

CONDIȚII AEROSINOPTICE DE PRODUCERE A BRUMELOR TIMPURII DE TOAMNĂ ÎN MOLDOVA

Vasile BUDUI

Cuvinte cheie: bruma, Podișul Moldovei, Anticicloul Scandinav.

Key words: hoar frost, Moldavian Tableland, Scandinavian Anticyclone.

Synoptically conditions under which occur the early hoar frost of autumn in Moldavia. The hoar frost is a meteorological phenomenon occurring in the transition as a consequence of the rapid succession of the masses of air of origin and forming place, which causes unusual and sudden heating followed by equally intense cooling phenomena. The sudden cooling is caused by the cold air of Scandinavian origin, respectively by the Scandinavian anticyclone. The later occur the cooling in spring and the earlier in autumn, the more dangerous they are, causing important damage in agriculture. This is why the prognosis of such a phenomenon is very important, the anticipation of such a phenomenon with as long as possible before it occurs contributing to the reduction or even avoidance of the damage in agriculture. On the average, in Moldavia, the early hoar frost of autumn appears at the beginning of September, presenting a frequency between 25 and 45 days/year (in Iași the value is of 28.8 days/year), between the 11th of September and the 22nd of May.

1. Introducere

În anotimpurile de tranziție (primăvara și toamna), succesiunea rapidă a maselor de aer de origini și mod de formare diferite constituie cauza unor modificări spectaculoase în aspectul vremii din regiunile pe care le influențează. Astfel, se produc încălziri neobișnuite și bruște, urmate de răcirii tot atât de rapide și intense. Încălzirile timpurii de primăvară sau chiar produse iarna provoacă topirea rapidă a zăpezii și, în consecință, creșterea debitelor râurilor; se produc astfel revărsări ale apelor din albia minoră și inundații, uneori catastrofale, mai ales atunci când topirea zăpezii se asociază și cu producerea unor precipitații abundente sub formă de ploaie.

Răcirile intense din anotimpurile de tranziție conduc la apariția înghețului la sol și la formarea brumei. Cu cât răcirile sunt mai intense, cu atât efectele sunt mai mari. Mai mult, cu cât răcirile sunt mai târzii primăvara și mai timpurii toamna, cu atât sunt mai periculoase, în special pentru agricultură. De obicei, toamna, luna octombrie este tipică pentru producerea fenomenului de brumă. Răcirile care să determine apariția acestui fenomen în prima decadă a lunii septembrie sunt excepții.

Studierea acestui fenomen s-a limitat cel mai adesea la studii climatologice, deci a fost vizată mai ales latura statistică, dar care nu analizează evoluția vremii în cazuri excepționale, ci doar prezintă excepția ca atare. Dintre sintezele climatologice la nivelul României menționăm pe cele ale autorilor I. Donisă și Elena Erhan (1974) sau capitolul *Clima din Geografia României* (1983). În mai puține cazuri meteorologii prognoziști au efectuat studii privind evoluția vremii pe intervale scurte de timp. Informații despre fenomenul de brumă întâlnim în lucrările de sinteză sau în cursurile universitare de meteorologie-climatologie (Elena Erhan, 1982-1987; S. Ciulache, 1985; L. Apostol, 2000). Metodologia studierii acestui fenomen și prelucrarea hărților sinoptice este precizată de INMH, sub forma unor instrucțiuni și coduri.

2. Condiții de formare a brumei

Bruma reprezintă depunerea pe suprafața solului sau a obiectelor de pe sol a unor cristale fine de gheață albicioasă, având adesea forme de solzi, ace, pene sau evantaie. Ea se produce în nopțile senine, calme și reci de primăvară, toamnă și iarnă, prin sublimarea

vaporilor de apă din aer, pe suprafețele a căror temperatură scade sub 0 °C, ca urmare a răcirii radiative nocturne. Din această cauză se mai numește și *brumă de radiație*.

Depozitul de gheață astfel format poate atinge grosimi de 1 ÷ 3 mm (uneori chiar peste 5 mm). Frecvența cea mai mare a brumei abundente se constată la temperaturi ale aerului cuprinse între - 2 și -3 °C. Ea se depune în cantități mai mari pe suprafețele superioare, puțin înclinate, ale obiectelor plate (frunze căzute, acoperișuri, scânduri etc.), precum și pe suprafețele de culoare închisă care prezintă multe asperități (teren proaspăt arat sau ogor, tablă neagră etc.). În general, depunerile de brumă sunt favorizate de timpul calm sau cu vânt slab (0 ÷ 2 m/s), cer senin sau cu nori foarte subțiri și umezeala aerului mai mare de 80 %. Bruma dispare de regulă prin evaporare și, mai rar, prin topire.

