

Identificarea factorilor dăunători care afectează culturile forestiere – principii generale și un studiu de caz

N. Olenici

Olenici N., 2021. Identification of harmful factors affecting forest crops - general principles and a case study. Bucov. For. 21(2): 165-181

Abstract. Forest crops in greenhouses, nurseries, plantations, etc. are frequently affected by many harmful factors and the prevention or limitation of damage caused by these factors requires a correct and rapid diagnosis. However, correct diagnosis is a complicated process and Romanian literature in this field does not provide information on how to proceed so a correct diagnosis can be reached in the shortest possible time. This paper presents the steps of a systematic approach, designed to facilitate this process: obtaining the big picture or understanding the context, analyzing representative samples taken from the affected culture, detailed analysis of the damaged organs; analyzing and synthesizing the information obtained, respectively establishing the diagnosis. The general principles are supported by numerous examples from the author's experience or from the literature. To illustrate how to apply the systematic approach in diagnosing disorders, diseases or injuries caused by various factors, it is presented - as a case study - how the cause of sprouting failure in Norway spruce seedlings was determined for a greenhouse culture. Applying in this particular case the mentioned principles, information was gathered on the basis of which four of the hypotheses formulated in order to explain the mentioned phenomenon were invalidated. These hypotheses were: the seeds sown were of poor quality; seed germination did not occur due to water deficiency or excess; the seedlings did not sprout, being affected by the cold that occurred after sowing; seedlings did not sprout due to damage provoked by various organisms in the seedbed. All the information gathered confirmed the fifth hypothesis, namely the death of seeds in the process of germination due to the toxic effect of the substance used to disinfect the seedbed (Basamid, which incorporates as active substance dazomet). This is an eloquent example of the importance of knowing the context in which the phenomenon studied occurred. Without the information obtained at this stage of the investigation, a correct and relatively rapid diagnosis would not have been possible.

Keywords: forest crops, harmful factors, diagnosis, systematic approach, case study, Norway spruce, seedling failure, Basamid (dazomet).

Author. Nicolai Olenici (olenicifp@yahoo.com) - "Marin Drăcea" National Research-Development Institute in Forestry, Station Câmpulung Moldovenesc, 73bis, Calea Bucovinei, 725100 Câmpulung Moldovenesc, Romania.

Manuscript received December 04, 2021; revised December 22, 2021; accepted December 23, 2021; online first December 28, 2021.

Introducere

Culturile forestiere din solarii și pepiniere sau plantații sunt afectate an de an, într-o măsură mai mare sau mai mică, de numeroși factori dăunători, a căror acțiune le provoacă boli¹ sau vătămări² ce se soldează cu pierderi care uneori pot fi considerabile. În funcție de natura factorului dăunător, se disting boli de natură biotică (unele dintre ele fiind infecțioase)³ și boli de natură abiotică (neinfecțioase)⁴. Vătămările pot fi și ele cauzate de factori biotici (insecte, acarieni, mamifere, păsări) sau abiotici (grindină, incendii, inundații etc.). Atunci când apar asemenea fenomene, prevenirea pagubelor (sau cel puțin limitarea lor) necesită o diagnosticare⁵ corectă și cât mai rapidă a bolii sau vătămării, astfel încât să se aplice de îndată măsurile cele mai adecvate pentru fiecare situație în parte. Acest aspect este deosebit de important în cadrul unui management integrat al bolilor și dăunătorilor (Petzold 1997) și cu atât mai mult în cadrul unui management holistic⁶ (Landis et al. 2009, 2014). Chiar și atunci când pentru cultura respectivă nu se mai poate face nimic pentru a mai salva ceva, un diagnostic corect este de dorit, deoarece poate fi de folos pentru prevenirea repetării unor asemenea situații.

Sunt unele situații⁷ în care identificarea cauzelor unor vătămări este foarte simplă și stabilirea măsurilor ce se impun ține de bunul simț. În foarte multe cazuri însă, stabilirea corectă a cauzelor este dificilă, deși bolile și vătămările cele mai frecvente din culturile forestiere sunt prezentate în literatura de specialitate aflată la îndemâna practicienilor de la noi (Georgescu 1955, Georgescu et al. 1949, 1957; Simionescu et al. 1971, Marcu și Tudor 1975, Simionescu et al. 2000, Marcu 2005, Fodor și Șesan 2014)⁸. În astfel de situații, cei care gestionează culturile apelează de obicei la sprijinul specialiștilor din cercetare și trimit probe de puiet vătămat la laborator, pentru analize. Luarea în considerare doar a simptomelor⁹ pe care le prezintă puietii s-ar putea însă să nu ducă la o identificare corectă a cauzei care le-a determinat, deoarece factori diferiți pot duce la apariția unor

simptome similare¹⁰. Pe de altă parte, factorul dăunător care se identifică pe baza probei (ori a imaginilor) primite la laborator s-ar putea să fie doar unul dintre factorii implicați în producerea fenomenului semnalat și – cel puțin în unele cazuri – nu cel mai important¹¹. În acest sens, Lucas et al. (1992, p. 3) menționează că uneori s-ar putea să fie ușor de izolat un agent patogen, dar identificarea cauzei reale a bolii să dureze chiar câțiva ani.

În fine, sunt și situații în care determinarea cauzei bolii sau vătămărilor, doar pe baza probelor primite la laborator, nu se poate face fie din lipsa dotărilor necesare, fie pentru că ar costa foarte mult și ar dura mult timp¹². Prin urmare, este necesară o abordare sistematică (Green et al. 1990), care să includă un spectru mult mai larg de informații care - analizate în ansamblul lor - să conducă la eliminarea una câte una a ipotezelor ce se pot formula pentru explicarea fenomenului semnalat, până când rămâne doar una singură și toate datele disponibile converg în a susține acea ipoteză.

Pentru că cel mai adesea diagnosticul stabilit nu poate fi verificat experimental (în primul rând din lipsa timpului, dar și a posibilităților tehnice și financiare de reproducere a condițiilor care au dus la producerea fenomenului observat), o ipoteză se poate considera validă dacă dovezile și informațiile adunate se pot organiza și interpreta logic în așa fel încât să evidențieze mecanismul sau mecanismele de acțiune prin care factorul identificat ar fi putut provoca simptomele sau vătămările observate la plantele afectate. Pentru aceasta este însă nevoie de cunoștințe din mai multe discipline, precum botanică, microbiologie, fitopatologie, entomologie, fiziologia plantelor, pedologie etc., dar și de o bogată experiență în domeniu¹³. Chiar și așa, orice diagnostic implică o doză de incertitudine, deoarece manifestarea oricărei boli este rezultatul interacțiunii dintre plantele în cauză, mediul fizico-chimic și mediul biotic în care acestea se află, iar stresul care provoacă o boală fiziologică poate fi cauzat de acțiunea simultană a mai multor factori ce pot totodată predispuce plantele la boli cauzate de agenți infecțioși (Blanchard și Tattar 1981, p. 226).

Având în vedere faptul că în literatura de specialitate din țara noastră această problemă nu a fost abordată, scopul lucrării de față este de a prezenta pașii unei asemenea abordări sistematice, pași pe care i-am identificat în mod intuitiv, în urma confruntării cu un spectru larg de situații practice, și pe care ulterior i-am întâlnit menționați, într-o formă sau alta, în diverse lucrări publicate în străinătate (Street 1972, Peterson și Smith 1975, Nef et al. 1999, Mangini 2012, Costello et al. 2014), dintre care unele au devenit în ultima vreme accesibile prin intermediul internetului. Lucrarea se adresează atât celor ce se ocupă în mod curent de instalarea, îngrijirea și protecția culturilor forestiere, cât și celor care sunt solicitați să întocmească documente oficiale (buletine de analiză, note de constatare etc.) și care își asumă în acest fel o răspundere deosebită, punând un diagnostic sau altul și recomandând diverse măsuri de aplicat, în funcție de diagnostic. Ea este menită să fie un ajutor în special pentru începători, care – chiar dacă au o pregătire teoretică adecvată - au dificultăți foarte mari în rezolvarea problemelor de acest fel, din cauza lipsei de experiență.

Pașii unei abordări sistematice

Obținerea imaginii de ansamblu sau înțelegerea contextului

Pentru ca investigațiile să se desfășoare cât mai eficient și diagnosticul să se stabilească într-un timp cât mai scurt, primul pas trebuie să constea în obținerea informațiilor care descriu cât mai complet contextul (spațial, temporal sau de altă natură) în care s-a produs sau încă se produce fenomenul studiat.

