

11. Tehnologii de aplicare cu precizie a produselor ecologice pentru combaterea bolilor și dăunătorilor în plantațiile pomicole

11.1. Aspecte generale privind legislația și cerințele aplicabile mașinilor de stropit

Un factor esențial pentru creșterea productivității agricole și reducerea pierderilor la recoltare îl constituie asigurarea protecției fitosanitare a culturilor prin aplicarea de produse de protecție a plantelor performante care să permită obținerea de producții agricole de calitate, la prețuri avantajoase, dar cu reducerea riscurilor asupra sănătății umane și a mediului.

În contextul asigurării compatibilității legislației naționale cu acquis-ul Uniunii Europene în domeniul fitosanitar a fost transpusă în legislația națională Directiva 2009/128/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 21 octombrie 2009 de stabilire a unui cadru de acțiune comunitară în vederea utilizării durabile a pesticidelor, prin Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 34 / 2012 pentru stabilirea cadrului instituțional de acțiune în scopul utilizării durabile a pesticidelor pe teritoriul României, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 435 din 30.06.2012.

Astfel, utilizarea durabilă a produselor de protecție a plantelor, în sensul prevederilor Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 34/2012, aprobată prin Legea nr. 63/2013, reprezintă un obiectiv esențial pentru obținerea unei producții agricole și, implicit, pentru asigurarea unui sistem agricol competitiv la nivel european și internațional.

Planul național de acțiune, elaborat în temeiul art. 4 din OG 34/2012, reprezintă un document strategic privind îmbunătățirea continuă a utilizării produselor de protecție a plantelor și are în vedere următoarele:

- a) stabilirea cadrului instituțional pentru realizarea utilizării durabile a produselor de protecție a plantelor;
- b) reducerea dependenței de utilizarea produselor de protecție a plantelor;
- c) reducerea riscurilor și a efectelor utilizării produselor de protecție a plantelor asupra sănătății umane și a mediului;
- d) promovarea gestionării integrate a organismelor dăunătoare și a unor abordări și tehnici alternative, cum ar fi metode nechimice.

Reducerea dependenței de metodele chimice de protecție a plantelor diminuează impactul activităților de protecție a plantelor asupra florei și faunei sălbatice și conservarea biodiversității, în special, prin stabilirea de măsuri concrete de promovare a unor concepte de agromediu adecvate, cum ar fi rotația culturilor etc.

Conform *Anexei II* la Directiva 2009/128/CE, echipamentul de aplicare a pesticidelor trebuie să funcționeze în mod fiabil și să fie folosit în mod corespunzător, în scopul pentru care a fost conceput, pentru a garanta că pesticidele pot fi dozate și distribuite cu exactitate. Principalele verificări ale echipamentelor de aplicare a pesticidelor privind respectarea cerințelor de sănătate, siguranță și protecția mediului securitate sunt: apărătorile transmisiei cardanice să fie montate în stare corespunzătoare și să nu prezinte deformări sau crăpături; pompa să fie etanșă, respectiv să nu picure lichid din pompă; rezervorul și gura de umplere să fie etanșezate cu un capac care să nu se deschidă de la sine; în gura de umplere să se găsească o sită în stare impecabilă cu orificii mai mici de 2 mm; rezervorul să fie prevăzut cu un indicator de nivel bine vizibil, care să poată fi citit atât de pe scaunul operatorului cât și din locul de umplere al rezervorului; la golirea rezervorului, soluția de stropit să poată fi colectată în mod sigur și fără pierderi, printr-un robinet de golire; toate instrumentele de măsură, dispozitivele de comandă, de reglare a presiunii și/sau debitului să funcționeze impecabil și să fie etanșe; diviziunile scalei manometrului să fie bine vizibile și corespunzătoare domeniului de presiune de lucru folosit; furtunurile să fie astfel amplasate (poziționate) încât să nu apară îndoitori sau porțiuni supuse frecării; filtrul să fie în stare impecabilă, iar elementul filtrant să fie ușor accesibil; dispozitivul de închidere (robinet, vană) să permită curățirea filtrului cu rezervorul plin până la volumul nominal; toate duzele montate pe echipament să fie identice (ca tip, mărime, material și producător); ventilatorul să fie antrenat cu turația specificată de fabricant; sistemul de cuplare/decuplare al ventilatorului să fie fiabil.