Producerea brumelor în anotimpurile de tranziție are loc ca urmare a succesiunii rapide a maselor de aer de origini și loc de formare diferite ce determină încălziri neobișnuite și bruște urmate de răcirii tot atât de intense. Răcirile bruște sunt provocate de pătrunderea aerului rece de origine scandinavă, respectiv de Anticicloul Scandinav. Bruma se asociază cu fenomenul de îngheț la sol, producerea temperaturilor minime scăzute fiind determinată de advecția unor mase de aer polar sau chiar arctic pe traiectorii directe (*înghețuri advecitive*) sau, în condițiile unei aceleiași mase de aer, datorită unei intense radiații nocturne, favorizate de nebulozitate, umiditate și vânt (*înghețuri radiative*). În cazul asocierii celor două acțiuni se produc *înghețuri mixte*, care sunt cele mai periculoase. Un rol important în producerea brumelor și înghețului la sol îl au condițiile locale ale reliefului.

Cu cât răcirile sunt mai târzii primăvara și mai timpurii toamna, cu atât sunt mai periculoase, provocând mari pagube în agricultură. De aceea, prognozarea acestui fenomen este foarte importantă, fiind în strânsă legătură cu prognoza temperaturilor minime scăzute (în jur de 0 °C sau mai scăzute). Anticiparea acestui fenomen cu un timp cât mai lung înainte de a se produce contribuie la reducerea sau chiar evitarea pagubelor din agricultură.

3. Producerea brumelor în România

Datele medii și extreme de producere a brumei și numărul mediu anual de zile cu brumă cunosc, ca și înghețul, o zonalitate verticală, dependentă de altitudine, și de asemenea, variații dependente de particularitățile locale ale suprafeței active (microrelief, învelișul vegetal, tip de sol etc.).

În medie multianuală, primele brume de toamnă și ultimele brume de primăvară se produc cu 10 ÷ 15 zile mai devreme și, respectiv, mai târziu decât primele și ultimele înghețuri din aer, și aproximativ la aceeași dată cu cele de pe sol. Uneori pe sol acestea pot întârzia față de primul îngheț, deoarece nu se întrunesc totdeauna condițiile genetice favorabile. Bruma apare, ca dată medie, cel mai timpuriu în regiunile muntoase (înainte de 1 septembrie), unde și dispare cel mai târziu (înainte de 1 mai), iar cel mai târziu apare pe litoral (între 1 și 10 noiembrie), unde dispare cel mai devreme (între 10 și 20 martie). În depresiunile intracarpate, cu frecvență și persistență mare a inversiunilor de temperatură, brumele sunt mai timpurii toamna (apar înainte de 20 septembrie) și mai târzii primăvara (până la 10 mai). În schimb, în regiunile deluroase cu efecte de föhn, brumele sunt mai întârziate (21 octombrie ÷ 1 noiembrie) și dispar mai timpuriu (1 ÷ 11 aprilie), comparativ cu regiunile limitrofe. În regiunile de câmpie din sudul și sud-estul țării, ca urmare a influenței Anticicloului Scandinav, brumele apar după 21 octombrie și dispar după 11 aprilie, în timp ce în cele din vestul și sud-vestul țării, sub influența aerului maritim, apar după 21 octombrie și dispar înainte de 11 aprilie.

Cele mai timpurii brume de toamnă și cele mai târzii brume de primăvară se produc cu 10 ÷ 20 zile mai devreme și, respectiv, mai târziu. Astfel, printre cele mai timpurii brume care s-au produs în regiunile agricole din România și care au fost însemnate prin urmările lor negative, pot fi citate cele de la 15 ÷ 17 septembrie 1952 și 16 ÷ 20 septembrie 1956 (V. Jianu, 1957), iar printre cele mai târzii brume – cele din 20 ÷ 22 mai 1952 și 23 ÷ 25 mai 1955 (N.

Topor, 1958), care au pricinuit mari pagube agriculturii. Totuși, în intervalul 5 ÷ 7 septembrie 1993 a avut loc o răcire progresivă și accentuată a vremii în țara noastră, răcire ce s-a soldat cu căderea brumei timpurii în dimineața zilei de 7 septembrie. Asupra cauzelor ce au determinat răcirea aerului și producerea brumei vom reveni în cuprinsul acestei lucrări.