Informațiile care definesc contextul spațial se obțin prin observarea directă a întregii culturi în care au apărut simptome de dezechilibre fiziologice, boală sau vătămări la unele plante, dar și a celorlalte culturi situate în imediata apropiere a celei afectate ori chiar la distanțe mai mari, în cadrul aceleiași pepiniere. Analizarea în ansamblu a culturii afectate permite observarea unui

anumit **tipar al distribuției spațiale a plantelor cu simptome**, tipar care ar putea fi eventual asociat cu prezența unor anumite neuniformități (denivelări) ale terenului, a unor obstacole care au influențat modul de acțiune a factorului vătămător (de exemplu arbori care umbresc o parte din cultură sau o protejează de curenții de aer reci), cu poziționarea instalației de udare etc. Totodată, se poate stabili care este **ponderea plantelor afectate și în ce măsură acestea se diferențiază între ele**, în sensul că unele prezintă un început de afectare, altele sunt mai grav afectate și o parte sunt deja moarte. Pe baza acestei diferențieri se poate stabili cum s-a propagat efectul factorului vătămător sau existența unui gradient în ce privește intensitatea acestuia.

Analizarea culturilor din apropiere, din aceeași specie sau din specii diferite, poate oferi de asemenea indicii privind specificitatea factorului dăunător pentru anumite specii de plante sau anumite categorii de vârstă, indicii care să ajute la identificarea factorului care a dus la apariția vătămărilor.

Contextul temporal (istoricul culturii afectate) se stabilește pe baza informațiilor extrase din documentele de la ocol ori care sunt furnizate de personalul care este responsabil de cultura analizată¹⁴. Acestea trebuie să vizeze momentele în care s-au efectuat diverse lucrări în cultura afectată (semănare, repicare, udare, tratarea cu produse fitosanitare sau cu fertilizanți etc.), când au apărut primele simptome, care a fost evoluția acestora, dacă au fost probleme similare în anii anteriori, când au avut loc eventuale evenimente meteorologice ori de altă natură care ar fi putut afecta cultura etc. Din astfel de informații se poate deduce dacă apariția simptomelor este asociată cu efectuarea sau neefectuarea vreuneia dintre lucrări (de ex. aplicarea unui tratament cu un erbicid ori neudarea la timp a plantulelor din solar), cu producerea vreunui fenomen meteorologic deosebit (îngheț timpuriu sau târziu, grindină, valuri de căldură etc.) ori dacă e vorba despre un factor biotic care s-a manifestat și în anii anteriori (o boală provocată de o ciupercă ce se menține de la un an la altul pe frunzele căzute la sol, larve de cărbuși etc.).

Prezintă de asemenea interes și alte categorii de informații, precum: însușirile fizice și chimice ale solului din pepinieră sau ale patului germinativ din solarii¹⁵, sursa de apă folosită, cantitățile de apă administrate la fiecare udare, perioada din zi în care se face udarea, modul de verificare a umidității din patul germinativ, felul tratamentelor aplicate, substanțele folosite, concentrațiile soluțiilor, norma de consum etc. Acestea se obțin în mod similar celor menționate anterior sau din alte surse, după caz.

Având în vedere faptul că factorii abiotici (extreme de temperatură, deficit sau exces de apă, grindină etc.) acționează pe o scară spațială mai largă, este de așteptat ca distribuția puieților afectați să fie relativ uniformă în cadrul culturii, să fie afectate culturi de vârste și specii diferite, simptomele să apară rapid și relativ uniform, și să nu aibă loc o propagare ulterioară a bolii în cadrul culturii, după cum se menționează și în literatură (Landis 1989, Nef et al. 1999). Trebuie însă avut în vedere faptul că orice cultură forestieră nu se situează într-un mediu omogen și că eterogenitatea mediului poate afecta distribuția spațială a puieților cu simptome¹⁶.

De asemenea, trebuie ținut cont de faptul că puieți din aceeași specie, dar de vârste diferite ar putea să aibă o sensibilitate diferită la acțiunea diversilor factori abiotici vătămători¹⁷. În cazul diverselor lucrări, este foarte posibil ca felul în care se efectuează acestea să inducă o neuniformitate a manifestării factorului abiotic și vătămările să nu fie – din acest motiv – nici ele distribuite relativ uniform¹⁸. Chiar dacă puieții vătămați nu au o distribuție relativ uniformă, observând cu atenție tiparul distribuției lor și căutând să se identifice cu ce anume se poate asocia acel tipar, se va putea identifica factorul cauzal. În multe cazuri, factorii abiotici s-ar putea să nu producă ei înșiși vătămări, dar să favorizeze înmulțirea unor factori biotici¹⁹.

În cazul puieților vătămați de factori biotici, aceștia au inițial o distribuție întâmplătoare (dacă agentul patogen se răspândește cu ajutorul vântului sau al insectelor) sau grupată (în vetre), dacă e un agent patogen sau vreun dăunător din sol. Simptomele acestor puieți evoluează mult

mai lent și neuniform, iar vătămările se extind treptat în cultură, atunci când se mențin condiții favorabile organismelor dăunătoare. În plus, mulți dintre factorii biotici au o anumită specificitate, afectând doar anumite specii-gazdă și anumite stadii de dezvoltare a plantelor. De asemenea, pe puieții afectați de factori biotici se pot găsi și anumite stadii de dezvoltare ale organismelor dăunătoare (de ex. corpi de fructificație ai ciupercilor) ori resturi ale acestora (de ex. exuvii ale larvelor de insecte sau acarieni), care pot servi la identificarea speciilor respective.

Ținând cont de aspectele menționate, după analizarea atentă a contextului în care se plasează fenomenul studiat, ar trebui să se poată stabili dacă factorul dăunător este de natură biotică sau abiotică, restrângând astfel mult sfera de investigare la pașii următori. Este însă necesară o doză de precauție în ce privește informațiile care nu sunt obținute prin observații efectuate direct de cel ce face investigația, mai ales atunci când există indicii conform cărora cultura a fost afectată negativ ca urmare a unor greșeli tehnice²⁰.

Analizarea unor eșantioane reprezentative, constituite din plante întregi, din cultura afectată

Cunoscând contextul în care s-a produs dezechilibrul fiziologic, boala sau vătămarea plantelor, investigatorul trece la pasul următor: analizarea în întregime (frunze, lujeri, tulpini, rădăcini) a unor plante recoltate din cultura afectată. Acestea trebuie să constituie eșantioane reprezentative pentru cultura respectivă, adică să includă atât plante sănătoase sau aparent sănătoase, cât și plante care manifestă întreaga gamă de simptome vizibile, de la cele incipiente, până la cele caracteristice plantelor moarte (atunci când este cazul).

Plantele pentru analiză trebuie scoase cu grijă, astfel încât să nu se vatăme rădăcinile. Este de preferat să se scoată cu tot cu substratul în care sunt răsfirate rădăcinile (sol sau material din patul germinativ) și să se pună în pungi. La laborator, materialul în care sunt rădăcinile se

înlătură cu atenție și se colectează pentru investigații ulterioare. Apoi rădăcinile (și tulpinile, dacă este nevoie) se spală cu apă, având grijă – pe cât posibil - să nu se desprindă scoarța de pe rădăcini, ceea ce se întâmplă frecvent când rădăcinile sunt moarte de mai mult timp.

Când plantele (plantule sau puieți) se pot vedea bine în întregime, acestea se sortează pe categorii, în funcție de gravitatea simptomelor²¹ pe care le prezintă, prima categorie fiind constituită din plantele sănătoase (fără simptome de boală sau vătămări), care vor constitui reperul pentru celelalte, iar ultima categorie plantele moarte (dacă există deja plante moarte). În cazul în care la sortarea plantelor se observă că sunt tipuri diferite de simptome, categoriile menționate anterior se realizează pentru fiecare tip de simptom observat²².

Dacă gruparea pe categorii se face cu atenție, adeseori se poate constata că fiecare categorie se caracterizează nu doar printr-o intensitate (gravitate) diferită a simptomelor pe baza căreia s-a făcut gruparea, ci și prin alte trăsături care diferă, precum mărimea părții aeriene a plantelor ori mărimea rădăcinilor, gradul de vătămare a tulpinilor sau rădăcinilor etc. Aceste aspecte, observate cu atenție și interpretate corect, pot oferi informații despre perioada de timp scursă de la debutul bolii (plantulele sau puieții sănătoși fiind în multe cazuri mai mari decât cei mai bolnavi, dacă s-a scurs mult timp de la îmbolnăvirea primelor plante) ori despre factorii care au favorizat producerea vătămarilor constatate²³.

Dacă rădăcinile plantelor analizate sunt în bună stare, normal dezvoltate și fără răni, se pot exclude dintre potențialii factori dăunători cei de natură biotică care trăiesc în sol, dar și unii dintre factorii abiotici care acționează prin intermediul solului (de ex. excesul de apă, substanțe toxice din sol etc.). Pentru a stabili că factorul dăunător a acționat din sol sau prin intermediul solului, este esențial să se observe dacă primele simptome la frunze și lujeri apar după cele de pe rădăcini (brunificarea vârfurilor, putrezirea scoarței, roaderea scoarței și eventual a rădăcinii în totalitate). Atunci când rădăcinile

mor ca urmare a infecțiilor cu agenți patogeni, a roaderii de către insecte sau alte animale, a lipsei de oxigen sau a toxicității unor substanțe din sol, partea aeriană a plantelor este afectată în întregime, chiar dacă primele simptome apar de regulă la frunzele și lujerii cei mai tineri.