În statele membre U.E., producătorii, importatorii sau distribuitorii de echipamente de aplicare a pesticidelor care comercializează pe piața europeană aceste tipuri de mașini, trebuie să declare organismelor abilitate că acestea corespund normelor în vigoare. Prin urmare și echipamentele de aplicare a pesticidelor produse de agenții economici din România trebuie să fie testate și diagnosticate odată cu punerea în aplicare a Directivei 2009/128/CE.

11.2. Categoriile de mașini de stropit în plantații pomice

În funcție de tipul sistemului de distribuție a aerului, mașinile de stropit în plantațiile pomice se împart în următoarele categorii (fig. 1):

a. cu ventilator axial



b. cu ventilator axial cu deflector



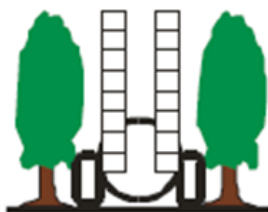
c. cu ventilator radial



d. cu ventilator radial cu deflector



e. cu ventilator cu debit de aer încrucișat



f. de tip tunel

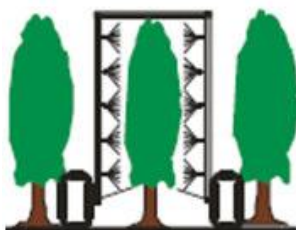


Fig. 1. Categoriile de mașini de stropit în plantații pomice

11.3. Cerințe privind aplicarea tratamentelor fitosanitare în plantațiile pomicole

11.3.1 Principii generale ale aplicațiilor prin stropire

Aplicațiile fitosanitare cu mijloace de combatere, fie chimice, fie ecologice, se încadrează cel mai bine în cadrul metodelor prin stropire și trebuie menționat că aceste aplicații, cu câteva decenii în urmă, s-au făcut și prin metoda de prăfuire la care s-a renunțat, atât pe plan mondial cât și în țara noastră, datorită următoarelor inconveniente: uniformitate redusă de distribuire și repartitie pe suprafețele tratate; efecte biologice scăzute (parțiale), eficacitate și eficiență moderate, spre slabe; nivel ridicat al costurilor de aplicare; fiabilitate mai redusă a instalațiilor de prăfuit care, pentru execuție și exploatare, necesitau cerințe tehnologice speciale; nivel ridicat sau foarte ridicat al poluării, controlul greoi asupra rigurozității dozării; metode anevoioase și puțin exacte de control al calității etc.

În România, tratamentele fitosanitare sau unele lucrări de fertilizare fazială se fac numai cu produse lichide preparate cu apă ori condiționate special cu anumite ingrediente organice, spre a fi aplicate ca atare.

Obținerea performanțelor scontate nu se poate face decât prin respectarea condițiilor referitoare la raportul calitate/cantitate. Distribuția omogenă a soluțiilor fitosanitare pe suprafețele obiectelor țintă, odată cu respectarea strictă a dozei ce asigură efectele biologice necesare înseamnă calitate, iar aceasta depinde de factorii următori: debitul jetului de lichid pulverizat, componentă esențială a normei de lucru; gradul de finețe al jetului de lichid pulverizat; condițiile atmosferice; modul de acoperire și de penetrare ale masei vegetale (omogenitatea depunerii); uniformitatea de distribuție în spațiu a jetului de lichid, la rândul ei legată de performanțele capetelor de pulverizare; dispunerea spațială a obiectelor țintă sau a suprafețelor ce trebuie acoperite.

Considerentele amintite fac ca elementele responsabile de calitate să fie duzele care se constituie, astfel, ca piese principale ale oricărei mașini de stropit. Acest fapt explică și marea diversitate de sisteme de pulverizare.

Duzele efectuează stropirea, care reprezintă un fenomen fizic de divizare a lichidelor de stropit în picături, de diferite diametre, care sunt apoi proiectate către suprafața obiectelor țintă. Jetul de picături poate conține particule de lichid de mărimi asemănătoare sau de mărimi diferite. În orice caz, spectrul de mărime este dependent de mai multe elemente, între care: sistemul de pulverizare; tipul de dispersie sau de duză; presiunea de lucru a mașinii de stropit; tipul de condiționare (formulare) coroborat cu tipul lichidului de stropit; tensiunea peliculară; vâscozitate etc.

11.3.2. Clasificarea tratamentelor în funcție de volumul aplicat la unitatea de suprafață

În funcție de dimensiunea medie a picăturilor și de cantitatea de lichid aplicată la unitatea de suprafață, pentru clasificarea tipului de tratament, se utilizează funcții expuse tabelar sau grafic.