Deși intervalul favorabil producerii brumei este destul de lung (140 ÷ 160 de zile în regiunile de câmpie și aproape tot anul la peste 1600 m altitudine), numărul mediu anual de zile cu brumă variază pe teritoriul României între 5 și 50. Cele mai multe (peste 50 zile) se înregistrează în lungul culoarelor montane ale râurilor Olt, Prahova, Bistrița, Mureș și Culoarul Rucăr-Bran; în regiunile deluroase numărul zilelor cu brumă scade la 25 ÷ 45, în cele de câmpie la 25 ÷ 30, iar pe litoral la 10 ÷ 15. Cele mai puține zile cu brumă se înregistrează la peste 2000 m altitudine, unde, din cauza creșterii frecvenței și vitezei vântului, numărul scade la mai puțin de 10 zile anual.

La Timișoara numărul mediu anual al zilelor cu brumă este 49,7 (cu peste 84 % din cazuri în intervalul noiembrie–martie), la Târgu Mureș 42,2 zile/an, la Iași 28,8 zile/an. La Vf. Omu frecvența anuală a brumelor este de doar 5,3 zile, cu frecvență maximă în lunile septembrie și octombrie, iar la Constanța doar 2,3 zile/an (I. Gugiuman și M. Cotrău, 1975).

La Iași brumele se produc între 11 septembrie și 22 mai. Suprafața cea mai afectată este albia majoră a Bahluiului și a micilor afluenți. Interesantă prin urmările ei negative a fost bruma produsă în noaptea de 21 spre 22 mai 1952, extinsă în zona orașului până la circa 120 m altitudine absolută, care a distrus majoritatea spațiilor verzi și culturile agricole din zona periurbană. De altfel, această brumă a cuprins cea mai mare parte a estului României.

4. Influența Anticiclonului Scandinar asupra aspectului vremii în România

Anticiclonul Scandinar este un centru secundar de acțiune deasupra Europei, având o frecvență redusă în timpul anului. Cu toate acestea, produce modificări importante, bruște, spectaculoase, în aspectul vremii din anumite zone ale Europei, inclusiv asupra vremii din România. Condițiile sinoptice în care se formează și evoluează acest centru baric sunt bine precizate în lucrarea autorilor N. Topor și C. Stoica (1965).

Acest centru de acțiune atmosferică poate lua naștere în orice perioadă a anului, dar mai ales în perioada septembrie+aprilie (până în mai uneori), în zona Peninsulei Scandinave (nordul Suediei și Norvegiei, Finlanda). Lanțul Munților Scandinaviei determină bararea maselor de aer oceanic ce vin dinspre vest și astfel se creează un contrast pluviometric între țărmul vestic al Norvegiei, unde precipitațiile anuale depășesc 2000 mm, și Finlanda, unde suma anuală medie a precipitațiilor este de 500÷600 mm. Această arie de peste 1 mil. km², unde iarna durează minim cinci luni pe an, umiditatea este scăzută și solul este acoperit cu un strat continuu de zăpadă ce se menține 100÷130 zile în nord și 80÷100 zile în sud, iar în nordul Scandinaviei și în Laponia noaptea polară ține de la 1 decembrie până la 5 ianuarie, permite formarea unei mase de aer cu atributele aerului arctic continental.

Apariția sa este facilitată de activa circulație atmosferică în această zonă de convergență dintre masele de aer maritim arctic ce acoperă zona Polului Nord, aerul continental polar din estul Europei și aerul maritim polar de deasupra Oceanului Atlantic. Pe fondul de interferență a acestor mase de aer cu proprietăți diferite, sunt generate nuclee depresionare care se desprind din Ciclonul Islandez, ce acoperă în cea mai mare parte a anului nordul și centrul Fenoscandinaviei spre a se ocluye în Marea Barents ori în nordul Rusiei Europene. În cazul în care în spatele ciclonului, la sol, se extinde o dorsală bine conturată, poate lua naștere un centru de presiune relativ ridicată (1015÷1020 mb), cu maxim două curbe închise (echidistanța izobarelor este de 5 mb) ce va constitui *nucleul inițial* al Anticiclonului Scandinar; prezența nucleului este efemeră (maxim 24 ore). Dacă și în altitudine, în troposfera activă, se dezvoltă o puternică dorsală caldă peste Scandinavia, aceasta va favoriza dezvoltarea nucleului anticiclonal de la sol, ce se va extinde treptat pe o suprafață de peste 500.000 km², cu

mai multe curbe închise, la centru valoarea presiunii aerului crescând la 1030 mb, ceea ce concretizează Anticicloul Scandinav pe harta Europei.

