul că, în majoritatea pentadelor și fenofazelor, intervalul 14...20°C este hotărâtor pentru stabilirea datelor de producere a fenofazelor. Pentru acuratețea metodei, s-au avut în vedere utilizarea a patru intervale de temperatură cu efect biologic constant, respectiv: între 2 și 8°C, între 8 și 14°C, între 14 și 20°C, și mai mari de 20°C.

Aceasta nu înseamnă că numărul orelor cu temperaturi din celelalte niveluri termice nu sunt importante pentru variația datelor fenologice. În climatul specific țării noastre, de la un an la altul, numărul orelor cu temperaturi din intervalul 14...20°C prezintă o variație de extremă intensitate, care influențează hotărâtor asupra datei de producere a fenofazelor organelor generative.

Principala problemă în procesul extinderii modelelor de acest fel o reprezintă inexistența observațiilor fenologice pentru diferitele specii, soiuri, zone și întinderi mari de timp (cu excepția câtorva Stațiuni de Cercetare și Producție Pomicole), care să permită aflarea datelor medii multianuale și a abaterilor standard ale datelor fenologice. Pentru a suplini lipsa înregistrărilor fenologice, s-a trecut, exploatând corelațiile existente la Mărăcineni și Constanța între sumele orelor cu niveluri termice constante și data declanșării fenofazelor, la introducerea algoritmilor necesari simulatoarelor fenologice, în programul dezvoltat în Microsoft Office Excel.

Astfel, conform tabelului 8, observăm, ca etapă a metodei de avertizare, introducerea coeficienților de regresie din programul SPSS 14.0 (tabelul 7), în ecuațiile simulatoarelor fenologice.

Cu această ultimă înregistrare, simulatoarele fenologice s-au considerat încheiate, algoritmii acestora fiind puțin influențați cu trecerea timpului, deoarece informația acestora provine din baze de date de mare acuratețe, culese de cercetători, pe perioade de timp de peste 30 de ani.

RO 127444 B1

Din această fază, începe aplicarea modelului în alte localități din România. Pentru valorificarea invenției în acest mod, mai sunt necesare doar baze de date meteorologice. Deoarece, într-o fază preliminară, studiind atât bazele de date fenologice, cât și temperaturile minime, zilnice, din fiecare pentadă, s-a validat ipoteza existenței distribuției normale tip Gauss (testul statistic D'Agostino și Shapiro-Wilk), informația conținută în aceste observații și măsurători poate fi condensată în funcții ale probabilității densității normale, pentru fiecare pentadă.

Tabelul 8

=INT((EP66+EQ66*EG70+ER66*EH70+ES66*EI70+ET66*EJ70+0.5)+INT(((A70-1900)*365.25)+0.5))													
A	B	C	D	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET
1999-2009	Data	Luna	Ziua	Început umflare	Început dezmugurire	Început înflorire	Sfârșit înflorire		A	b1 (2-8)	b2 (8-14)	b3 (14-20)	b4 (>20)
66	2007	06.04.2007	4	6				UMF	118,844	-0,036	-0,0599	-0,0137	-0,121
67	2007	07.04.2007	4	7				DEZ	125,656	-0,025	-0,0818	0,00886	-0,13
68	2007	08.04.2007	4	8				INF	135,739	0,0022	-0,0451	-0,0476	-0,201
69	2007	09.04.2007	4	9				SFR	142,314	0,0033	-0,0405	-0,0373	-0,186
70	2007	10.04.2007	4	10	16.mar	25.mar	26.apr	06.mai					
71	2007	11.04.2007	4	11				UMF	126,722	-0,043	-0,0631	0,00043	-0,113
72	2007	12.04.2007	4	12				DEZ	135,56	-0,038	-0,0845	0,03299	-0,149
73	2007	13.04.2007	4	13				INF	141,156	-0,005	-0,0465	-0,0219	-0,23
74	2007	14.04.2007	4	14				SFR	145,421	-0,001	-0,0343	-0,0285	-0,203
75	2007	15.04.2007	4	15	15.mar	23.mar	25.apr	06.mai					
76	2007	16.04.2007	4	16				UMF	133,966	-0,049	-0,0604	-0,0027	-0,087
77	2007	17.04.2007	4	17				DEZ	141,713	-0,039	-0,086	0,02909	-0,118
78	2007	18.04.2007	4	18				INF	143,263	-0,004	-0,0517	-0,0097	-0,2
79	2007	19.04.2007	4	19				SFR	146,388	0,0008	-0,0382	-0,0189	-0,179
80	2007	20.04.2007	4	20	14.mar	21.mar	24.apr	05.mai					

În continuare, pentru calcularea probabilității de declanșare a fenofazelor și de apariție a temperaturilor critice în fiecare pentadă, conform funcției distribuției normale, se vor solicita doar mediile și abaterile standard pentru datele fenofazelor și, respectiv, pentru temperaturile minime pentadale.