Deși simptomele singure nu sunt suficiente pentru a pune un diagnostic concludent decât în cazul bolilor provocate de agenți patogeni obligați, cum sunt ruginile sau făinările (Nef et al., 1999), informațiile colectate în această etapă vin să restrângă și mai mult sfera potențialilor factori dăunători implicați în producerea fenomenului studiat, cel mai adesea indicând către o anumită grupă restrânsă de agenți patogeni, insecte sau factori abiotici.

Analizarea în detaliu a organelor vătămate

Analizarea plantelor în întregime și compararea celor bolnave cu cele sănătoase permit stabilirea cu claritate a organelor afectate și a succesiunii apariției simptomelor. Pentru a obține informații suplimentare, organele vătămate trebuie analizate cu atenție, folosind o lupă de mână sau o lupă binocular. În acest mod se pot observa diverse aspecte (de ex. micelii de ciuperci, corpi de fructificație ai acestora, exuvii larvare, urme de hrănire a insectelor etc.) care nu sunt sesizabile cu ochiul liber ori la o primă privire par a fi altceva.

Analizarea și sintetizarea informațiilor adunate și stabilirea diagnosticului

Cunoscând specia căreia aparțin plantele afectate, organele care au fost afectate, detaliile simptomelor care au apărut și diverse alte semne sesizate prin examinarea cu lupa, precum și toate informațiile culese în cadrul etapelor anterioare ale investigației, se poate preciza, în general, pe baza literaturii de specialitate, factorul causal sau cel puțin grupa restrânsă din care acesta face parte (de ex. larve de cărăbuși, fără a stabili cu exactitate specia, agenți patogeni ce determină culcarea plantulelor etc.). În acest sens sunt foarte utile lucrările bine ilustrate, în

care simptomele observate pot fi comparate cu cele din fotografii, nu doar cu descrierea din text, și în care bolile și vătămrile sunt grupate pe specii gazdă, grupe de vârstă (dacă este cazul), organe afectate și tipuri de simptome, așa cum sunt lucrările publicate de Sutherland et al. (1989), Hamm et al. (1990), Nef et al. (1999), Cram et al. (2012), Katovich et al. (2014).

Pot fi însă situații în care, chiar și după parcurgerea acestor etape, să nu se poată stabili un diagnostic ori să se dorească o confirmare a diagnosticului deja stabilit²⁴, precum și situații în care recomandarea celor mai adecvate măsuri să necesite o aprofundare a investigațiilor²⁵. În asemenea cazuri, investigațiile ar trebui continuate în laboratoare de specialitate, în funcție de rezultatele deja obținute orientând investigațiile spre identificarea agentului patogen ori stabilirea nivelului carențelor de nutriție, identificarea substanțelor toxice care au vătămat plantele etc.

Deoarece tipul, numărul, mărimea, modul de recoltare și ambalare a probelor variază de la caz la caz, atunci când sunt necesare analize de specialitate (biologice, chimice etc.), cel mai indicat este să se contacteze laboratorul la care ar urma să se facă analizele, care va trimite personal specializat să recolteze probele ori va da instrucțiuni specifice fiecărui caz.

Chiar dacă investigațiile trebuie continuate după parcurgerea pașilor menționați, aplicarea acestei proceduri permite restrângerea la minimum a analizelor de specialitate, ceea ce înseamnă reducerea costurilor și scurtarea timpului de obținere a unui diagnostic corect.

În practică, frecvent, diagnosticul ce se stabilește urmând procedura descrisă nu este confirmat de dovezi directe, rezultate din analize de specialitate, ci rămâne un diagnostic circumstanțial (bazat pe dovezi indirecte și pe simptomele prezentate de plantele afectate). Cu toate acestea, dacă informațiile adunate sunt analizate cu atenție (ținând cont de oricare alți factori care ar putea determina simptome similare) și se identifică mecanismul prin care factorul dăunător ar fi putut produce simptomele observate, măsurile ce se prescriu sunt, în general, adecvate pentru a limita pagubele și

a preveni repetarea situației constatate. În fapt, atunci când variantele posibile de diagnostic s-au restrâns și toate care au rămas presupun aceleași măsuri de gestionare a situației, din considerente de eficiență a muncii se recomandă sistarea investigației (Brewer 2015).

Punerea unui diagnostic nu este însă un scop în sine. De aceea, ajuns în această fază, investigatorul a rezolvat problema doar pe jumătate, iar pentru o rezolvare completă este necesar să stabilească setul de măsuri ce ar trebui aplicate pentru a stopa agravarea situației și pentru eventuala însănătoșire a plantelor afectate (atunci când acest lucru este posibil). Sunt însă și situații în care cultura este complet compromisă și nu se mai poate salva nimic. În astfel de cazuri, măsurile ce se prescriu trebuie să vizeze evitarea repetării unor asemenea situații. Măsurile care se prescriu trebuie să se bazeze pe date științifice (experimente, observații din cazuri similare anterioare etc.), să fie eficiente și fezabile în cazul concret studiat. Prescrierea unor măsuri eficiente și fezabile necesită însă înțelegerea corectă de către investigator a fenomenului studiat și ținerea cauzelor care l-au generat, dar și cunoașterea întregii palete de măsuri ce s-ar putea aplica și a admisibilității lor din perspectiva reglementărilor în vigoare. În acest sens, experiența este deosebit de utilă, iar în lipsa ei este nevoie să se recurgă la sursele de informații existente (cărți de specialitate, articole științifice, baze de date etc.), precum și la ajutorul experților cu mai multă experiență în probleme de genul celei analizate.

Studiu de caz

Semnalarea problemei

La 31 mai 2016, laboratorul nostru a fost solicitat de către un ocol silvic²⁶ să acorde asistență tehnică "cu privire la clarificarea unor aspecte legate de răsărirea culturilor din solarii și pepiniere, culturi înființate în toamna 2015 și primăvara 2016". Din discuția telefonică ce a urmat, am aflat că era vorba despre o cul-

tură de brad (*Abies alba* Mill.), semănată din toamna anului 2015 și una de molid (*Picea abies* (L.) H.Karst.), semănată în primăvara respectivă, ambele cu răsărire foarte slabă. Cu prilejul acelei discuții mi s-a precizat și faptul că se dorea stabilirea cauzelor nerăsăririi plantulelor, aspect nemenționat explicit în adresa oficială. Fiind vorba despre un studiu de caz, în cele ce urmează se prezintă numai problema ca ce ține de cultura de molid.

Formularea ipotezelor

În vederea culegerii informațiilor necesare stabilirii cauzelor nerăsăririi plantulelor, s-au formulat următoarele ipoteze de lucru:

- i) răsărirea foarte slabă era rezultatul folosirii unor semințe de o calitate necorespunzătoare, care nu au germinat din cauză că au fost seci, atacate de dăunători seminofagi sau și-au pierdut capacitatea de a germina, fiind prea vechi ori păstrate în condiții inadecvate;
- ii) germinarea semințelor și/sau răsărirea plantulelor nu s-a produs din cauza apei insuficiente sau în exces din patul germinativ;
- iii) majoritatea plantulelor nu au răsărit fiind afectate de frigul care a survenit după semănare (ipoteză menționată și de personalul de la ocol);
- iv) plantulele nu au răsărit din cauza atacării lor de către agenți patogeni sau de către alte organisme din sol, înainte de răsărire;
- v) semințele sau plantulele au fost afectate de către pesticidele utilizate.

Stabilirea contextului

Pentru obținerea mai multor informații despre cultura respectivă, dar și pentru efectuarea de observații la fața locului și prelevarea de probe pentru analize, s-a efectuat o deplasare în data de 3 iunie 2016.

De la ocol s-au primit informații cu privire la proveniența și calitatea semințelor semănate, felul cum a fost pregătit și tratat patul germinativ, data semănării etc. Conform buletinului de analiză din ianuarie 2016²⁷, lotul de semințe utilizat a avut o puritate de 96,8%, 64,25%

semințe normal germinate la 14 zile, 21,75% semințe moarte și 14,0% semințe seci.

În data de 17 martie 2016, patul germinativ a fost dezinfectat cu Basamid granule (5 kg/100 m²) și udat, iar semănarea s-a făcut după trei săptămâni, respectiv în 7 aprilie 2016. Înainte de semănare, semințele au fost tratate, timp de o oră, cu extract de usturoi pentru a preveni atacul agenților patogeni. După semănare, semințele s-au acoperit cu nisip și s-a făcut udarea semănăturii în mod regulat.

