

MOLIDUL (*PICEA ABIES* (L.) KARST) ÎN LITERATURA ȘTIINȚIFICĂ ROMÂNEASCĂ (1890-1990)

Dr. ing. Ion Barbu
Ing. Voichița Barbu

Arborele cu cel mai întins areal din lume, molidul (*Picea abies* (L.) Karst) formează păduri nesfârșite din Franța până în Kamciatka și din Alaska până în Newfoundland (Canada) ce se desfășoară latitudinal, de la 23° lat. N (Mexic) la 72° lat. N (Siberia). Altitudinal, molidul se întinde de la nivelul mării până la 4800 m, în Tibet. Ocupând o suprafață de peste 200 milioane de hectare și o mare productivitate, molidul reprezintă una dintre cele mai importante specii din emisfera nordică.

Acestei specii i-a fost consacrată cea mai completă monografie, realizată în patru volume, totalizând 2538 pagini și peste 13000 lucrări bibliografice consultate. Autorul acestei monografii (1977-1991), prof. dr. Helmut Schmidt-Vogt face referiri și la pădurile de molid din țara noastră, trimitând la unele lucrări de referință românești, însă circulația redusă și lipsa traducerilor au făcut dificilă consultarea bibliografiei românești de specialitate.

Și în țara noastră, molidul este considerat specie de bază, ocupând peste 24 % (1.407.000 ha) din suprafața pădurilor și peste 35 % din volumul pe picior. În ultimul secol, interesul pentru cultura molidului a sporit considerabil, concomitent cu creșterea consumului de lemn în general și a consumului de lemn de celuloză în special.

Preocupările silvicultorilor pentru cunoașterea ecologiei și fundamentarea unor tehnologii adecvate de gospodărire a pădurilor de molid se diversifică tot mai mult. Problemele deosebite pe care le ridică gospodărirea molidurilor din zona montană și submontană în care au fost extinse artificial, au determinat, la timpul lor, crearea la Câmpulung Moldovenesc, a Stațiunii Experimentale de Cultura Molidului.

Interesul pe care specialiștii străini din Germania, Cehia și Slovacia, Polonia și țările fostei Uniuni Sovietice îl manifestă pentru cunoașterea molidului românesc și apariția unor lucrări monografice în străinătate (H. Schmid-Vogt, *Die Fichte*, 1977, 1986, 1989 și 1991, H. Mayer ș.a., *Die Walder Europas*, 1984) în care la bibliografia românească despre molid este slab reprezentată, ne-au determinat să întocmim o bibliografie care să cuprindă lucrările românești referitoare la molid.

Materialul de bază a fost adunat din lucrarea de sinteză „Bibliografia forestieră română, întocmită sub coordonarea regretatului prof. dr. T. Bălănică. Am consultat de asemenea colecțiile revistelor de specialitate apărute în ultimul secol, precum și volumele cuprinzând referatele și comunicările prezentate la diferite reuniuni științifice naționale și internaționale, publicațiile specializate ale ICAS, Academia de Științe Agricole și Silvice și Academiei Române. La întocmirea lucrării de față am primit un numeros material, inedit sau mai puțin cunoscut de la dr. ing. Radu Ichim, care este inițiatorul acestei bibliografii și sinteze. Având în vedere perioada de un secol de când a început publicarea primelor articole

despre molid și diversitatea mare a publicațiilor în care au apărut, suntem conștienți că lucrarea nu este exhaustivă și că este mereu perfectibilă. Cu toate lacunele inerente, o propunem ca o contribuție la cunoașterea literaturii științifice românești, cu speranța că tradusă într-o limbă de largă circulație (germană, engleză) va contribui la o mai bună cunoaștere a creației românești peste hotare. Analiza pe care o prezentăm mai jos are la bază un număr de 737 lucrări publicate în revistele de specialitate și în volum, care vizează în mod expres molidul și pădurile de molid, condițiile ecologice și relațiile sale cu o serie de factori biotici și abiotici tratate direct. Nu au făcut obiectul cercetării de față numeroase articole din revista Vânătorul și Pescarul Sportiv, care tratau unele specii de vânat din pădurile de molid, fără o referire concretă la raportul pădure-vânat.