Aflarea datei medii de declanșare a fenofazelor și a abaterii standard pentru diferite localități se va realiza cu ajutorul simulatoarelor fenologice din program, care vor prelucra o bază de date meteorologică din ultimii 10 ani, compusă din temperaturi medii, maxime și minime, zilnice, din intervalul 1 februarie - 31 mai, așa cum se prezintă în tabelul 9.

Tabelul 9

A1 luna/ziua/anul				
A	B	C	D	
luna/ziua/anul	T med	T max	T min	
01.02.1999	-12,9	-9	-20,3	
02.02.1999	-7,3	-3,8	-11	
03.02.1999	-3	1,5	-6,6	
04.02.1999	1,4	4,5	-3	
05.02.1999	2,8	7	-1,4	
06.02.1999	3,8	5	2	
07.02.1999	1,6	6	-2,4	
08.02.1999	1,6	5,5	-3,4	
09.02.1999	1,3	5,6	-1	
10.02.1999	4,1	14	-2,4	

Prin introducerea bazelor de date de mai sus în program, fișierul Microsoft Office Excel simulează, în fiecare an, data declanșării celor 4 fenofaze ale organelor generative (de rod).

Simulatorul fenologic generează date în fiecare pentadă și alege data corectă, prin compararea datei când efectuează simularea (ultima zi a fiecărei pentade) cu data simulată.

RO 127444 B1

Simulatorul fixează data declanșării fenofazei în anul respectiv, atunci când abaterea absolută a celor două valori este mai mică de 5 zile. Cu ajutorul celor 10 date generate pentru fiecare fenofază (câte o dată pentru fiecare an), se calculează data medie și abaterea standard a valorilor anuale în jurul mediei multianuale, acest lucru fiind ilustrat în tabelul 10.

Tabelul 10

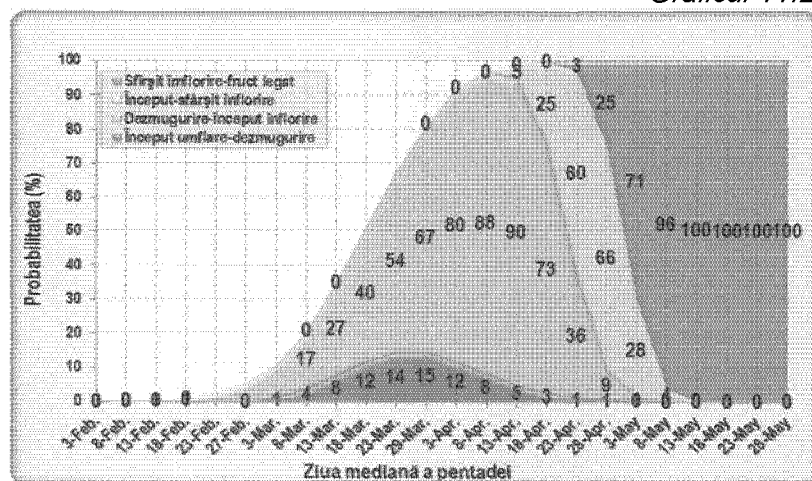
	A	B	C	D	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX
	1999-2009	Data	Luna	Zila		A	b1 (2-8°C)	b2 (8-14°C)	b3 (14-20°C)	b4 (>20°C)	Început umflare	Început dez mugure	Început înflorire	Sfârșit înflorire
1311	2007	21.05.2007	5	21	UMF	166,701	-0,0452	-0,05718	-0,018923	-0,04433				
1312	2007	22.05.2007	5	22	DEZ	183,281	-0,0427	-0,06885	-0,009556	-0,07651				
1313	2007	23.05.2007	5	23	INF	181,273	-0,0007	-0,06878	-0,014171	-0,07241				
1314	2007	24.05.2007	5	24	SFR	189,296	7,7E-06	-0,06849	-0,003286	-0,09018				
1315	2007	25.05.2007	5	25										
1316	2007	26.05.2007	5	26										
1317	2007	27.05.2007	5	27	UMF	173,531	-0,0439	-0,05711	-0,02112	-0,04958				
1318	2007	28.05.2007	5	28	DEZ	191,006	-0,04	-0,07369	-0,006954	-0,07766				
1319	2007	29.05.2007	5	29	INF	187,704	0,00227	-0,07335	-0,011762	-0,06988				
1320	2007	30.05.2007	5	30	SFR	193,955	0,00152	-0,0679	-0,005461	-0,08152				
1321	2007	31.05.2007	5	31										
1322					MEDIA						18-mar.	22-mar.	22-apr.	1-mai.
1323					STDEV						11,7	14,3	4,9	4,1
1324														
1325					MEDIA						77	81	111	121