Dinamica și cinematica sau însușirile fizico-dinamice ale picăturilor depind de spectrul de mărime al diametrelor particulelor pulverizate iar spectrul menționat are și alte implicații. Dimensiunea picăturilor influențează comportarea acestora după fragmentare.

Dacă diametrul picăturilor scade, crește, teoretic, suprafața acoperită, însă se micșorează corespunzător viteza de cădere, iar la dimensiuni foarte reduse circulația particulelor de lichid este, practic, necontrolabilă.

Odată cu descreșterea diametrului sau dimensiunii picăturilor, volumul de lichid de stropit necesar acoperirii unei suprafețe echivalente cu cea realizată de picăturile mari scade, numai că trebuie să se țină cont și de alți factori care influențează proprietățile fizice ale stropirii.

Există o dependență a duratei de existență a picăturilor de lichid și cu aceasta, a spațiului parcurs de respectivele picături, în funcție de temperatura atmosferică și de umiditatea relativă a aerului. Picăturile foarte fine nu pot ajunge pe suprafața de tratat, întrucât viteza lor de deplasare este redusă, iar la temperaturi mai ridicate acestea se pierd prin exhalatie.

În cazul în care traiectoria jetului de picături este afectată de mișcarea atmosferică, punctul de impact al picăturilor nu mai corespunde în plan vertical cu punctul de realizare a fragmentației și are loc acea derivă sau deplasare laterală a lor.

În practica aplicării tratamentelor fitosanitare, din datele obținute experimental, în funcție de finețea picăturilor realizate de diversele tipuri de duze, sunt indicate ca optime, viteze ale vântului de 3,2 - 6,5 km/h, iar ca valori maxime 9 - 15 km/h.

Alegerea mărimii picăturii. Cea mai importantă caracteristică, legată de folosirea în lucrările de combatere, este legată de obținerea unei bune calități a tratamentelor existând o strictă dependență între efectele biologice și această calitate care este în funcție de: performanțele capetelor de pulverizare ale mașinii, instalației, echipamentului; volumul aplicat la unitatea de suprafață; condițiile climatice în care se face stropitul; felul și forma obiectelor țintă ce pot facilita sau împiedica depunerea omogenă a fragmentațiilor; factorul subiectiv legat de priceperea operatorului etc.

Ideal ar fi ca picăturile să aibă o mărime stabilită în funcție de condițiile existente în teren iar spectrul de mărime să fie îngust, cu posibilitatea măririi sau micșorării valorilor VMD și ale normei de lucru de câte ori este nevoie.

Notele de cerințe asupra numărului minim de picături pe unitatea de suprafață și a dimensiunii acestora, valori la care se asigură o eficacitate bună și foarte bună, sunt elaborate pe baza unor îndelungate studii și experimentări făcute în condiții de câmp.

Cerințele agrotehnice de calitate din țara noastră sunt asemănătoare cu cele existente pe plan internațional și se referă la:

- tratamentele cu insecticide:
 - a) tratamente VUR (volum ultraredus) – cel puțin 20 pic/cm² cu VMD cuprins între 100 - 120 μm;
 - b) tratamente VUUR (volum ultra ultra redus) – cel puțin 25 pic/cm² cu VMD cuprins între 80 - 90 μm;
 - c) tratamente VR (volum redus) – între 20 - 30 pic/cm² cu VMD cuprins între 200 - 250 μm;
- tratamente VR (volum redus) cu fungicide:
 - a) fungicide sistemice – 50 - 70 pic/cm² cu VMD între 250 - 300 μm;
 - b) fungicide de contact – 70 - 80 pic/cm² cu VMD între 150 - 250 μm;

11.3.3. Factorii de mediu care favorizează apariția derivei

Înainte de începerea tratamentului trebuie luați în considerare factorii de mediu relevanți pentru riscul de apariției a derivei.

Cel mai important este să se cunoască distanța de la cultura tratată la zonele sensibile. Trebuie să fie disponibile hărți în care sunt evidențiate măsuri indirecte de reducere a derivei, cum ar fi zone-de protecție (de ex. bariere vegetale, perdele de protecție și alte structuri capabile să capteze soluția fitosanitară antrenată de curenții de aer), în cazul în care situația existentă pe teren este documentată. Alți factori majori, în special în livezi sunt: structura coroanei pomilor (sistemul de conducere, structura, desimea, înălțimea pomilor, distanțele de plantare, stadiul de vegetație); uniformitatea coroanei pe rând (lipsa spațiului dintre plantele învecinate); stadiul de dezvoltare / starea culturii, care determină în mare măsură riscul de apariție a derivei mai ales în rândurile din vecinătatea zonelor sensibile. Elementele cheie sunt desimea și suprafața frunzelor, în vederea captării soluției și reținerea acesteia în zona țintă.