Evoluția preocupărilor științifice în perioada 1890 - 1990

Amenajarea pe principiile cele mai moderne a unei părți din pădurile țării (U.D.R., Fondul Religionar Ortodox din Bucovina) înființarea facultății de silvicultură (1883) și dezvoltarea impetuoasă a industriei lemnului și celulozei au fost factorii care au determinat trecerea la o gospodărire rațională a pădurilor din țara noastră. La sfârșitul secolului trecut se semnalează primele lucrări în care specialiștii din țară și din străinătate analizează modul de gospodărire a pădurilor de molid (Neagoe, B., 1894 ; Guttenberg, A., 1897) sau condițiile de regenerare a molidișurilor din zona montană (Gheorghiu, E., 1890).

În perioada 1900 – 1933, preocuparea pentru cunoașterea pădurilor de molid se referă la ecologia și combaterea ipidelor care au făcut ravagii în unele zone (Neamț, Sinaia, Bucovina) înregistrându-se gradații în 1906 - 1908 și 1918 – 1923, 50 % din totalul lucrărilor publicate. În această perioadă apar și primele instrucțiuni oficiale pentru combaterea ipidelor (Iacobescu, N., 1921) ;

- ecologia molidului din România (alături de ecologia altor specii forestiere) în literatura devenită clasică „Zonele de vegetație lemnoasă din România”, semnată de Petre Enculescu în 1924. Alte lucrări privind ecologia molidului și gospodărirea pădurilor de molid publică Petcuț, M., 1928, Frohlich, J., 1930, Opletal, J., 1913, etc.;

- fructificația (Pașcovici, N., 1929) și prelucrarea conurilor de molid (Nițescu, M. D., 1930);

- primele lucrări originale despre molidul din România, producător de lemn de rezonanță (Florescu, M. P., 1924 ; Pașcovici, N., 1930).

După anul 1933 se remarcă o creștere substanțială a numărului de lucrări științifice și a domeniilor abordate. Înființarea Institutului de Cercetări și Experimentațiuni Silvice (ICES) în 1933 a creat cadrul propice unei activități științifice susținute.

Numărul de lucrări științifice publicate în perioada 1931-1940 se ridică la 54, dintre care 19 se referă la ecologia pădurilor de molid, 10 la silvicultură aplicată în molidișuri, 6 tratează probleme de biometrie și amenajament, 4 de protecția pădurilor etc.

Se remarcă în mod deosebit preocupările pentru regenerarea naturală și artificială a pădurilor (Georgescu, C.C., ș.a. 1931, Frohlich, J., 1931, 1933, 1936, Tcaciuc, A., 1932, Dan, I., 1935, Scharhert, Fr., 1935, Dumitrescu, I., 1937, Czech, F., 1938, Cormos, P., 1938, Pașcovici, N., 1938), amenajare și gospodărirea pădurilor (Czech, F. 1931, Gușulcac, M., 1932, Gârbu, Șt., 1934, Pichelrnayer, H. 1934, Poclitaru, I., 1933), studiile de vegetație cu precizarea tot mai detaliată a condițiilor naturale în care se dezvoltă molidișurile din țara noastră (Pașcovici, N., 1931, Pop, E., 1932, Georgescu, C. C., 1933, Negulescu, E. G., 1933, Beldie, Al., 1935, Borza, Al., 1934, Grunau, P.A., 1935, Moldovan, I., 1935, Popescu I. Zeletin, 1935, Cormos, P., 1938, Georgescu, C. C., Ionescu, C., 1938, Obadă, D., 1939,

Șerbănescu, I., 1939) și apariția primelor lucrări românești de biometrie la molid (Matias, O., 1933, Toma, G.T., 1940, Prodan, M., 1940 a.b.).