În continuare, cu ajutorul funcției Microsoft Office Excel „NORMDIST”, se calculează, sub forma tabelară, probabilitatea de declanșare a fenofazelor, conform tabelului 11.1 sau graficului 11.2.

Tabelul 11.1

=INT(((NORMDIST(Y5;25;AA5;TRUE))*100)*10)+0,5)/10													
X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	
P(F) ÎNCEPUT UMFLARE					P(F) ÎNCEPUT DEZMUGURIRE								
Nr. Zile de la 1.01	Media fenofazei	AbStd a fenofazei	PROB ÎNCEP. UMFLARE	Încep. umflare - Încep. dez mug	Nr. Zile de la 1.01	Media fenofazei	AbStd a fenofazei	PROB ÎNCEP. DEZMUG	Începutul dez muguririi - Începutul înfloririi				
34	77	11,70	0,0	-0,1	34	81	14,33	0,1	0,1				
39	76,5	11,70	0,1	-0,1	39	80,7	14,33	0,2	0,2				
44	76,5	11,70	0,3	-0,2	44	80,7	14,33	0,5	0,5				
49	76,5	11,70	0,9	-0,4	49	80,7	14,33	1,3	1,3				
54	76,5	11,70	2,7	-0,4	54	80,7	14,33	3,1	3,1				
58	76,5	11,70	5,6	0,0	58	80,7	14,33	5,6	5,6				
62	76,5	11,70	10,7	1,1	62	80,7	14,33	9,6	9,6				
67	76,5	11,70	20,7	3,8	67	80,7	14,33	16,9	16,9				
72	76,5	11,70	34,8	7,5	72	80,7	14,33	27,1	27,1				

Graficul 11.2



În același timp, în vederea calculării probabilității de apariție a temperaturilor minime sub pragurile de dăunare ale fiecărei fenofaze a speciei respective, se vor mai introduce în program valorile medii pentadale ale minimelor zilnice din ultimii 10 ani și abaterile standard ale acestora față de medie, conținute în baza de date meteorologice B_M , așa cum se vede în tabelul 12.

Tabelul 12

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Luna	Pentada	ALEXANDRIA		BACAU		BAIA-MARE	
2			Media	STDEV	Media	STDEV	Media	STDEV
3	2	1	-3,7	4,6	-4,3	5,2	-3,6	4,7
4	2	2	-3,1	7,5	-2,9	6,8	-2,4	6,8
5	2	3	-2,9	5,9	-4,1	6,1	-4,2	5,7
6	2	4	-2,9	3,1	-4,4	3,9	-3,7	4,2
7	2	5	-1,4	3,0	-3,8	4,5	-2,8	4,5
8	2	6	-1,7	4,3	-2,3	4,6	-2,4	4,7
9	3	1	0,6	4,3	-1,0	4,7	-0,4	4,9
10	3	2	0,3	3,9	-0,7	4,8	-0,5	4,8
11	3	3	0,9	3,3	-0,5	3,0	0,5	3,8
12	3	4	2,0	3,4	0,2	3,9	1,0	4,0
13	3	5	1,9	4,2	0,2	4,2	1,1	4,6
14	3	6	3,1	3,5	1,6	3,4	3,5	3,1

Cu ajutorul funcției Microsoft Office Excel „NORMDIST”, se va calcula, pentru fiecare pentadă, probabilitatea apariției temperaturilor minime mai mici decât valorile critice specifice fiecărei fenofaze și specii pomicele, rezultând datele din tabelul 13.