Spre deosebire de alți centri barici, Anticicloul Scandinav persistă foarte puțin timp și migrează, după aproximativ două zile, de-a lungul a două traiectorii principale:

- spre sud-est, ca urmare a existenței în sudul Câmpiei Ruse sau a situării la tropic a unei depresiuni barice; această situație se produce toamna și primăvara și are o frecvență de 55 % din totalul cazurilor;

- către est, ca urmare a prezenței unei depresiuni barice deasupra centrului sau estului Câmpiei Ruse, situație ce se produce primăvara și are o frecvență de 25 %.

Cu frecvență mai redusă (7,5 %), se deplasează spre sud, deplasare favorizată de ciclonele mediteraneene estice.

Deplasarea spre sud și sud-est a nucleului anticiclonic din nordul Europei determină pătrunderea aerului rece până în sudul Rusiei și în regiunea țărmurilor nordice ale Mării Negre, cu implicații majore asupra vremii în regiunile extracarpătice din țara noastră. Această deplasare este favorizată de existența unor arii barice depresionare în bazinul estic al Mării Mediterane și în Marea Neagră sau în sudul Ucrainei, concomitent cu o intensă circulație meridiană pe o componentă nordică la nivelul troposferei active, ceea ce permite maselor de aer formate în nordul Europei să se deplaseze, uneori în mai puțin de 24 de ore, până în țara noastră.

Această direcție de deplasare este determinată și de arcul carpatic, care, prin lungimea sa și prin orientarea culmilor, obligă masele de aer rece și dens, ce se deplasează în imediata apropiere a solului, să ocolească pe la exterior lanțul muntos și să acopere Podișul Moldovei, apoi să înainteze spre sud, pătrunzând în Bărăgan și Dobrogea, Câmpia Română, Podișul Getic și la sud de Dunăre. Se produce o scădere a temperaturii, uneori bruscă și accentuată, cu $14 \div 16$ °C în 24 de ore.

Aerul rece poate trece și în Depresiunea Transilvaniei prin Depresiunea Ujgorod – Câmpia Tisei – Poarta Someșană, dar cu o întârziere de $12 \div 18$ ore. În aceste regiuni, datorită dislocării mai lente a aerului cald, răcirea va fi mai puțin intensă față de regiunile extracarpătice, dar aerul rece va fi evacuat mai greu.

Această situație barică, cu centrul Anticicloului Scandinav aflat în vecinătatea nordului României și cu o zonă depresionară activă în sud-estul Europei, determină, la contactul dintre masa de aer rece de origine scandinavă și masa de aer cald și umed de origine mediteraneană, puternice contraste termice, barice și de umiditate, care determină producerea precipitațiilor în zonele de la periferia sud-estică a arcului carpatic, respectiv în sudul Moldovei și în Câmpia Română, îndeosebi în anotimpurile de tranziție. Când contrastul este foarte mare, precipitațiile au caracter de aversă, putând genera inundații locale în bazinele hidrografice ale râurilor din aceste regiuni.

5. Evoluția situației sinoptice în intervalul 5 ÷ 7 septembrie 1993, ce a determinat răcirea vremii și producerea brumei timpurii în Moldova

În data de 5 septembrie 1993 ora 00 UTC, Europa Centrală și de Est era ocupată de o vastă zonă depresionară, cu un talveg extins peste centrul Mării Mediterane, vestul României, Belarus și orientat pe direcția SSV-NNE (figura 1). La capătul talvegului mai sus amintit exista un nucleu ciclonic foarte activ, centrat pe Marea Adriatică, a cărui evoluție ulterioară a fost strâns legată de poziția curentului conducător de la nivelul de 500 mb (figura 2), orientat pe direcția Roma-București.

În următoarele douăsprezece ore nucleul ciclonic s-a deplasat rapid spre est-nord-est. pe o traiectorie transbalcanică clasică de deplasare a ciclonele mediteraneene, astfel încât pe 5 septembrie, ora 12 UTC, acesta s-a centrat pe partea estică a României, între Bacău și Bârlad, având la centru 1001.6 mb. Pe măsura deplasării nucleului de la sol, pe partea lui posterioară

a avut loc pătrunderea treptată a aerului rece peste România, ce a determinat schimbări rapide și notabile în evoluția vremii. Aerul rece a pătruns în România dinspre nord-vest, mai întâi în zonele cu altitudine coborâtă din Crișana, Maramureș, Transilvania, Banat și Moldova. Pătrunderea aerului rece și menținerea în timpul zilei a temperaturilor scăzute din timpul dimineții au determinat extinderea ariei în care au căzut precipitații cu caracter de aversă în cea mai mare parte a regiunilor amintite. În jumătatea de sud a Moldovei, în Bărăgan și în Dobrogea a continuat advecția de aer mai cald decât cel existent, păstrându-se circulația din sector sudic.