După obținerea informațiilor referitoare la cultura respectivă, s-au efectuat observații în solar cu privire la gradul de răsărire a plantulelor și distribuția lor pe suprafața straturilor. La data respectivă, plantulele care răsăriseră aveau cca. 2,5 cm înălțime și ocupau doar o mică parte (cca. 15-20%) din suprafața patului germinativ, cu o distribuție foarte neuniformă, existând puncte cu desime normală a plantulelor și zone mari din patul germinativ fără nici o plantulă (fig. 1). Chiar și în punctele în care plantulele avuseseră o desime normală, o mare parte (cca. 50%) dintre ele erau moarte, de culoare galbenă, culcate pe suprafața patului germinativ sau încă în poziție verticală (fig. 2a). Toate acestea aveau rădăcinițele putrede (fig. 2b), așa cum aveau și unele dintre plantulele care prezentau încă un colorit normal (verde) al cotiledoanelor și tulpinițelor (fig. 2c).

Prelevarea și analizarea unor eșantioane reprezentative

Deși era evident că cea mai mare parte a plantulelor răsărite erau fie moarte, fie bolnave (putrezirea rădăcinițelor), problema principală în acest caz o reprezenta nerăsărirea plantulelor pe mai bine de 80% din suprafața patului germinativ. Ca urmare, investigațiile ce au urmat s-au focalizat pe acest aspect. În acest scop, din solar s-au recoltat trei probe (eșantioane) de material din patul nutritiv de pe trei suprafețe de 24 cm x 24 cm x 2,5 cm situate în locuri în care nu existau plantule răsărite. La laborator, din fiecare probă s-au extras și numărat toate semințele existente, apoi acestea au fost împăr-



Figura 1 Vedere de ansamblu din solarul în care s-a semănat sămânța de molid. Se observă că plantulele ocupă o mică parte din suprafața patului germinativ, că sunt foarte neuniform distribuite și că în unele puncte desimea lor este cea normală

View of the greenhouse where the Norway spruce seeds were sown. One can observe that the seedlings occupy restricted areas of the seedbed, that they are very unevenly distributed and that in some small areas their density is normal



Figura 2 (a) Un punct în care plantulele de molid au răsărit, dar mare parte dintre ele au și murit (aveau culoare galbenă și unele erau culcate pe patul germinativ); (b) Plantule de molid moarte, cu rădăcinile putrede și părțile aeriene (tulpinițe, cotiledoane) îngălbenite complet; (c) Plantule de molid aparent sănătoase (primele trei din stânga) și plantule cu rădăcini putredă, dar cu cotiledoanele încă verzi sau care abia încep să se îngălbenească

(a) A point where the spruce seedlings emerged, but most of them died (they were yellow and some were lying on the seedbed); (b) Dead spruce seedlings with rotten roots and aerial parts (stems, cotyledons) with yellow discoloration; (c) Seedlings apparently healthy (first three on the left) and seedlings with rotten roots, but with cotyledons still green or just beginning to turn yellow

țite în patru categorii: 1) semințe care începuseră să germineze și la care se vedea rădăcina; 2) semințe care aveau tegumentul vizibil crăpat începând din zona micropilului, dar nu aveau rădăcina vizibilă; 3) semințe care nu aveau tegumentul crăpat ca cele din categoria a 2-a și 4) semințe vizibil anormale (puternic deformate, sparte, cu tegumentul parțial ros etc.). Ulterior, din semințele încadrate în categoria a 2-a și a 3-a s-au prelevat la întâmplare câte 100 exemplare pentru fiecare eșantion și s-au secționat longitudinal pentru a se vedea conținutul lor.

În cele trei probe de material prelevat de la suprafața patului germinativ s-au găsit, în medie, câte 786,7 semințe (tabelul 1), ceea ce corespunde unui număr mediu de 13658 semințe/m², mai mult decât suficient pentru a obține indicii de producție specifici pentru puieții de molid destinați repicajului de primăvară (1500 puieți/m²) (Radu et al. 1994).

Din cele 2186 semințe analizate, 63% aveau tegumentul crăpat în zona micropilului (pe unde iese rădăcina, hipocotilul și cotiledoanele din interiorul seminței), 31,1 % aveau tegumentul necrăpat și 5,9% erau semințe vizibil neviabile, anormal deformate, roase parțial sau

sparte (tabelul 1).

În cazul semințelor cu tegumentul crăpat, unele (reprezentând 9,7% din totalul semințelor analizate) aveau rădăcina vizibilă (fig. 3), dar la cea mai mare parte dintre acestea nu s-a observat prezența rădăcinii (fig. 4), deși aspectul interior al semințelor cu rădăcină și respectiv fără rădăcină era foarte asemănător (fig. 5-6) și cu nimic esențial diferit de semințele din care au ieșit plantulele (fig. 7), ceea ce denotă că toate semințele cu tegumentul crăpat au parcurs cel puțin parțial procesul de germinație.

Semințele cu tegumentul necrăpat (fig. 8) au fost constituite în proporție de 60% din semințe pline (normale, cu endospermul și embrionul normal dezvoltat - figura 9, și respectiv anormale, la care embrionul nu s-a putut decela), 31% semințe seci (normale, cu tegumentul seminței neîngroșat - figura 10, și respectiv anormale, cu tegumentul puternic îngroșat), 3,3% semințe atacate de insecte seminofage, precum *Plemeliella abietina* Seitner, 1908 (Diptera: Cecidomyiidae) și *Megastigmus strobilobius* Ratzeburg, 1848 (Hymenoptera: Torymidae) (figurile 11-12) și 5,7% alte categorii de semințe neviabile (tabelul 2).

Tabel 1 Numărul și ponderea categoriilor de semințe de molid găsite în patul germinativ din solar
The number and proportion of the spruce seed categories found in the seedbed of the greenhouse

Eșantion nr.	Semințe cu tegumentul crăpat				Semințe cu tegumentul necrăpat		Semințe deformate, roase, sparte		Total	
	cu rădăcina vizibilă		fără rădăcină		Nr.	%	Nr.	%	Nr.	%
	Nr.	%	Nr.	%						
1.	101	12,1	414	49,6	289	34,7	30	3,6	834	100
2.	69	8,8	458	58,4	231	29,5	26	3,3	784	100
3.	41	7,2	294	51,8	160	28,2	73	12,8	568	100
Total	211	9,7	1166	53,3	680	31,1	129	5,9	2186	100
Media	70,3		388,7		226,7		43,0		786,7	

Tabel 2 Situația semințelor de molid cu tegumentul necrăpat găsite în patul germinativ din solar
The situation of the spruce seeds with uncracked integument found in the seedbed of the greenhouse

Eșantion nr.	Semințe pline		Semințe seci		Semințe cu larve de ...		Alte categorii
	normale	anormale	normale	anormale	<i>Plemeliella</i>	<i>Megastigmus</i>	
1.	60	6	17	7	2	1	7
2.	45	15	32	1	2	0	5
3.	34	20	32	4	2	3	5
Total	139	41	81	12	6	4	17
%	46,3	13,7	27,0	4,0	2,0	1,3	5,7

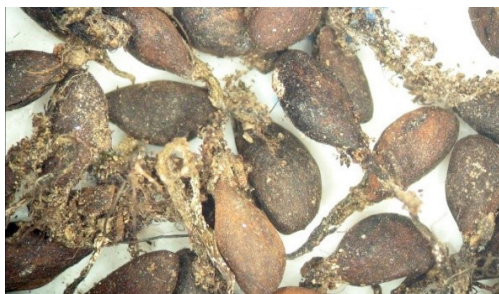


Figura 3 Semințe de molid recoltate din patul germinativ, care aveau tegumentul crăpat și rădăcina clar vizibilă
Spruce seeds collected from the seedbed, which had a cracked integument and a clearly visible radicle

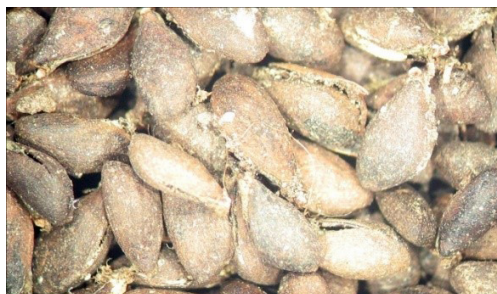


Figura 4 Semințe de molid recoltate din patul germinativ, care aveau tegumentul crăpat în zona micropilului, dar rădăcina nu era vizibilă
Spruce seeds collected from the seedbed, which had cracked integument in the micropyle area, but the radicle was not visible



Figura 5 Conținutul semințelor care aveau tegumentul crăpat, dar fără rădăcină
The content of the seeds that had a cracked integument, but without a radicle and a clearly visible radicle



Figura 6 Conținutul semințelor care aveau tegumentul crăpat și rădăcină
The contents of the seeds that had a cracked integument and a radicle



Figura 7 Conținutul semințelor din care au ieșit plantulele, rămânând doar tegumentul și nucela
The content of the seeds from which the seedlings came out, leaving only the integument (seed coat) and the nucellus

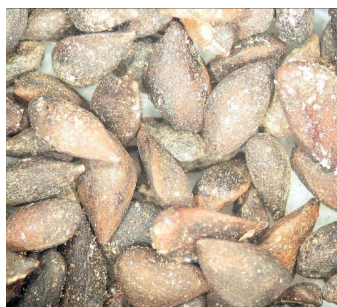


Figura 8 Semințe cu tegumentul necrăpat
Seeds with uncracked integument



Figura 9 Semințe pline, cu endospermul și embrionul normal dezvoltat
Seeds with normally developed endosperm (megagametophyte) and embryo