Tabelul 13

1969-2009									
Temp. critice (°C)		P(T)				P(F) ÎNCEPUT UMFLARE			
Media temp. min. (°C)	AbStd temp. min. (°C)	PROB	PROB	PROB	PROB	Nr. Zile de la 1.01	Media fenofazei	AbStd a fenofazei	
-2,858	3,971	12,1	43,6	58,6	63,4	34	77	11,70	
-2,224	5,817	18,2	41,3	51,5	55,0	39	76,5	11,70	
-3,195	5,684	22,4	47,8	58,3	61,7	44	76,5	11,70	
-2,744	3,267	7,3	40,8	59,0	64,8	49	76,5	11,70	
-1,578	3,473	4,7	30,0	46,3	52,0	54	76,5	11,70	
-1,52	3,58	4,7	29,0	44,6	50,2	58	76,5	11,70	
0,35	4,23	3,2	18,1	28,9	33,1	62	76,5	11,70	
0,04	3,78	2,1	16,9	29,1	33,9	67	76,5	11,70	
0,82	3,20	0,5	8,9	18,9	23,4	72	76,5	11,70	

Sintetizând toate observațiile și calculele anterioare, și folosind teoria probabilităților, se va putea estima riscul pentadal de apariție a pagubelor provocate de înghețurile târzii la, spre exemplu, soiul Golden Delicious la Pitești, pentru cele patru fenofaze studiate, așa cum este prezentat în tabelul 14.

Probabilitatea de apariție a dăunărilor organelor florale, prin acțiunea înghețurilor târzii, pentru fiecare interval fenologic și pas de timp stabilit (pentada), s-a calculat după următoarea ecuație:

$$P(TF) = P(F) * P(T/F), \quad (5)$$

unde:

$P(TF)$ - probabilitatea afectării organelor generative datorită înghețurilor;

$P(F)$ - probabilitatea ca organul generativ (de rod) să se afle în intervalul fenologic critic (calculată cu ajutorul simulatoarelor fenologice);

$P(T/F)$ - probabilitate condițională, care înseamnă posibilitatea înregistrării unor valori egale sau inferioare temperaturii critice, când ne aflăm în același interval de timp cu fenofaza.

Tabelul 14

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Soiul Golden Delicious														
2	Fenofaza														
3	Pentada		Începutul umflării - Începutul dezumuguririi			Începutul dezumuguririi - Începutul înfloririi			Începutul înfloririi - sfârșitul înfloririi			După sfârșitul înfloririi, fruct tânăr			Probabili- tatea P(TF) însușită
4			P(F)	P(T)	P(TF)	P(F)	P(T)	P(TF)	P(F)	P(T)	P(TF)	P(F)	P(T)	P(TF)	
5	F	1-5	-0,1	12,1	-0,01	0,1	43,8	0,04	0,0	58,6	0,00	0,0	83,4	0,00	0,00
6	E	5-10	-0,1	18,2	-0,02	0,2	41,3	0,08	0,0	51,5	0,00	0,0	55,0	0,00	0,06
7	B	11-15	-0,2	22,4	-0,04	0,5	47,8	0,24	0,0	58,3	0,00	0,0	61,7	0,00	0,19
8	R	16-20	-0,4	7,3	-0,03	1,3	40,8	0,53	0,0	50,0	0,00	0,0	64,8	0,00	0,50
9	U	21-25	-0,4	4,7	-0,02	3,1	30,0	0,93	0,0	46,3	0,00	0,0	52,0	0,00	0,91
10	A	25-28	0,0	4,7	0,00	5,0	20,0	1,82	0,0	44,0	0,00	0,0	50,2	0,00	1,62
11	M	1- 5	1,1	3,2	0,04	9,6	18,1	1,74	0,0	28,9	0,00	0,0	33,1	0,00	1,77
12	A	5-10	3,8	2,1	0,08	16,0	16,9	2,88	0,0	20,1	0,00	0,0	33,9	0,00	2,94
13	R	11-15	7,8	0,5	0,04	27,1	9,9	2,41	0,0	19,9	0,00	0,0	23,4	0,00	2,45
14	T	16-20	11,8	0,3	0,04	30,7	6,7	2,06	0,0	14,8	0,00	0,0	18,7	0,00	2,70
15	I	21-25	14,4	1,0	0,14	53,5	9,3	4,98	0,0	17,4	0,00	0,0	20,8	0,00	5,12
16	E	26-31	14,5	0,0	0,00	66,9	0,8	0,54	0,0	3,0	0,00	0,0	4,3	0,00	0,54
17	A	1-5	11,6	0,0	0,00	80,4	0,9	0,72	0,0	3,1	0,00	0,0	4,5	0,00	0,72
18	P	5-10	8,1	0,1	0,01	88,3	1,8	1,50	0,3	4,5	0,01	0,0	5,8	0,00	1,61
19	R	11-15	4,8	0,0	0,00	89,5	0,9	0,00	4,5	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
20	I	16-20	2,5	0,0	0,00	72,5	0,0	0,00	24,5	0,1	0,02	0,1	0,1	0,00	0,02
21	L	21-25	1,1	0,0	0,00	38,0	0,0	0,00	50,9	0,1	0,06	2,9	0,2	0,01	0,07
22	E	26-30	0,5	0,0	0,00	8,5	0,0	0,00	86,0	0,0	0,00	25,0	0,0	0,00	0,00
23	M	1-5	0,2	0,0	0,00	0,7	0,0	0,00	28,2	0,0	0,00	70,9	0,0	0,00	0,00
24	A	5-10	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	3,8	0,0	0,00	96,2	0,0	0,00	0,00
25	R	11-15	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,1	0,0	0,00	99,9	0,0	0,00	0,00
26	T	16-20	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	100,0	0,0	0,00	0,00
27	I	21-25	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	100,0	0,0	0,00	0,00
28	E	26-31	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	100,0	0,0	0,00	0,00