În altitudine, (la aproximativ 5500 m), la nivelul de 500 mb, circulația în zona țării noastre a căpătat o componentă ușor mai meridiană (dinspre sud-vest spre nord-est), talvegul s-a lărgit treptat, în capătul lui sudic prefigurându-se apariția unui nucleu separat deasupra Poloniei. Corespunzător acestuia, deasupra Europei central-nordice exista un nucleu rece cu valori ale temperaturii aerului la înălțimea respectivă de $-28 \div -26$ °C, în timp ce peste țara noastră, la același nivel, temperatura aerului oscila între $-18 \div -11$ °C. Această diferență termică se regăsește și la nivelele mai jos: la nivelul de 850 mb (1500 m altitudine) în Europa Centrală valorile termice variau între 0 și 4 °C, în timp ce deasupra României acestea erau cuprinse între 5 și 12 °C.

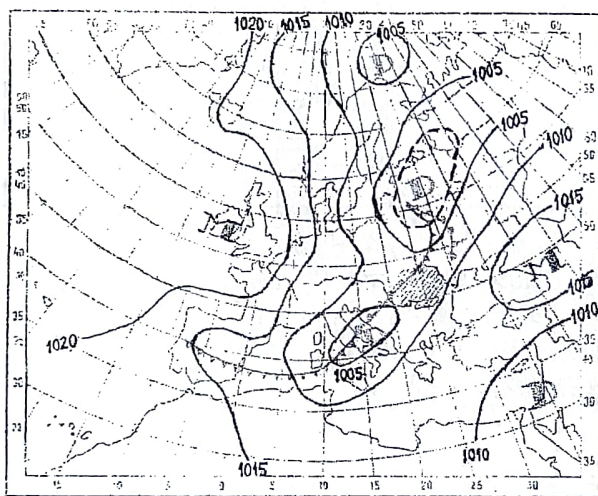


Fig. 1. Harta sinoptică de sol din 05.09.1993, ora 00 UTC (după C.R.P.M.A. Bacău).

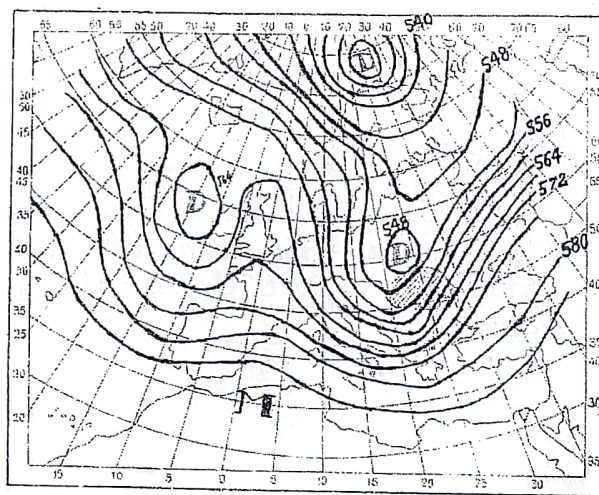


Fig. 2. TA 500 mb din 06.09.1993, ora 00 UTC (după C.R.P.M.A. Bacău).

În intervalul 5 septembrie, ora 12 UTC – 6 septembrie, ora 00 UTC, centrul depresiunii de la sol s-a deplasat ceva mai lent spre nord-nord-est, atingând la sfârșitul intervalului nordul Ucrainei (regiunea Kiev-Cernigov), concomitent cu adâncirea ei până la valoarea de 999.0 mb. Harta sinoptică de sol la nivelul Europei pentru data de 6 septembrie 1993, ora 00 UTC, este prezentată în figura 3. Comparând-o cu cea din figura 1, observăm apariția a două mici nuclee depresionare în vestul Europei, cu presiunea în scădere lentă. De altfel, ele se vor adânci și vor forma în următoarele 24 de ore o depresiune barică mult mai consistentă.