În perioada 1940–1950, activitatea științifică marchează un regres vizibil în comparație cu deceniul anterior (41 lucrări). Principalele preocupări se referă la condițiile de regenerare în molidișurile naturale (Teleagă, G., 1942, Bucevschi, D., 1934, Pașcovici, N., 1943, 1945, Romanciuc 1943, Tcaciuc, A., 1943, Volosciuc, A., 1946) și cunoașterea prin studii fitosociologice a vegetației montane (Beldie, 1941, Pauca, A., 1941, Ștefureac, Tr., 1941, Vlad, I., 1941, Morariu, I., 1943, Pașcovschi, S., 1943). Se remarcă de asemenea preocupările pentru întocmirea unor tarife și tabele de cubaj românești (Săvulescu, Al., 1941, Popescu I. Zeletin și colab., 1950) și perfecționarea tehnologiilor de recoltare a semințelor (Miklosi, 1949) și de regenerare artificială prin semănături directe și plantații (Constantinescu, N., 1950, Teodorescu, D., 1950), precum și protecția plantațiilor împotriva trombarului *Hylobius abietis* (Rădulescu, T., 1950). Apariția doborâturilor de vânt în masă în molidișurile din Valea Bistriței și din Carpații Meridionali (Baronca, E., 1948, Magdas, V., 1948) au determinat puternice atacuri de ipide (Eliescu, Gr., 1949 a.,b).

Modificările structurale în ceea ce privește proprietatea, intervenite după 1948 și creșterea sensibilă a numărului inginerilor silvici prin crearea altor două facultăți de silvicultură la Câmpulung Moldovenesc (1948 - 1953) și Brașov au determinat o creștere numerică și calitativă fără precedent a lucrărilor științifice referitoare la molid. În perioada 1951 - 1960 numărul total al lucrărilor publicate se ridică la 99.

Dintre acestea, ponderea cea mai mare o dețin (tabelul 1) cele din domeniul pepinierelor, semințelor și împăduririlor (20), protecției pădurilor (20), biometrie și amenajament (17), tipologia pădurilor (11), a soluri și stațiunilor forestiere (9).

Se remarcă o diversificare continuă a domeniilor de cercetare și polarizare în jurul unor personalități, a unui număr considerabil de ingineri care, sub o atentă îndrumare, au realizat lucrări devenite clasice în literatura științifică românească.

De menționat creatorii de școală în domeniile : Biometrie și amenajament - prof. Popescu I. Zeletin, Protecția pădurilor și fiziologie patologică - prof. C. C. Georgescu și prof. Gr. Eliescu, Tipologia solurilor - Sergiu Pașcovschi, Tipologia stațiunilor forestiere - prof. C. Chiriță.

În această perioadă apare lucrarea de sinteză „Regenerarea naturală a molidului” (1957), semnată de I. Vlad și primele analize complexe ale factorilor care determină și favorizează doborâturile produse de vânt (Bălănică, T., ș.a. 1951, Georgescu, V., ș. a. 1951, Dissescu, R., 1953) și de reducere a acestora (Popescu I. Zeletin, 1951).

Școala românească de biometrie publică numeroase lucrări referitoare la molid (Dissescu, R., 1952, 1955, Armășescu, S., 1953, 1959, Dissescu, R., ș.a. 1953, Popescu I. Zeletin, Dissescu, R., 1953, Stănescu, M., Petrescu, L., 1953, 1956., Dissescu, R., Popescu I. Zeletin, 1954, Popescu I. Zeletin, Armășescu S., 1954, Giurgiu, V., 1955, Ichim, R., 1955, 1958), majoritatea acestora fiind reluate și în sinteza Tabele dendrometrice (1957).

În deceniul 1961-1971 au apărut 188 lucrări din toate domeniile de interes forestier referitoare la molid, unele în cadrul unor lucrări de doctorat: Ciobanu P. (1963) privind regenerarea naturală a molidului în Bucovina și Ichim R. (1968) asupra preciziei metodelor de cubaj în arboretele de molid în raport cu variabilitatea formei arborilor. În tabelul 1 se prezintă distribuția lucrărilor publicate pe domenii de activitate.

Tabelul 1

Distribuția numărului de lucrări științifice despre molid publicate în România pe domenii de activitate în perioada 1890-1992