1 Aşa cum a fost arătat mai sus, metoda de avertizare a îngheţurilor târzii, conform
invenţiei, constă în parcurgerea următoarelor etape:

3 - pasul 1, se introduc datele din baza de date meteorologice B_M ;
- pasul 2, datele meteorologice sunt transformate în temperaturi orare;
5 - pasul 3, temperaturile orare, obţinute la pasul 2, sunt grupate în patru intervale de
temperatură, cu efect biologic constant, respectiv, între 2 şi 8°C, între 8 şi 14°C, între 14 şi
7 20°C, şi mai mari de 20°C;
- pasul 4, se totalizează temperaturile orare pe cele 4 intervale de temperatură;
9 - pasul 5 constă în introducerea datelor din baza de date fenologice B_F ;
- pasul 6 constă în transformarea datelor fenologice, corespunzătoare celor 4
11 fenofaze, în număr de zile cumulat de la începutul anului, respectiv, de la 1 ianuarie ale
anului curent;
13 - pasul 7 constă în calculul coeficienţilor ecuaţiilor de regresie, pe baza datelor
obţinute la pasul 4 şi la pasul 6;
15 - pasul 8 constă în introducerea coeficienţilor de regresie în cele 96 de ecuaţii de
regresie, corespunzătoare celor 4 fenofaze şi celor 24 de intervale pentadale, cuprinse în
17 perioada de analiză, între 1 februarie şi 31 mai;
- pasul 9 constă în simularea abaterii standard şi a datei medii de declanşare a celor
19 4 fenofaze, pe baza datelor meteorologice zilnice, pentru mai mulţi ani, introduse din baza
de date a localităţii de analizat B_{ML} ;
21 - pasul 10 constă în calculul, cu funcţia Microsoft Office Excel „NORMDIST” şi cu
valorile de la pasul 9, a probabilităţilor de declanşare a celor 4 fenofaze pe cele 24 de
23 pentade;
- pasul 11 constă în introducerea din baza de date cu temperaturile minime
25 pentadale, a mediilor şi abaterilor lor standard faţă de valorile multianuale B_{TMA} , în fişierul
Excel, împreună cu temperaturile critice ale fiecărei fenofaze şi specie;
27 - pasul 12 constă în calculul probabilităţii de apariţie a temperaturilor minime sub
pragurile critice, pentru fiecare fenofază şi specie în parte;
29 - pasul 13 constă în însumarea probabilităţilor de dăunare a organelor generative,
obţinute cu ecuaţia 5, din probabilităţile de la pasul 10 şi pasul 12;
31 - pasul 14 constă în emiterea avertizării, prin intermediul modulului de avertizare prin
telecomunicaţii MA ;
33 - pasul 15 constă în realizarea cartogramei de risc cu izolinii ale probabilităţii de
vătămare a organelor florale aflate în diferite fenofaze, prin intermediul unui modul de
35 emitere cartograme de risc MEC .

Conform metodei de avertizare, rezultatele informaţiilor prelucrate se concretizează
37 şi în realizarea unor cartograme cu izolinii de risc la acţiunea fenomenului de îngheţ târziu,
la scara întregii ţări, aşa cum se vede în fig. 1.

39 Se poate observa că zonele din România cele mai afectate de acţiunea îngheţurilor
târzii la, spre exemplu, soiul de prun Tuleu gras, au fost (în intervalul 1999-2009)
41 depresiunile din sud-estul Transilvaniei (peste 8% probabilitate de dăunare a organelor
florale) şi un areal destul de extins din Câmpia Română, centrat pe localităţile Griviţa,
43 Călăraşi şi Bucureşti-Băneasa (7,5...9% probabilitate). Această zonă din sudul ţării era
considerată, până acum, ca fiind foarte favorabilă pentru cultura prunului şi lipsită de riscuri
45 climatice. Zona cel mai puţin afectată de acţiunea îngheţurilor târzii, în intervalul menţionat,
a fost Dobrogea (sub 3,5% probabilitate de îngheţ a organelor florale la soiul de prun Tuleu
47 gras).