Pe hărțile sinoptice de altitudine TA 850 mb și TA 700 mb se individualizează nuclee ciclonice corespunzătoare depresiunii de la sol, situate ușor în spate față de centrul ei, la nord-est de țara noastră. În aceste condiții, advecția de aer rece a început și în altitudine, așa cum se observă în figura 5 pentru stația de munte Ceahlău-Toaca, reprezentativă pentru nivelul de 850 mb (superioară lui). Se observă că temperatura aerului a început să scadă de la 5 septembrie ora 13 UTC, devenind negativă după ora 23 UTC, până la finele intervalului studiat. Viteza

Viteza vântului a depășește 80 km/h în intervalul 13.00 ÷ 17.00 UTC. În același timp la nivelul de 500 mb nucleul prefigurat cu 12 ore în urmă deasupra Poloniei s-a deplasat în nordul României.

Această situație marchează pătrunderea masei de aer deosebit de rece și la acest nivel și o creștere a instabilității atmosferice, căderea precipitațiilor – preponderent sub formă de averse – în Bărăgan, însoțite de descărcări electrice. Cantitățile de precipitații căzute în Moldova în intervalul 05.09, ora 00 UTC ÷ 06.09, ora 18.00 UTC, 1993 (fig.6) au însumat 6 mm la Iași, 7 mm la Bârlad și Piatra Neamț, 8 mm la Botoșani și Suceava și chiar mai mult în nord-estul Podișului Moldovei (12 mm la Avrămeni) sau în Carpați (20 mm la Vatra Dornei).

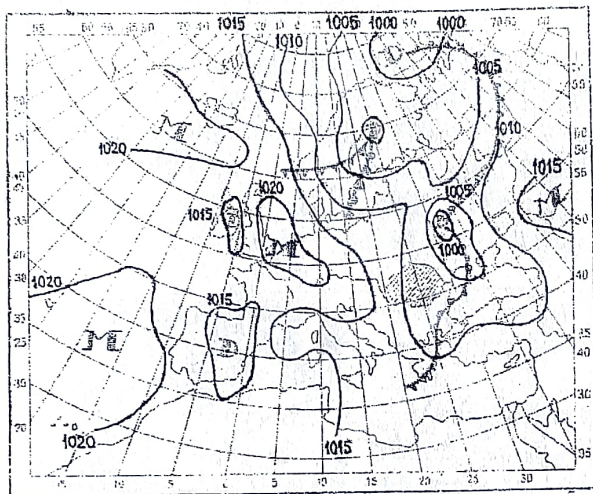


Fig.3. Europa – Harta sinoptică de sol din 06.09.1993, ora 00 UTC (după C.R.P.M.A. Bacău).

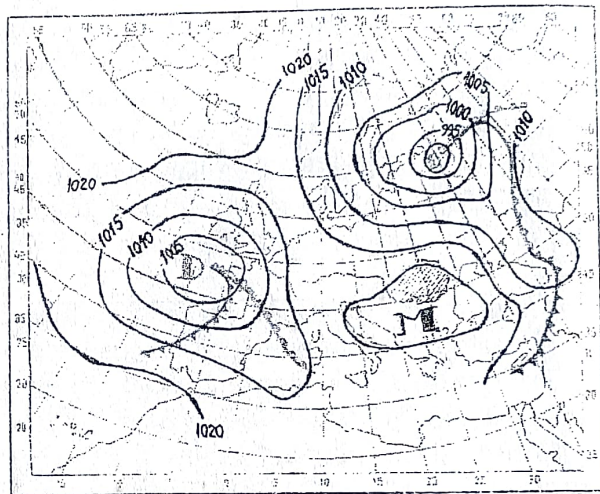


Fig. 4. Europa – Harta sinoptică de sol din 07.09.1993, ora 00 UTC (după C.R.P.M.A. Bacău).