Figura 10 Semințe seci, cu tegumentul neîngroșat. Se observă tegumentul seminței, nucela și embrionul deshidratat
Empty seeds, with unthickened seed coat. Seed coat, nucellus and the dehydrated embryos are visible



Figura 11 Sămânță cu o larvă de *Plemeliella abietina*
A seed with a larva of Plemeliella abietina

Analizarea și sintetizarea informațiilor obținute și stabilirea diagnosticului

Proporția semințelor care au început să germineze (63%) este foarte aproape de ponderea semințelor normal germinate prescrisă în buletinul de analiză (64,25%), iar ponderea semințelor cu tegumentul necrăpat însumată cu cea a semințelor deformate, roase sau sparte (37%) este similară cu ponderea semințelor moarte și a celor seci (35,75%) din buletinul de analiză, ceea ce confirmă identitatea lotului de semințe și faptul că acestea nu și-au pierdut capacitatea germinativă de la momentul efectuării analizelor de laborator (ianuarie 2016) până la data semănării în solar (7 aprilie 2016). Prin urmare, prima ipoteză referitoare la nerăsărirea plantulelor din cauza calității necorespunzătoare a semințelor nu s-a confirmat.

A doua ipoteză este infirmată de prezența unor plantule, pe cca. 15-20% din suprafața patului germinativ, care nu sunt grupate într-o singură zonă din solar, ci de-a lungul tuturor straturilor, de la un capăt la altul. Este exclus ca udarea straturilor să se fi făcut în mod adecvat doar în punctele în care s-au găsit plantule răsărite.

Pentru verificarea celei de-a treia ipoteze, s-au extras de pe internet – pentru localitatea în care se situa solarul (deoarece nu existau date înregistrate chiar în solar) – valorile temperaturilor minime și maxime zilnice pentru lunile martie-mai 2016. Conform datelor respective, după data de 7 aprilie (ziua în care s-a făcut



Figura 12 Sămânță cu o larvă de *Megastigmus strobilobius*. În partea stângă, jos, se observă larva de culoare albă, cu mandibulele maronii
AA seed with a larva of Megastigmus strobilobius. On the lower left, a white larva with brown jaws is visible

semnarea în solar), temperaturile minime zilnice au scăzut până la 0° C doar în data de 22 aprilie, dar niciodată sub această valoare. În plus, solarul fiind un spațiu închis, e de așteptat ca în patul germinativ să se fi înregistrat temperaturi mai mari decât cele de afară. Pentru a ști dacă asemenea temperaturi puteau afecta cultura, s-au căutat informații în literatură, dar s-au găsit date numai cu privire la alte specii de rășinoase, nu la molidul din Europa. Astfel, după Coursolle et al. (1998), temperatura letală care determină moartea a 50% dintre semințe (LT50) în cazul speciei *Picea glauca* (Moench) Voss este de -17,5°C în stadiul de semințe stratificate, -5°C în faza de sămânță cu rădăciniță de 2-5 mm și -3°C la semințele cu cotiledoanele dezvoltate. Bradul (*Abies alba* Mill.) este caracterizat de următoarele valori ale LT50: -13°C pentru semințele stratificate, -4°C când rădăcinița are 4 mm lungime și -2°C când cotiledoanele sunt dezvoltate (Sakai și Larcher, 1987). Prin urmare, pentru ca semințele de molid care încă nu aveau o rădăciniță de cel puțin 4 mm lungime să își fi oprit procesul de germinație și să moară, temperatura din patul germinativ ar fi trebuit să fie sub -4°C, fapt ce este exclus, având în vedere că solarul este un spațiu închis și că după semănare în zonă nu s-au înregistrat temperaturi negative. Prezența plantulelor răsărite se corelează cu datele meteorologice menționate, infirmând și a treia ipoteză, conform căreia răsărirea nu

s-ar fi produs din cauza vătămării semințelor în curs de germinare de către îngheț.

Moartea semințelor și a plantulelor îndată după ieșirea din sămânță, respectiv înainte de răsărire, se poate datora uneori mucegăirii semințelor în patul germinativ sau atacului de agenți patogeni care determină descompunerea rapidă a țesuturilor atacate (Butin, 1995 p. 10-14). Totuși, aspectul similar al nucelei la semințele din care plantulele au răsărit (fig. 7), la cele care nu au răsărit, dar aveau rădăciniță (fig. 6) și la cele care aveau tegumentul crăpat, dar nu și rădăciniță (fig. 5), nu lasă să se suspecteze vreun atac de agenți patogeni la semințele din care plantulele nu au răsărit. E de remarcat și faptul că rădăcinițele la semințele abia germinate nu erau putrede și nu aveau culoare brună. Un atac masiv de agenți patogeni presupune - în general - un conținut ridicat de materie organică în substratul în care se află semințele și o umiditate ridicată, condiții care nu erau îndeplinite de materialul în care au fost semănate semințele, acestea fiind acoperite cu un amestec mineral alcătuit din nisip de diferite mărimi, care - așa cum s-a putut constata și în condiții de laborator - se umețea destul de greu dacă era uscat și nu reținea apa în exces. De asemenea, semințele și rădăcinițele ieșite din acestea nu prezentau urme de vătămare din partea vreunor organisme animale din sol. Ca urmare, nici ipoteza a patra nu s-a confirmat.

Un alt factor care poate afecta semințele în curs de germinare îl reprezintă biocidele. Există o varietate de substanțe chimice din natură ori administrate de om care pot determina suprimarea procesului de germinație sau care sunt toxice plantulelor ce abia au ieșit din semințe. Acestea includ insecticide, fungicide, erbicide, fertilizanți sau substanțe din frunzele ori rădăcinile plantelor (Kozłowski 1971). În cazul de față, este de luat în considerare tratamentul cu Basamid granule aplicat pentru dezinfectarea patului germinativ, în doză de 5 kg/100 m², cu trei săptămâni înainte de semănarea semințelor în solar.

Conform datelor din fișa produsului ([http://www.seminteplante.ro/tratamen-](http://www.seminteplante.ro/tratamen-176)

[te-la-sol/2347-basamid-granule-1-kg.html](http://www.seminteplante.ro/tratamen-176)), produsul se aplică numai la temperaturi mai mari de 6° C, pe un sol (pat germinativ) umezit. Metoda optimă de administrare este împrăștierea granulelor pe suprafața patului germinativ umezit, încorporarea lor în patul germinativ și umezirea din nou, urmată de acoperirea patului germinativ cu o folie, timp de 10 zile. În condiții de umiditate și la temperaturi mai mari de 6°C, produsul se descompune în gaz sterilizant cu efect nematocid, insecticid, erbicid și fungicid. Între momentul aplicării tratamentului și momentul semănării trebuie însă să se lase o pauză de 10-30 zile, în funcție de temperatura solului, cu cât aceasta este mai scăzută (puțin peste 6°C) cu atât timpul de așteptare fiind mai lung (peste 30 zile). Pentru a ști dacă în sol mai sunt sau nu reziduuri din substanța activă (dazomet), se recomandă să se efectueze testul Creson. Acesta presupune extragerea unor mostre din substratul tratat, punerea lor în ghivece și semănarea în acele ghivece a unor semințe de salată (*Lactuca sativa* L.), la o adâncime de 0,5 cm. Dacă semințele de salată germinează și plantulele răsăr în 4-5 zile (la 20-22°C), solul este liber de reziduuri și se poate semăna cultura planificată. În caz contrar, perioada de așteptare se prelungește, timp în care trebuie asigurată o temperatură care să favorizeze descompunerea produsului și eliberarea gazului sterilizant, asigurându-se totodată și aerisirea corespunzătoare a patului germinativ.

În zona localității în care era solarul, în perioada 17.03-7.04.2016 (intervalul dintre administrarea produsului sterilizant și semănare) primele 12 zile s-au caracterizat - cu o singură excepție - prin temperaturi medii zilnice sub 6°C, iar în ultimele 10 zile dinaintea semănării temperaturile medii zilnice au fost cuprinse între 6,5°C și 17,5°C. În condițiile menționate, intervalul de timp dintre tratarea patului germinativ și semănare a fost prea scurt pentru ca produsul utilizat pentru dezinfectarea patului germinativ să se descompună și gazul sterilizant să dispară. Ca urmare, gazul sterilizant a fost prezent și a acționat în perioada

de germinare a semințelor, provocând moartea acestora. Faptul că o parte dintre semințe nu au fost afectate și au germinat, iar plantulele au răsărit, se datorează – cel mai probabil – neuniformității administrării și încorporării în patul germinativ a granulelor de Basamid. O dovadă în acest sens este faptul că în locurile respective patul germinativ nici nu a fost sterilizat corespunzător, plantulele răsărite fiind afectate de agenți patogeni care au determinat putrezirea rădăcinilor. Astfel, toate informațiile adunate converg în a susține ca validă ultima ipoteză, cea a vătămării semințelor în curs de germinare de către pesticidul folosit pentru dezinfectarea patului germinativ. Demonstrarea nemijlocită a validității acestei ipoteze, prin detectarea prezenței gazului sterilizant în sol, nu mai era însă posibilă la data efectuării investigațiilor, deoarece în luna mai temperaturile au fost destul de mari (media maximelor zilnice a depășit 20° C) încât produsul să se descompună și gazul să se disipeze complet.