Când se analizează apariția fenofazelor pe perioade mai lungi de timp, observăm că acestea se suprapun parțial, așa încât pentru estimarea riscului global, metoda are la baza însumarea acestor probabilități, rezultând graficul din fig. 2.	1 3
Sistemul de avertizare a înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, așa cum este prezentat în fig. 3, constă dintr-o bază de date meteorologică B_M , folosită la corelarea cu data fenofazelor, o bază de date fenologice B_F , utilizată pentru determinarea algoritmilor simulatoarelor fenologice, o bază de date cu temperaturile minime pentadale și abaterile lor standard față de valorile multianuale B_{TMPA} , necesară calculării probabilității de apariție a temperaturilor minime sub pragurile critice, pentru cele 4 fenofaze, o bază de date meteorologice ale localității de analizat B_{ML} , utilizată pentru simularea datelor medii și abaterilor standard ale fenofazelor, prelucrarea acestor informații realizându-se prin intermediul unui modul informatic de calcul și prelucrare, MICP , care poate să fie și un calculator personal, iar avertizarea se poate realiza prin intermediul unui modul de avertizare prin telecomunicații MA și a unui modul de emisie a cartogramelor cu izolinii de risc MEC .	5 7 9 11 13

1. Sistem de avertizare a înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, **caracterizat prin aceea că**, în scopul avertizării apariției riscului dăunărilor prin acțiunea înghețurilor târzii, cuprinde o bază de date meteorologică (B_M), folosită la corelarea cu data fenofazelor, o bază de date fenologice (B_F), utilizată pentru determinarea algoritmilor simulatoarelor fenologice, o bază de date cu temperaturile minime pentadale și abaterile lor standard față de valorile multianuale (B_{TMPA}), necesară calculării probabilității de apariție a temperaturilor minime sub pragurile critice, pentru cele 4 fenofaze, o bază de date meteorologice ale localității de analizat (B_{ML}), utilizată pentru simularea datelor medii și abaterilor standard ale fenofazelor, prelucrarea acestor date realizându-se prin intermediul unui modul informatic de calcul și prelucrare (MICP), care poate fi un calculator personal, iar avertizarea se realizează printr-un modul de avertizare prin telecomunicații (MA) și un modul de emiterie a cartogramelor cu izolinii de risc (MEC).

2. Metodă de avertizare a înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, **caracterizată prin aceea că** se desfășoară în următoarea succesiune:

- pasul 1, se introduc datele din baza de date meteorologice (B_M);
- pasul 2, datele meteorologice sunt transformate în temperaturi orare;
- pasul 3, temperaturile orare, obținute la pasul 2, sunt grupate în patru intervale de temperatură, respectiv, între 2 și 8°C, între 8 și 14°C, între 14 și 20°C, și mai mari de 20°C;
- pasul 4, se totalizează temperaturile orare pe cele 4 intervale de temperatură;
- pasul 5 constă în introducerea datelor din baza de date fenologice (B_F);
- pasul 6 constă în transformarea datelor fenologice, corespunzătoare celor 4 fenofaze, în număr de zile cumulat de la începutul anului, respectiv, de la 1 ianuarie ale anului curent;
- pasul 7 constă în calculul coeficienților de regresie, pe baza datelor obținute la pasul 4 și la pasul 6;
- pasul 8 constă în introducerea coeficienților de regresie în cele 96 de ecuații corespunzătoare celor 4 fenofaze și celor 24 de intervale pentadale cuprinse în perioada de analiză, între 1 februarie și 31 mai;
- pasul 9 constă în simularea datei medii și abaterii standard de producere a celor 4 fenofaze, pe baza datelor introduse din baza de date meteorologice din localitatea analizată (B_{ML});
- pasul 10 constă în calculul probabilităților de declanșare a celor 4 fenofaze pe cele 24 de pentade, folosind datele de la pasul 9;
- pasul 11 constă în introducerea datelor din baza de date cu temperaturile minime pentadale și abaterile lor standard față de valorile multianuale, (B_{TMPA});
- pasul 12 constă în calculul probabilității de apariție a temperaturilor minime sub pragul critic, pentru fiecare fenofază în parte;
- pasul 13 constă în calculul riscului dăunărilor, prin însumarea probabilităților de dăunare a organelor generative, obținute, cu ecuația 5, din probabilitățile de la pasul 10 și pasul 12;
- pasul 14 constă în emiteria avertizării, prin intermediul modulului de avertizare prin telecomunicații (MA);
- pasul 15 constă în realizarea cartogramei de risc cu izolinii ale probabilității de vătămare a organelor florale, aflate în diferite fenofaze, prin intermediul unui modul de emiterie cartograme de risc (MEC).