Perioada	Ecologia pădurilor de molid	Gospodărirea pădurilor de molid	Silvotehnică	Semințe Pepiniere Împăduriri	Protecție	Vânătorul și pădurea	Biometrie Amenajament	Economie	Doborâturi de vânt și zăpadă	Exploatare	Soliri și stațiuni	Sinteze	Total
1890-1900	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
1901-1910	1	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	5
1911-1920	1	1	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	8
1921-1925	5	-	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	13
1925-1930	4	-	-	3	7	-	-	-	-	-	-	-	14
1931-1935	13	6	4	1	2	2	2	1	-	-	-	-	31
1936-1940	6	2	3	2	2	3	4	1	-	-	-	-	23
1941-1945	10	1	5	2	-	4	1	2	-	-	-	-	25
1946-1950	2	1	1	3	4	-	1	-	2	1	-	1	16
1951-1955	9	1	3	11	11	-	14	-	2	5	3	2	61
1956-1960	3	1	3	9	9	-	4	-	-	5	6	-	40
1961-1965	14	2	9	17	5	1	16	-	3	2	7	2	78
1966-1970	25	2	17	23	6	1	13	2	7	3	9	2	110
1971-1975	25	13	15	28	22	3	18	3	4	6	10	-	147
1976-1980	17	4	8	8	18	2	3	1	10	3	5	6	85
1981-1985	115	2	1	3	5	1	2	-	5	-	6	2	43
1986-1992	5	3	2	3	4	-	-	-	2	2	6	6	35
Total	156	41	74	112	108	23	78	10	35	27	52	21	737

Un loc de frunte ocupă lucrările referitoare la producerea semințelor și a materialului de împădurire, plantații și semănături directe (41). De asemenea se înregistrează 39 lucrări originale, în care se descriu fitosociologic, tipologic și stațional pădurile de molid din Carpații românești.

O amploare deosebită se înregistrează și în domeniul gospodăririi pădurilor de molid și al silvotehnicii, publicându-se peste 30 lucrări originale, bazate pe experimentarea, în pădurile noastre, a diferitelor tehnici, intensități și momente de intervenție.

Alte 29 lucrări de biometria arborilor și arboretelor de molid, alături de cele aproape 20 lucrări privind solurile și stațiunile forestiere din arealul molidului întregesc tabloul realizărilor științifice din această perioadă. Doborâturile de vânt din perioada 1958-1960 și 1964-1965 au făcut obiectul unor cercetări detaliate (Dissescu, ș.a., 1961, Marcu, Gh., 1969).

De remarcat că din această perioadă (1968) datează înființarea la Câmpulung Moldovenesc a Stațiunii Experimentale de Cultura Molidului, care va continua preocupările științifice de până acum, contribuind la perfecționarea tehnologiilor de proiectare, creare și valorificare superioară a funcțiilor pădurilor de molid. Tot în acest interval s-au publicat primele 10 lucrări științifice privind comportarea în culturi de proveniențe europene și apar rezultatele primelor încercări de selecție și ameliorare pe cale genetică a molidului (Lăzărescu, C., 1961-1970, Benea, V.)

După 1971, se poate aprecia că în literatura de specialitate din țara noastră s-a făcut un salt calitativ trecându-se de la stadiul descriptiv la cel de analiză sistemică, având ca obiect prioritar STABILITATEA PĂDURILOR DE MOLID. Evenimentul care a marcat această etapă îl constituie „Consfătuirea privind modul de gospodărire al pădurilor de molid”, care a avut loc în 25 - 26 mai 1971 la Stațiunea Experimentală de Cultura Molidului Câmpulung Moldovenesc, sub auspiciile Academiei.

Organizatorii acestei consfătuiri, prof. Popescu I. Zeletin și dr. ing. R. Ichim, au patronat și publicarea, din păcate în tiraj redus, a celor 12 referate de bază care sintetizează problematica pădurilor de molid și jalonează căile de rezolvare teoretică și practică a stabilității acestora.

Alături de domeniile binecunoscute ale silviculturii clasice apar o serie de lucrări care încearcă să găsească soluții problemei cheie a pădurilor de molid: stabilitatea la factorii abiotici - vânt și zăpadă - și biotici - ciuperci xilofage, insecte, vânat etc.