Acesta este un caz ilustrativ pentru importanța cunoașterii contextului în care s-a produs fenomenul semnalat, în stabilirea cauzelor acestuia, în condițiile în care doar analizarea plantelor afectate nu ar fi putut furniza indiciile necesare în acest sens.

Mulțumiri

Elaborarea lucrării s-a făcut în cadrul proiectului PN 19070203, finanțat de UEFISCDI. Mulțumesc celor doi revizori anonimi ale căror observații și sugestii au condus la îmbunătățirea lucrării.

Bibliografie

- Agrios N.G., 2005. Plant pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press, New York, 922 p.
- Barrera J.F., 2020. Beyond IPM: Introduction to the theory of holistic pest management. Springer, xii+154 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43370-3>
- Blanchard R.O., Tattar T.A., 1981. Field and Laboratory Guide to Tree Pathology. Academic Press, New York, 285 p.
- Brewer L.J., 2015. Plant Diagnostics - What is "wrong" with my plant? Cornell University, Cooperative Extension. <https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/f/575/files/2015/12/Fact-sheet-Plant-Diagnostics-ligxonn-1fi3dkw.pdf>
- Butin H., 1995. Tree diseases and disorders - causes, biology, and control in forest and amenity trees. Oxford University Press, Oxford, 252 p.
- Cordell C.E., Anderson R.L., Hoffard W.H., Landis T.D., Smith R.S. Jr., Toko H.V. 1989. Forest Nursery Pests. U. S. Department of Agriculture, Forest Service. Agriculture Handbook No. 680. December 1989, 184 p. https://wiki.bugwood.org/Archive:Forest_nursery/Diagnosis_of_Pest_Problems
- Costello R.L., Perry E.J., Matheny N.P., Henry J.M., Geisel P.M., 2014. Abiotic disorders of landscape plants: a diagnostic guide. Agriculture and Natural Resources, Publication 3420, University of California, 242 p.
- Coursolle C., Bigras F.J., Margolis H.A., 1998. Frost tolerance and hardening capacity during the germination and early developmental stages of four white spruce (*Picea glauca*) provenances. Can. J. Bot. 76: 122-129. <https://doi.org/10.1139/b97-168>
- Cram M.M., Frank M.S., Mallams K.M. (tehn. coord.), 2012. Forest nursery pests. U. S. Department of Agriculture, Forest Service. Agriculture Handbook No. 680, June 2012, 201 p.
- D'Arcy C.J., Eastburn D.M., Schumann G.L., 2001. Illustrated Glossary of Plant Pathology. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2001-0219-01. Disponibil online <https://www.apsnet.org/edcenter/resources/illglossary/Pages/default.aspx>. <https://doi.org/10.1094/PHI-I-2001-0219-01>
- Erdmann G.G., Metzger F.T., Oberg R.R., 1979. Macro-nutrient deficiency symptoms in seedlings of four northern hardwoods. General Technical Report NC-53. St. Paul, MN: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 36 p.
- Fodor E., Șesan T.E., 2014. Fitopatogeni în ecosistemele forestiere. Editura Universității din București, 647 p.
- Georgescu C.C., 1955. Bolile criptogamice din pepinieră și plantații. Editura Agro-Silvică de Stat, București, 191 p.
- Georgescu C.C., Petrescu M., Ene M., Ștefănescu M., Miron V., 1957. Bolile și dăunătorii pădurilor: biologie și combatere. Editura Agro-Silvică de Stat, București, 638 p.
- Georgescu C.C., Teodoru I., Eliescu Gr., Ene M., Negru Șt., 1949. Lucrări de protecție în pepinierele forestiere. ICEF Seria III (Norme, Instrucțiuni) nr. 7, București, 42 p.
- Green J.L., Capizzi J., Maloy O., 1990. A systematic approach to diagnosing plant damage. Ornamentals Northwest Archives, 13(6): 1-37.
- Hamm P.B., Campbell S.J., Hansen E.M. (eds.), 1990.

- Growing healthy seedlings - Identification and management of pests in northwest forest nurseries. USDA, Forest Service, Pacific Northwest Region, Forest Research Laboratory, College of Forestry, Oregon State University, 110 p.
- Katovich S., McCullough D., Ostry M., O'Donnell J., Munck I., Sadof C. (eds.), 2014. Christmas tree pest manual. Third edition. United States Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry, NA-FR-02-14, June 2014, 160 p.
- Kozlowski T.T., 1971. Growth and development of trees. Volume I - Seed germination, ontogeny, and shoot growth. Academic Press, New York, 443 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-424201-2.50012-2>
- Landis T.D., 1989. Disease and pest management. In: Landis T.D., Tinu R.W., McDonald S.E., Barnett J.P. The container tree nursery manual. Vol. 5. Agriculture Handbook 674, USDA Forest Service, Washington DC, pp. 1-99.
- Landis T.D., Luna T., Dumroese R.K., 2009. Holistic pest management. In: Dumroese R. K., Luna T., Landis T.D. (eds.) Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries - Volume 1: Nursery management. Agriculture Handbook 730. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C., pp. 263-275.
- Landis T.D., Luna T., Dumroese R.K., Wilkinson K.M., 2014. Problem prevention and holistic pest management. In: Wilkinson K.M., Landis T.D., Haase D.L., Daley B.F., Dumroese R.K. (eds.), Tropical nursery manual - a guide to starting and operating a nursery for native and traditional plants. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 732, April 2014, pp. 273-291.
- Lucas G.B., Campbell C.L., Lucas L.T., 1992. Introduction to plant diseases: identification and management. Second edition. Chapman și Hall, New York, 364 p.
- Mangini A.C., 2012. Diagnosis of pest problems. In: Cramm M.M., Frank M.S., Mallams K.M. (tech. Coord.) Forest nursery pests. Agriculture Handbook No. 680, USDA Forest Service, Washington, DC, pp. 1-4.
- Marcu O., 2005. Fitopatologie forestieră. Editura Silvodol, Brașov, 332 p.
- Marcu O., Tudor I., 1975. Protecția pădurilor. Editura Didactică și Pedagogică, București, 423 p.
- Nef L., Perrin R., de Tillesse V., Menu J.F., Parmentier C. (eds.), 1999. Damaging agents in European forest nurseries. Practical handbook. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 352 p.
- Peterson G.W., Smith R.S., 1975. Forest nursery diseases in the United States. Agriculture Handbook No. 470. Forest Service, USDA, Washington D.C., 125 p.
- Petzold R., 1997. The importance of diagnosis and prognosis in integrated plant protection. In: Dehne H.-W., Adam G., Diekmann M., Frahm J., Mauler-Machnick A., van Halteren P. (eds.), Diagnosis and Identification of Plant Pathogens. Proceedings of the 4th International Symposium of the European Foundation for Plant Pathology, September 9-12, 1996, Bonn, Germany. Kluwer Academic Publishers, pp. 3-8.
- Radu S., Contescu L., Herța I., Burza E., Roșca T., 1994. Pepiniere - Metode și procedee pentru cultura principalelor specii forestiere și ornamentale. Recomandări tehnice. Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, Regia Națională a Pădurilor - Romsilva R.A., Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice, București, 275 p.
- Ruhl G., Whitford F., Weller S., Dana M., Putnam M., Childs D., Lerner R., 2008. Diagnosing herbicide injury on garden and landscape plants. Purdue University, Purdue Plant și Pest Diagnostic Laboratory, ID-184-W. https://www.extension.purdue.edu/extmedia/id/id_184_w.pdf
- Sakai A., Larcher W., 1987. Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress. Ecological Studies Vol. 62. Springer-Verlag, Berlin, 321 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-71745-1>
- Shew H.D., Shew B.B., 2017. What is plant pathology? In Ownley B.H., Trigiano R.N. (eds.): Plant pathology - concepts and laboratory exercises. Third edition. CRC Press, New York, pp. 3-21.
- Simionescu A., Dissescu G., Ștefănescu M., Ceianu I., Arsenescu M., Petrescu M., Popescu T., Ene M., Savu D., Dumitrescu E., Rădoi D., 1971. Dăunătorii pădurilor - cunoaștere, prevenire, combatere. Editura Ceres, București, 520 p.
- Simionescu A., Mihalache Gh., Mihalciuc V., Ciornei C., Chira D., Olenici N., Lupu D., Nețoiu C., Vlăduțea A., Iliescu M., Vișoiu D., Chira Fl., Rang C., Tăut I., Mihai D., 2000. Protecția pădurilor. Editura Mușatinii, Suceava, 883 p.
- Sinclair W. A., Lyon H.h., 2005. Diseases of trees and shrubs. Second edition. Cornell University Press, Ithaca, 660 p.
- Streets R.B., 1972. The diagnosis of plant diseases: a field and laboratory manual emphasizing the most practical methods for rapid identification. University of Arizona Press, Tucson, AZ, 130 p.
- Sutherland J.R., Shrimpton G.M., Rona N. Sturrock R.N., 1989. Diseases and insects in British Columbia forest seedling nurseries. Forestry Canada, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC. FRDA Report 065, Copublished by the BC Ministry of Forests, Victoria, B.C., Canada, 85 p.
- Tainer F.H., Baker F.A., 1996. Principles of forest pathology. John Wiley și Sons, Inc., New York, 805 p.
- Tatar A.T., 1989. Diseases of shade trees. Revised edition. Academic Press, San Diego, 391 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-684351-4.50005-3>
- van den Driessche R., 1984. Soil fertility in forest nursery. In: Duryea M.L., Landis T.D. (eds.) 1984. Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, pp. 62-74. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6110-4_7