3. Metodă de avertizare a înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** bazele de date utilizate, meteorologice (B_M) și fenologice (B_F), conțin date multianuale, datele fiind colectate din mai multe areale de interes pomicol. 1
3
4. Metodă de avertizare a înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** utilizează, ca intervale de temperatură de interes, pentru simularea dinamicii fenologice, intervalele cuprinse între 2 și 8°C, între 8 și 14°C, între 14 și 20°C și, în final, temperaturile peste 20°C, iar ca intervale temporale de analiză atât ora, cât și pentadele, permițând estimarea riscului pentadal de apariție a pagubelor provocate de înghețurile târzii. 5
7
9
5. Metodă de avertizare a efectelor înghețurilor târzii în plantațiile pomicole, conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** respectiv cartograma cu distribuția spațială a zonelor cu risc ridicat de afectare a organelor generative, prin acțiunea înghețurilor târzii, se poate extinde la întreg teritoriul național. 11
13

(51) Int.Cl.

G01W 1/00 (2006.01),

G01W 1/10 (2006.01)

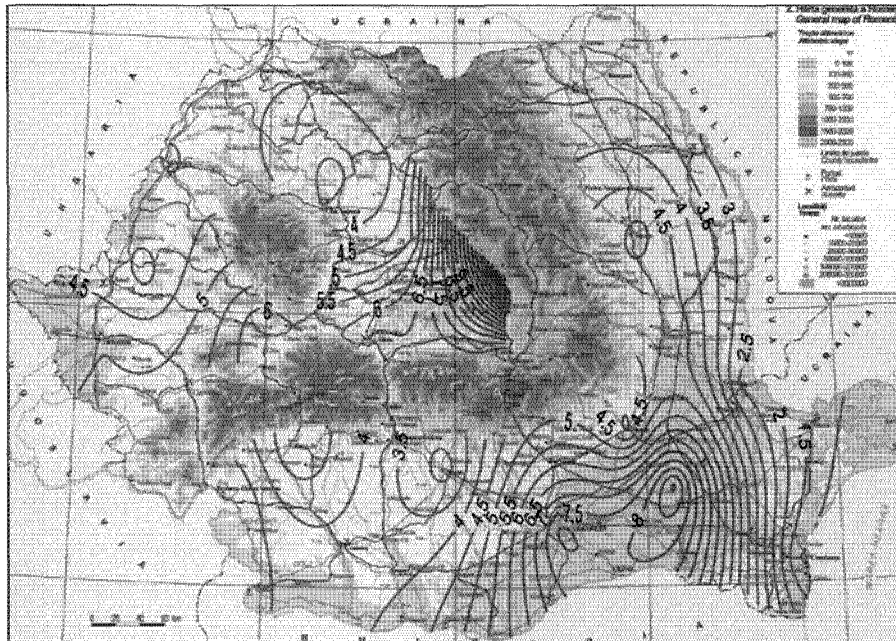


Fig. 1

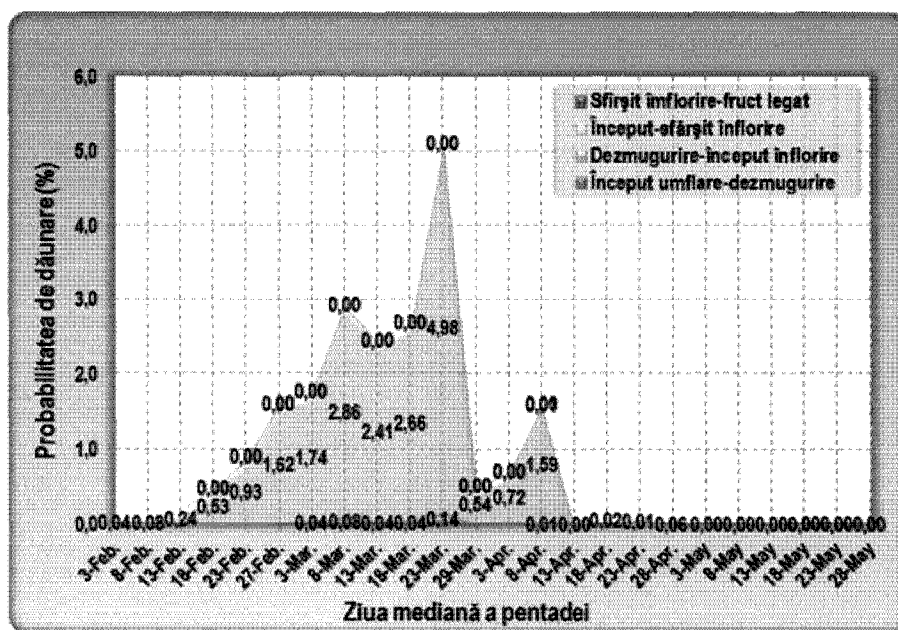


Fig. 2

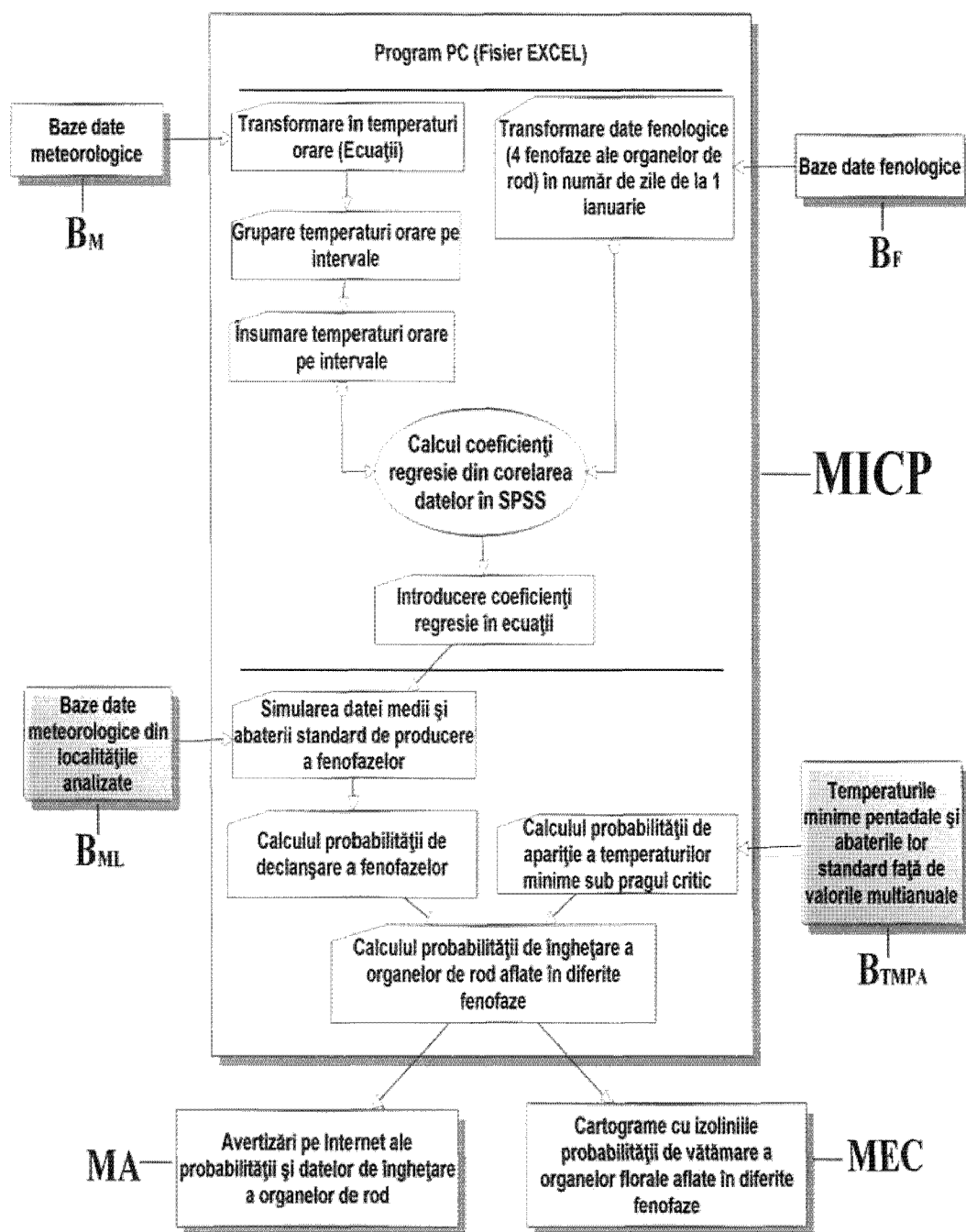


Fig. 3