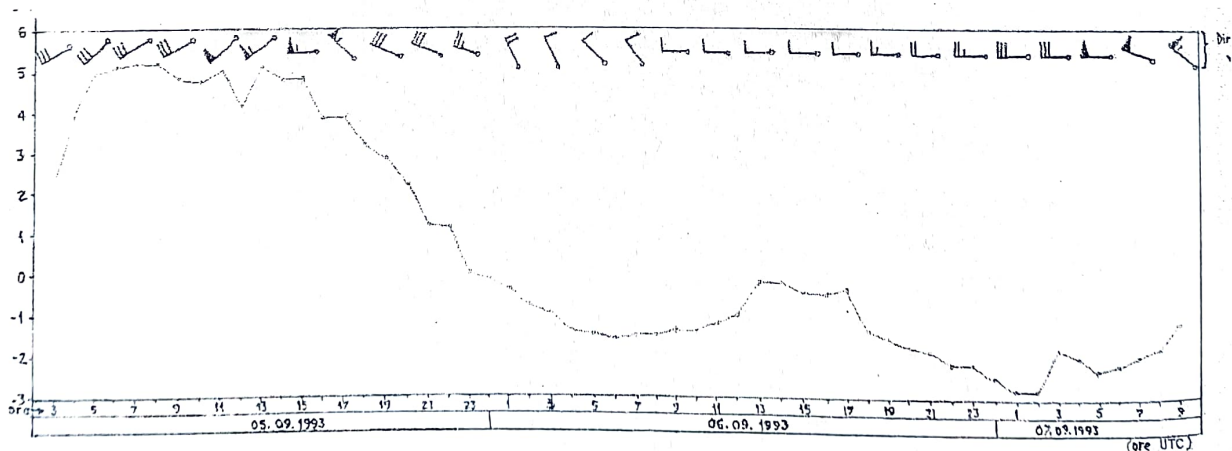
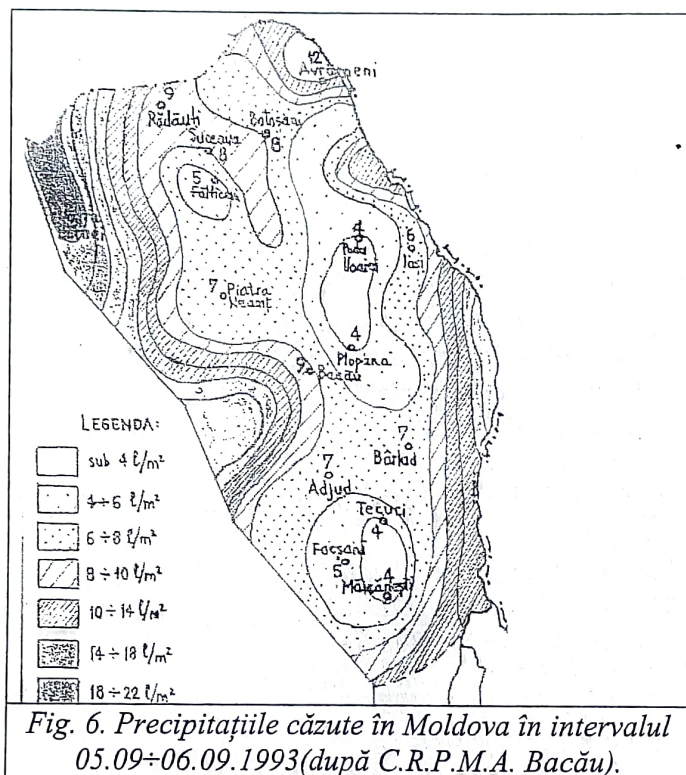


Fig.5. Variația temperaturii aerului, a direcției și vitezei vântului la stația meteorologică Ceahlău-Toaca în intervalul 05.09.1993, ora 3UTC ÷ 07.09.1993, ora 9 UTC (după C.R.P.M.A. Bacău).

În continuare, la sol, în cursul zilei de 6 septembrie, datorită creșterii asimetriei termice între partea anterioară și cea posterioară a depresiunii mature (s-a ajuns la diferențe de

10÷13°C), depresiunea a capătat energie suplimentară, ce a determinat deplasarea ei rapidă, astfel încât pe 7 septembrie, ora 00 UTC, o regăsim la nord de Moscova, concomitent cu instalarea deasupra țării noastre a unui maxim baric delimitat de izobara de 1020 mb, cu centrul la sud de Dunăre, acoperind aproape întreg teritoriul României, tot teritoriul Bulgariei și Iugoslaviei și partea sud-vestică a Mării Negre (figura 4). În acest interval, precipitațiile au dispărut în toată țara, nebulozitatea s-a disipat treptat, astfel că în cursul nopții de 6 spre 7 septembrie 1993 cerul a devenit senin, iar vântul a slăbit în intensitate. Precipitațiile, căzute după o perioadă relativ mare de secetă, s-au infiltrat rapid în sol, care a rămas puțin umed.



În aceste condiții, datorită radiației nocturne, temperatura aerului a scăzut în Moldova în dimineața zilei de 7 septembrie 1993 până la valori minime cuprinse între 1° C la Câmpulung Moldovenesc, Dolhasca, Oncești și Brusturoasa și 9 ° C la Cotnari. În partea nordică a Văii Siretului și în Subcarpați, temperatura aerului a coborât pe alocuri la 0 ° C și chiar sub această valoare. Aceste condiții au favorizat producerea fenomenului de brumă slabă la o dată mult timpurie față de perioada în care în mod obișnuit își face apariția acest fenomen. Fenomenul a afectat în principal bazinele hidrografice ale Sucevei și Siretului superior.