Condițiile meteorologice sunt principalii factori care influențează fenomenul de derivă. Aceste condiții nu pot fi influențate în mod direct și nu sunt predictibile. Viteza vântului, direcția vântului, umiditatea aerului și temperatura sunt factorii cheie care trebuie luați în considerare. În cele mai multe țări sunt recomandate valori critice, indicându-se limitele care trebuie respectate pentru efectuarea tratamentelor fitosanitare. Astfel, dacă una dintre variabilele cheie depășește limita impusă, nu se recomandă efectuarea lucrării. Aceste limite sunt diferite de la o țară la alta, fiind necesar ca acestea să fie întotdeauna luate în considerare și respectate.

Viteza vântului influențează cantitatea de picături fine, care sunt transportate departe de zona țintă. Direcția vântului determină direcția de mișcare a “norului” de picături, respectiv arată posibilitatea ca acesta să ajungă la o zonă sensibilă.

În situațiile în care umiditatea aerului este scăzută apare fenomenul de evaporare a apei din picăturile de soluție pulverizată. Acest efect crește cantitatea de picături fine și, prin urmare, crește riscul de transport al soluției în alte zone decât cele țintă. Dacă temperatura aerului este prea ridicată, circulația termică a aerului tinde să ridice picăturile mici și să întârzie căderea picăturilor pe suprafața țintă (derivă termică). Prin urmare, norul de picături este expus un timp mai îndelungat curenților de aer, care pot realiza transportul acestora spre zonele sensibile.

11.3.4. Recomandări privind reducerea derivei la aplicarea tratamentelor fitosanitare în plantațiile pomicole

➤ **Utilizați cea mai mică distanță eficientă dintre duze și suprafața țintă.**

Optimizați aplicarea tratamentelor fitosanitare reducând cât mai mult posibil distanța dintre duze și suprafața țintă, folosind reglările specifice (mai ales în fazele incipiente ale culturii).

Pentru fiecare tratament, reglările trebuie să fie adaptate și optimizate pentru a se potrivi la caracteristicile de dezvoltare a culturilor;

În etapele de creștere intensă, este mai bine să reduceți numărul de rânduri tratate, pentru ca tratamentul să fie mai precis, reducându-se astfel riscul de apariție a derivei.

➤ **Nu utilizați mașini de tratamente fitosanitare pentru produs aerosoli lângă zonele sensibile.**

Aceste mașini produc un nor de particule foarte fine cu un risc ridicat de derivă. Mașinile nu vor fi folosite în zonele unde există un risc ridicat de derivă. Dacă este necesară folosirea acestor mașini, luați toate măsurile necesare pentru a reduce deriva.

➤ **Utilizați mașini de tratamente fitosanitare cu pulverizare pneumatică care au posibilitatea de reglare a jetului de aer (orientarea față de suprafața țintă).**

Următoarele tipuri de mașini de tratamente fitosanitare pentru vii și livezi au reglaj pentru orientarea jetului de aer:

- mașini cu ventilatoare axiale și rampe verticale prevăzute cu defletoare pentru orientarea curentului de aer. Duzele au și ele posibilitatea de orientare pentru a crește eficiența stropirii;

- mașini cu tuburi de aer flexibile și dispozitive de dirijare a curentului de aer în evantai.

Folosiți dispozitivele și reglajele specifice ale mașinii pentru a aplica corect soluția în funcție de mărimea, desimea și geometria coroanei.

Evitați aplicarea soluției sub și peste coroană.