Note de final

¹ Deși este un termen comun, frecvent întâlnit în vorbirea curentă, conceptul de boală este dificil de definit. Ca urmare, "există aproape tot atât de multe definiții ale conceptului de boală a plantelor pe cât de multe cărți de fitopatologie există" (Tainer și Baker 1996, p. 22). Acest aspect se poate constata și din exemplele ce urmează. "Prin boală se înțelege orice tulburare (abatere de la normal) în structura și funcțiile unui organism, manifestată printr-o serie de modificări, la început interne, puțin perceptibile (biochimice, fiziologice, citologice) și culminând cu modificări anatomo-morfologice, prin care boala se exteriorizează" (Marcu 2005, p.15). "Boala este o stare de anormalitate în structura și/sau funcțiile de bază ale celulelor și țesuturilor plantelor, ca rezultat al acțiunii negative determinate de un agent patogen sau factor de mediu; deteriorarea stării de sănătate a plantelor, care conduce la întreruperea sau modificarea funcționării normale a plantelor" (Fodor și Șesan 2014, p. 565). "Prin boală se înțelege orice funcționare defectuoasă a celulelor și țesuturilor plantei, care rezultă din iritarea continuă de către un agent patogen sau factor de mediu și duce la dezvoltarea simptomelor" (Agrios 2005, p. 890). "Boala este o afecțiune/stare dăunătoare dezvoltării normale a unei plante, rezultată din interacțiunea continuă dintre plantă și un agent cauzal, care duce la producerea simptomelor" (Shew și Shew 2017, p. 5-6). "Boală - o schimbare nefavorabilă a funcției sau formei unei plante, cauzată de agenți patogeni, factori de mediu sau un complex de factori" (Cram et al. 2012, p. 198).

² Prin vătămare se înțelege o "deteriorare (rănire) cauzată de interacțiunea tranzitorie cu un agent, cum ar fi o insectă, o substanță chimică sau o stare de mediu nefavorabilă" (D'Arcy et al. 2001). Se face astfel distincție, cel puțin de către unii specialiști, între boală și vătămare. În acest sens, Tainer și Baker (1996, p. 2) menționează că "boala este vătămătoare, dar vătămarea în sensul unei iritări mai degrabă instantanee decât continuă, nu este o boală. De exemplu, o rană de orice fel a unui arbore nu constituie o boală".

³ Majoritatea bolilor de acest tip sunt provocate de diverse organisme parazite (bacterii, fitoplasme, ciuperci, oomicete, protozoare, nematode, plante superioare parazite) sau de virusuri. În unele lucrări, aceste boli sunt denumite și boli parazitare. Această denumire este însă inadecvată, deoarece nu boala în sine este parazită, ci agentul care o provoacă.

⁴ Bolile neinfecțioase, denumite și boli fiziologice (sau disorders, în limba engleză) pot fi cauzate de

valorile extreme ale unor factori ai mediului fizico-chimic în care plantele trăiesc, precum temperatura, umiditatea din sol, aciditatea solului, lumina sau de lipsa oxigenului, de poluarea aerului, de insuficiența unor nutrienți, de toxicitatea unor substanțe minerale din sol, de toxicitatea pesticidelor, precum și de practici culturale inadecvate.

⁵ Diagnosticare, diagnoză = Recunoașterea și numirea unei boli pe baza simptomelor (Butin 2002, p. 216). În funcție de obiectivul urmărit, se pot distinge mai multe niveluri de diagnoză (Petzold 1997). În lucrarea de față ne referim exclusiv la la diagnoza în scop practic operațional.

⁶ Landis et al. (2014, p. 273): "Abordarea holistică a gestionării dăunătorilor de pepinieră implică o serie de patru practici interdependente, care funcționează în mod ideal împreună (Wescom 1999): i) Prevenirea problemelor prin măsuri culturale - printr-o bună igienizare, programare adecvată, gestionarea mediului pepinierii și promovarea sănătății plantelor; ii) Detectarea și diagnosticarea problemelor - prin monitorizare, ținerea unor evidențe clare și identificarea corectă a problemelor; iii) Gestionarea problemelor - incluzând, dacă este necesar, măsuri adecvate de suprimare a dăunătorilor în timp util și echilibrarea populațiilor dăunătoare cu cele ale organismelor benefice, precum prădătorii dăunătorilor; iv) Evaluare continuă a procesului - pentru a învăța din experiență prin evaluare și o eficiență îmbunătățită a abordărilor de gestionare a dăunătorilor". Pentru detalii despre abordarea holistică a managementului dăunătorilor, recomandăm lucrarea publicată de Juan F. Barrera în 2020.

⁷ Astfel, dacă apa ajunge să bălțească într-o cultură de brad din pepinieră, după o perioadă de ploii abundente, și acele puietilor încep să se scuture sau devin clorotice, este clar că excesul de apă a afectat rădăcinile și că trebuie găsită o soluție tehnică de eliminare a excesului de apă din sol.

⁸ În ultimii ani, lipsa forței de muncă a determinat substituirea tot mai frecventă a plivitului cu erbicidarea culturilor din pepinieri, ceea ce a dus la o creștere a incidenței vătămarilor cauzate de utilizarea inadecvată a acestor substanțe chimice, iar simptomele provocate de acestea, care diferă de la caz la caz, în funcție de substanța activă din erbicid, dar și de specia de plante cultivată, nu sunt prezentate detaliat în literatura de specialitate de la noi.

⁹ Simptom = Semn distinct al unei boli, caracterizat prin modificări externe sau interne într-un organism, ca urmare a acțiunii unui factor dăunător (Butin 1995, p. 222); modul de manifestare vizibilă a unei

boli (Fodor și Șesan 2014, p. 611).

¹⁰ De exemplu, în cazul puietilor de rășinoase, cloroza poate fi cauzată de stagnarea apei un timp mai îndelungat, de putrezirea rădăcinilor provocată de *Phytophthora* sp., dar și de carențe ale nutriției cu azot, calciu, sulf, magneziu, mangan și bor (van den Driessche 1984, Nef et al. 1999).

¹¹ În cazul unor plantații de molid, în care gestionarul a constatat un procent mare de puieti uscați, factorul dăunător incriminat ar fi fost - după imaginile primite la laborator - *Hylastes cunicularius* Erichson, 1836, în timp ce - în urma verificării în teren - cauzele principale s-au dovedit a fi plantarea unor puieti mult prea mari, la care rădăcinile au fost vătămate grav când aceștia au fost scoși din pepinieră și - în condițiile unui deficit însemnat de precipitații - n-au mai apucat să se refacă înainte ca să se deshidrateze și să moară. În acest context, pe rădăcinile unora dintre puietii respectivi au avut loc și roaderi de maturare provocate de gândaci de *Hylastes*, dar aceste vătămări erau doar un factor secundar al uscării puietilor. Într-un alt caz, pe plantulele de molid complet îngălbenite dintr-un solar s-a pus în evidență prezența unei specii de *Alternaria*, dar cauza vătămării a reprezentat-o udarea inadecvată a plantulelor, ceea ce a dus la debilitarea lor și la colonizarea de către ciuperca menționată, care este un parazit de debilitare (Sinclair și Lyon 2005, p. 84).

¹² În cazul puietilor vătămați ca urmare a administrării greșite a unor substanțe chimice (fertilizanți, pesticide etc.) identificarea substanțelor folosite presupune analize speciale care se pot face numai în laboratoarele care au dotarea adecvată și - chiar și acolo - este foarte posibil ca - după un timp - substanțele respective să nu poată fi decelate în țesuturile vătămate sau în solul adiacent (Ruhl et al. 2008).