6. Concluzii

Răcirea accentuată a vremii din perioada analizată s-a produs în condițiile situării pe Europa de Vest a unei dorsale anticiclonale extinse până în Groenlanda, iar depresiunea barică din estul Europei avea un talveg extins până pe bazinul central al Mării Mediterane, cu axul orientat pe o direcție SSV-NNE.

Advecția aerului rece în țara noastră a fost amplificată de evoluția rapidă a ciclonului de natură mediteraneană, care s-a deplasat pe traiectoria transbalcanică clasică, ajungând în estul României, apoi pe Ucraina și pe teritoriul european al Rusiei.

De asemenea, scăderea accentuată a temperaturii aerului la sol a fost susținută și de răcirea puternică din altitudine. După această răcire de natură advectională, odată cu creșterea

presiunii în zona țării noastre și instalarea unui maxim barometric, s-au creat condiții ca, în noaptea de 6 spre 7 septembrie 1993, scăderea temperaturii aerului să continue prin radiație nocturnă. Astfel, putem concluziona că fenomenul de producere a brumei a avut cauze de natură advection-radiativă. Totodată, s-a devansat data cunoscută pentru începutul producerii brumelor timpurii de toamnă în Podișul Moldovei, la începutul lunii septembrie.

BIBLIOGRAFIE

- Apostol, L. (2000), *Meteorologie și climatologie*, Edit. Univ. „Ștefan cel Mare”, Suceava.
- Apostol, L. (2000), *Precipitațiile atmosferice în Subcarpații Moldovei*, Edit. Univ. „Ștefan cel Mare”, Suceava.
- Berbecel, O. (1981), *Vremea și recolta*, Edit. Ceres, București.
- Bogdan, Octavia, Niculescu, Elena (1999), *Riscurile climatice din România*, Inst. de Geogr., Academia Română, București.
- Budui, V. (1999), *Condițiile aerosinoptice ce au determinat răcirea vremii în intervalul 5÷7 septembrie 1993, răcire care a dus la producerea brumei timpurii în Moldova*, Lucrare de disertație, Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași.
- Ciulache, S. (1985), *Meteorologie și climatologie*, Edit. Univ. București.
- Ciulache, S. (1995), *Fenomene atmosferice și catastrofe climatice*, Edit. Științifică, București.
- Donisă, I., Erhan, Elena (1974), *Curs de climatologie a Republicii Socialiste România*, Edit. Univ. „Al. I. Cuza”, Iași.
- Erhan, Elena (1982-1987) - *Curs de meteorologie-climatologie (vol. I-II)*, Edit. Univ. „Al. I. Cuza”, Iași.
- Erhan, Elena (2000), *Meteorologie și climatologie practică*, Edit. Univ. „Al. I. Cuza”, Iași.
- Gugiuman, I., Cotrău, M. (1975), *Elemente de climatologie urbană, cu exemple din România*, Edit. Academiei, București.
- Jianu, V. (1957), *Răcirile și brumele din luna septembrie 1956*, M.H., Dir. Gen. Hidrometeor., București.
- Pleşca, Gh. (1968), *Lucrări practice de meteorologie*, Edit. Didactică și Pedagogică, București.
- Stăncescu, I., Damian, Doina (1983), *Câteva considerații asupra aspectului vremii în țara noastră, determinate de aria de influență a anticiclonului scandinav*, Stud. și Cercet. de Meteorologie, IMH București.
- Topor, N. (1958), *Bruma și înghețul. Prevederea și prevenirea lor*, Edit. Agro-Silvică de Stat, București.
- Topor, N., Stoica, C. (1965), *Tipuri de circulație și centri barici de acțiune atmosferică deasupra Europei*, I.M., București.
- * * * (1981), *Cod sinoptic pentru codificarea observațiilor de la sol provenite de la diferite tipuri de stații*, C.N.A. - I.M.H., București.
- * * * (1983), *Geografia României, vol. I, Geografie fizică*, Edit. Academiei, București.
- * * * *Telegrame sinoptice și hărți sinoptice primite la C.R.P.M.A. Bacău în perioada 05.09.1993, ora 00 UTC ÷ 07.09.1993, ora 18 UTC.*