Se remarcă în această privință cele peste 70 lucrări apărute în perioada 1971 - 1984, care vizează factorii de destabilizare a pădurilor de molid și unele măsuri pentru diminuarea acestora: Brega, P., 1971, 1978; Dumitrescu, P., 1971, 1972, 1974, 1976, 1973; Ichim, R., 1971 a, b, 1972 a, b, 1974 a, b, 1975 a, b, 1976, 1979, 1980, 1981, Ichim, R. ș.a. 1971, 1973; Ichim, R., și Barbu, I., 1979, 1982; Ichim, R. și Giurgiu, V., 1971; Petrescu, L., 1971; Purcelean, St., ș.a., 1971; Stănescu, V., Târziu, D., 1972, 1979; Armășescu, S., 1971; Haring, P., 1973; Vlad, I., 1973, Petrescu, L., ș.a. 1977, 1979; Vlad, I., și Petrescu, L., 1977, Geambașu, N., 1979, 1980, 1982, 1984; Giurgiu, V., 1978, 1979; Barbu, I., 1979, 1980, 1981 a, b, c, 1982, 1983; Barbu, I., și Cenușă, R., 1987; Ciobanu., P., 1979; Milescu, I., ș.a. 1979; Negulescu, E. G., ș.a. 1979; Cenușă, R., 1981, 1992; Sima, I., 1982; Ichim, R., 1988, 1990, 1992.

Din totalul de 310 lucrări publicate în această perioadă (1971-1992), aproape 30 % abordează în mod expres stabilitatea și căile de realizare a acesteia în diverse faze. Preocupări constatate în studierea doborâturilor de vânt au R. Ichim, R. Dissescu, R. Cenușă și Barbu I. (1987), iar asupra vătămărilor de zăpadă Haring P., Ichim, R., Barbu, I.

Se înregistrează, de asemenea, finalizarea prin teze de doctorat a unor cercetări ample privind doborâturile de vânt (Dumitrescu, P., 1974) rupturile de zăpadă (Barbu, I., 1982), putregaiul de rană de molid (Sima, 1981.), ecologia insectei *Trypodendron lineatum* care

atacă cu precădere molidul (Mihalciuc, V., 1983), stațiunile forestiere din etajul molidișurilor (Geambașu N. 1984), structura și fazele de dezvoltare ale pădurilor naturale de molid din Călimani și Giupalău (Cenușă, R., 1992). Ultimele 5 sunt efectuate de cercetători de la Stațiunea Experimentală de Cultura Molidului și constituie adevărate sinteze în domeniile abordate, contribuind la cristalizarea unor concepții originale referitoare la gospodărirea viitoarelor păduri de molid.

Din cei aproape 300 autori care au scris în mod sistematic sau sporadic despre molid este greu să evidențiem o elită, mai ales că elementele de diferențiere (număr de lucrări, număr de pagini) sunt atât de relative. Vom încerca însă să punem în evidență, în baza unei statistici simple, bazată pe numărul de lucrări, principalele centre de cercetare în care s-au elaborat cele 737 lucrări înregistrate în bibliografie și personalitățile științifice care s-au consacrat cercetării și cunoașterii pădurilor de molid. Din totalul de 737 lucrări cercetate, 49,5% au fost elaborate în cadrul Institutului de Cercetări Și Amenajări Silvice (ICAS), mai mult de un sfert din acestea (25,3 %) având autori specialiști de la Stațiunea Experimentală de Cultura Molidului. Un număr de 110 lucrări au fost elaborate de ingineri din producție și din minister. Se remarcă de asemenea un număr de 105 lucrări elaborate de cadrele didactice de la Facultatea de Silvicultură și de la Academia de Științe Agricole și Silvice.

Analizând frecvența lucrărilor științifice publicate pe domenii (tabelul 1), se constată o distribuție relativ inegală ca număr, dar care validează importanța unor domenii prioritare ale științei și practicii silvice, în strânsă concordanță cu problematica de moment și de perspectivă a economiei forestiere. Dintre aceste domenii se pot exemplifica Biometria și Amenajamentul (Armășescu, S., Dissescu, R., Giurgiu, V., Ichim, R., Popescu I. Zeletin, I., Toma, G.), Silvotehnica (Ciobanu, P., Gava, M., Petrescu, L., Vlad, I.), Tipologia pădurilor, solurilor și stațiunilor (Chiriță, C. D., Georgescu, C. C., Leandru, V., Pașcovschi, S., Păunescu, C., Stănescu, V.), Pepiniere - Împăduriri - Ameliorare (Lăzărescu, C., Morar, Gh., Nițu, C., Vlase, I) Protecția pădurilor (Ceianu, I., Eliescu Gr., Georgescu., C. C., Ene, M., Simionescu, A., Mihalciuc, V., etc.