¹³ Ca urmare, "abilitatea de a stabili un diagnostic rezultă dintr-o gamă largă de experiențe atât academice, cât și de teren, asortată cu mult bun simț. Ingredientele cheie ale unui bun diagnostic sunt o minte curioasă, o reticență în a trage concluzii pripite, o hotărâre constantă de a găsi cauza unei probleme și dorința de a căuta informații suplimentare de la alți specialiști, precum și în lucrări de referință" (Tatar 1989, p. 353). "Diagnosticarea afecțiunilor plantelor este o artă. Îmbunătățirea rezultă din practică. Aceasta este similar cu îmbunătățirea jocului de golf sau a cântatului vioară, presupunând că persoana respectivă are aptitudinile necesare. Este nevoie de mult timp și efort pentru dezvoltarea abilităților. Nu există substitut pentru experiență" (Streets 1972, p. 2).

¹⁴ Se recomandă ca observarea culturii afectate și a pepinierii în ansamblul ei să se facă în prezența persoanei care răspunde de culturile respective, astfel încât cel care face observațiile să aibă cui adresa întrebările generate de cele observate în teren. Abordarea celui care face investigațiile trebuie să fie de așa manieră încât să câștige încrederea persoanei care-l însoțește, pentru a obține cât mai multe informații corecte despre istoricul culturii, deoarece este posibil ca - în unele situații - răspunsul căutat să nu fie găsit ori să fie găsit doar foarte greu fără asemenea informații. De un real folos poate fi întocmirea în prealabil a unui chestionar care să fie parcurs și completat la fața locului, cu ajutorul persoanei ce răspunde de cultura în cauză. Întrebările din chestionar trebuie gândite astfel încât să permită descrierea cât mai detaliată și corectă a contextului. În măsura în care situația din teren o impune, chestionarul se completează și cu întrebările care nu au fost anticipate, dar au apărut ca necesare pentru clarificarea unor aspecte noi.

¹⁵ Pentru a se înțelege cât de importante sunt aceste aspecte, menționăm faptul că într-un an, la un ocol silvic, a fost necesar să se semene de trei ori într-un solar, a treia oară fiind după schimbarea completă a patului germinativ, care fusese alcătuit preponderent din turbă eutrofă, un fapt ce a determinat moartea în masă a plantulelor la scurt timp după răsărire, atât la prima, cât și la cea de a doua semănare.

¹⁶ De exemplu, locurile mai așezate, în care se acumulează mai multă apă, ar putea fi cele în care să apară puieti cu diverse simptome după o perioadă cu precipitații îndelungate și distribuția lor să fie grupată. La o analiză atentă este posibil ca la respectivii puieti să se identifice și eventuale infecții cu agenți patogeni a căror înmulțire a fost favorizată de excesul de apă. Formularea unor recomandări adecvate presupune în acest caz identificarea nu doar a factorului de natură biotică, care este secundar, ci și a celui primar, de natură abiotică.

¹⁷ Astfel, s-a constatat că puietii de molid care au fost repicați în primăvară sunt mai predispuși la vătămări cauzate de înghețuri timpurii decât puietii care au deja cel puțin un sezon de vegetație în teren liber. Explicația constă în faptul că - în anul repicării - puietii intră mai târziu în vegetație și nu beneficiază de același interval de timp pentru formarea și maturizarea țesuturilor ca și puietii repicați din anii anteriori.

¹⁸ De exemplu, în solariile dotate cu instalații de udare se observă o îmbolnăvire și o mortalitate mai mare a plantulelor acolo unde picură prea multă apă pe patul germinativ ori unde ajunge prea puțină apă.

¹⁹ Astfel, perioadele ploioase lungi în cursul

primăverii și la începutul verii favorizează atacul de *Meria laricis* Vuill. la puietii de larice (Nef et al. 1999). Cunoscând cum a evoluat vremea în zona în care este pepiniera, care este specia gazdă și cum se manifestă boala provocată de această ciupercă, devine relativ simplu de identificat factorul cauzal.

²⁰ În astfel de situații, investigatorul – pentru a afla cauza reală – ajunge să facă treabă de detectiv, deoarece persoana întrebată ar putea să aibă rețineri în a furniza informațiile necesare, mai ales dacă ea însăși a provocat – în mod accidental – vătămarea plantelor (Tatar 1989, Costello et al. 2014). De exemplu, în cazul fitotoxicității cauzate de pesticide s-ar putea să fie dificil să se afle ce substanță și în ce doză a fost administrată (Costello et al. 2014, p. 9).

²¹ Plantele dintr-o cultură pot prezenta diverse tipuri de simptome (Nef et al. 1999), precum: decolorarea frunzelor (îngălbenire, înroșire, brunificare, înnegrire), cloroză (pierderea culorii verzi), cancere (leziuni necrotice, localizate, ale scoarței tulpinii, ramurilor sau rădăcinilor), vestejire, deformări (răsucirea frunzelor sau lujerilor, gale), moartea progresivă, de la vârf, a lujerilor, ramurilor sau rădăcinilor, pete pe frunze etc.

²² Astfel, în cazul probelor de puietii recoltați dintr-o cultură de molid afectată de deshidratare de iarnă, când puietii se sortează se poate constata că - în afara celor ce prezintă o proporție mai mare sau mai mică de ace înroșite, dar rădăcini normale – există puietii cu majoritatea acelor scuturate și cu rădăcinile rețezate. Aceștia din urmă au un tip aparte de simptome, care indică un alt factor vătămător, respectiv larvele de cărbuș.

²³ Astfel, în cazul unei culturi de larice din pepinieră, s-a observat în luna august că la unii puietii au început să se vestejească lujerii cei mai tineri. Acești puietii aveau o îngroșare mai mult sau mai puțin puternică a tulpinii deasupra coletului, un simptom caracteristic vătămării cauzate de temperatura prea mare de la suprafața solului. Gradul de vestejire și de umflare a tulpinii se corela însă cu gradul de deformare a rădăcinilor, respectiv cei cu rădăcina în formă de "J" sau "L" erau cei mai afectați. Acest aspect indica faptul că pe lângă căldura mare înregistrată în luna iulie (la care cei mai mulți puietii au rezistat fără probleme), un alt factor cauzal al vătămărilor îl reprezenta repicarea greșită a puietilor, care a făcut ca vârfurile rădăcinilor unora dintre puietii să rămână în stratul superficial al solului. Atunci când temperatura a crescut mult și solul s-a uscat, puietii respectivi nu au avut cum să absoarbă apa

necesară și să asigure un flux de sevă suficient de intens încât să prevină supraîncălzirea și necrozarea scoarței la nivelul coletului, iar aceasta a fost urmată de blocarea fluxului de sevă elaborată (fapt ce a determinat îngroșarea tulpinilor deasupra coletului), moartea rădăcinilor și vestejirea lujerilor tineri.

²⁴ Moartea lujerilor tineri ale diverselor specii de conifere (denumită "shoot blight" în limba engleză) poate fi provocată atât de *Sphaeropsis sapinea*, cât și de către *Sirococcus strobilinus*, iar stabilirea cu exactitate a agentului cauzal nu este posibilă după simptome, ci numai prin cultivarea ciupercii și identificarea ei pe baza caracteristicilor sporilor (Landis et al. 1989, p. 17).

²⁵ "Simptomele foliare vizuale ale carențelor de nutrienți nu trebuie utilizate singure pentru diagnostic, deoarece carența unui element poate fi dificil de distins de cea a altui element și simptomele se pot asemăna cu cele cauzate de insecte, boli, climă și poluare" (Erdmann et al 1979, p.30). "... în multe cazuri, simptomele sunt destul de similare pentru deficiențe ale diferiților nutrienți. Astfel, determinarea nutrientului deficitar este rareori posibilă fără dovezi directe, cum ar fi cele ce se obțin prin analiza țesuturilor sau ameliorarea simptomelor de către adaos de nutrienți" (van den Driessche 1984, p. 66)). În plus stabilirea tipului și dozelor de fertilizați sau amendamente care ar trebui administrate pentru remedierea situației necesită cunoașterea nivelului și cauzelor care determină carențele (van den Driessche 1984).

²⁶ Pentru a nu aduce prejudicii de imagine ocolului silvic respectiv, nu se menționează nici denumirea și nici localizarea lui sau a solarului în care s-a petrecut fenomenul studiat. Însă, ca și în cazul celorlalte exemple date în lucrare, acesta este un caz real și ceea ce ar trebui reținut sunt învățămintele ce pot fi trase din cele întâmplate.

²⁷ La ocol mi-a fost prezentat și un al doilea buletin de analiză, din ianuarie 2015, aferent altui lot de semințe cu aceeași proveniență, recoltat în 2014, care a avut o puritate de 97,6%, 31,25% semințe normal germinate la 14 zile, 45,25% semințe moarte și stricate și 23,5% semințe seci. Acest lot din 2014, ar fi fost amestecat cu cel din 2015, scăzând astfel calitatea de ansamblu a semințelor semănate. Deoarece nu exista un al treilea buletin de analiză pentru lotul rezultat din combinarea loturilor din 2014 și 2015, această pistă a fost tratată cu rezerve, dovedindu-se în final a nu fi adevărată.