O preocupare mai accentuată se remarcă, în ultimii ani, în domenii cum ar fi Economia pădurilor de molid, raportul pădure-vânat, Tehnologia exploatarei molidului (R. Ichim – 1975; 1993, R. Cenușă și I. Barbu, 1982; 1987, etc.).

După anul 1988, R. Ichim începe publicarea sintezelor privind gospodărirea pădurilor de molid din Bucovina. Istoria pădurilor și silviculturii din Bucovina, Ed. Ceres, 1988, Gospodărirea rațională pe baze ecologice a pădurilor de molid, Ed. Ceres, 1990 și Putregaiul roșu la molid. Măsuri de prevenire și combatere, Ed. Ceres, 1993, constituie bazele unei lucrări monografice de sinteză asupra molidișurilor din țara noastră.

Probleme actuale și de perspectivă ale pădurilor de molid

Din analiza sumară a bibliografiei consultate se constată că cercetarea științifică a adus contribuții incontestabile la cunoașterea, sub toate aspectele, a molidului ca arbore și a pădurilor de molid, la perfecționarea tehnicilor și tehnologiilor de creare, conducere și valorificare a acestora. Rămân deschise încă o serie de domenii în care cercetări de detaliu și experimentări susținute se impun în continuare, în vederea definitivării tehnologiilor optime în raport cu particularitățile staționale, economic și de arboret.

Stabilitatea rămâne domeniul larg al unor preocupări care, alături de cercetările teoretice și practice, vor trebui susținute cu o serie de analize economice adecvate.

În acest sens, considerăm că tehnicile și metodele de simulare pot aduce o serie de noutăți care ar fundamenta economic aplicarea unor tehnologii puse la punct, dar încă neacceptate total în producție. Stabilitatea la zăpadă și vânt, reducerea frecvenței putregaiului de rană, care are la origine intervenții antropice nefundamentate economic, rămân punctele fierbinți ale cercetării prezente și viitoare. De asemenea cu efecte economice și ecologice spectaculoase estimăm a fi abordarea unor cercetări mature privind valorificarea superioară a lemnului de mici dimensiuni rezultat din curățiri și rărituri. Acestea ar impulsiona lucrările de îngrijire care, dacă ar fi aplicate în condiții optime, ar contribui în cel mai înalt grad la ridicarea stabilității molidișurilor. Cercetările de până acum furnizează o bază solidă pentru proiectarea tehnologiilor optime de lucru. Probabil că o direcție importantă a lucrărilor viitoare o va constitui cercetarea tehnologică, care va putea oferi în timp scurt răspunsuri la întrebările producției, cât, când și cum să se execute o anumită lucrare pentru realizarea țelurilor stabilite.

Gospodărirea pădurilor cu lemn de rezonanță și claviatură și menținerea unui echilibru optim între pădure și vânat (cerb, căprior) constituie o preocupare primordială a cercetătorilor și practicienilor din Bucovina.

De perspectivă mai îndepărtată, dar încă insuficient susținut de lucrări, rămâne domeniul mirific al ameliorării pe cale genetică a populațiilor de molid. Cercetările sunt abia la început și ele au fost impulsionate mai ales de rezultatele deosebite obținute de proveniențele românești în culturi comparative, realizate în ultima jumătate de secol în Europa.

Cunoașterea și menținerea genofondului molidului de Carpați alături de un control tot mai riguros al provenienței și calității materialului de împădurire se impune ca o lege de bază a culturii molidului în România.

NORWAY SPRUCE (PICEA ABIES (L.) KARST) IN ROMANIAN LITERATURE (1890 - 1990)

The purpose of this paper is to try to settle in a synthetic presentation of the evolution of specific silvicultural problems of Romanian Norway spruce forests on the basis of 737 references published in the period 1890 - 1990.

Tab. 1 shows the distribution of works in different branches within the last century. From a total of 737 references, 156 treat the ecology of spruce woods, 115 silvotechnics and management, 112 natural and artificial regeneration of Norway spruce, 143 protection of Spruce against biotic (108) and abiotic - wind, snow - (35) factors. 78 of works are dealing with biometry and management organization in spruce stands and more that 52 with soils and stations favourable for the spruce.

A remarkable activity was dealing in the last 35 years in the Experiment Station for Norway spruce Silviculture, focused on the stability of spruce stand against biotic and abiotic factors.