➤ **Utilizați mașini de tratamente fitosanitare la care se poate regla orientarea și poziția duzei, direcția și viteza curentului de aer și cantitatea de lichid distribuită (închiderea și deschiderea automată a duzelor).**

Pentru a asigura tratarea uniformă și o derivă a picăturilor cât mai mică, la mașinile pentru tratamente fitosanitare în livezi trebuie respectate următoarele reguli:

- deschideți un număr corect de duze pentru a asigura depunerea soluției în coroană și a evita tratarea zonelor de sub și deasupra coroanei;

- reglați poziția și orientarea duzelor pentru a asigura un tratament uniform în funcție de profilul coroanei;

- reglați defletoarele de aer și viteza în funcție de lățimea coroanei astfel încât să se evite trecerea soluției prin coroană;

- reglajul corect al direcției curentului de aer este realizat atunci când coroana este penetrată total și pe rândul următor nu se observă nor de picături;

- înainte de tratamentul fitosanitar, verificați vizual funcționarea corectă a mașinii folosind apă curată. Verificați gradul de penetrare al coroanei și efectuați reglajele necesare;

- reglați defletoarele mașinii pentru a asigura un debit mai mare de aer spre partea posterioară a mașinii când cultura se află în stadii incipiente de dezvoltare, în cazul coroanelor înguste și condiții de vânt slab;

- în cazul în care folosiți un reglaj care asigura o viteză mai mare a curentului de aer, există condiții de vânt puternic, coroana este deasă și înaltă, folosiți reglajul defletoarelor care asigură cea mai mică orientare a curentului de aer spre partea posterioară a mașinii;

- în cazul în care direcția vântului este perpendiculară pe rândul de pomi, conduceți agregatul cât mai aproape de rândul opus direcției vântului.

➤ **Folosiți mașini de tratamente fitosanitare cu pulverizare hidropneumatică la care se poate regla viteza curentului de aer.**

Reglați viteza curentului de aer în funcție de mărimea, geometria și stadiul de dezvoltare al coroanei. Acest lucru poate fi realizat astfel:

- reglarea corectă a unghiului paletelor de pe ventilator;

- reglarea turației ventilatorului alegând treptele de viteză de la reductorul ventilatorului;

- alegerea turației ventilatorului modificând turația prizei de putere a tractorului.

Viteza curentului de aer trebuie reglată și corelată cu viteza de deplasare a agregatului pentru a obține un grad de penetrare al coroanei maxim. Acest lucru este obținut când coroana este penetrată complet de jetul de lichid, iar pe rândul următor nu se observă nor de picături.

Reglați curentul de aer la valoarea minimă în cazul stadiilor incipiente de vegetație și coroane înguste sau rare.

În cazul în care agregatul se deplasează cu viteze mai mari, există vânt puternic și coroana pomilor este mare și densă, folosiți reglajul pentru un curent de aer mai mare.

În cazul în care direcția vântului este perpendiculară pe rândul de pomi, conduceți agregatul cât mai aproape de rândul opus direcției vântului.

➤ **Utilizați mașini pentru tratamente fitosanitare dotate cu duze care pot fi controlate individual.**

Ajustați reglările mașinii de tratamente fitosanitare la dezvoltarea coroanei (în special pentru fazele incipiente) prin pornirea numărului corespunzător de duze.

Opriiți duzele care nu sunt orientate spre coroană (manual sau automat).

Oprirea duzelor poate fi folosită de asemenea și pentru tratarea în benzi verticale (la o înălțime specifică a coroanei).

Luați în considerare faptul că închiderea duzelor modifică cantitatea de soluție aplicată și necesită o nouă reglare / sau calibrare pentru a păstra concentrația corectă a PPP în soluția pulverizată.

Duzele cu absorbție de aer care au un jet sub formă de con gol sunt recomandate pentru mașinile pentru tratamente fitosanitare fără defletoare, care sunt utilizate în vii și livezi.

De asemenea utilizați acest tip de duze în cazul în care distanța între duză și coroana pomilor este mică (interval mic între rândurile de pomi).

Utilizați duze cu absorbție de aer la tratamentele fitosanitare efectuate în prima parte a perioadei de vegetație, atunci când cultura are o suprafață foliară mică. În același timp utilizați un volum redus de aer, deplasați-vă cu viteză mică și reglați defletoarele corespunzător.

Majoritatea produselor de protecție a plantelor pot fi aplicate cu rezultate bune folosind duzele cu absorbție de aer. În cazul în care există dubii privind efectuarea tratamentului folosind duze cu absorbție de aer, se consultă producătorul PPP.

➤ **Reglați profilul jetului pulverizat raportat la caracteristicile suprafeței țintă.**

Încercați să reglați mașina pentru a obține un profil al jetului pulverizat care să corespundă cât mai mult profilului suprafeței țintă.

Utilizați hârtie hidrosensibilă pentru a verifica gradul de penetrare al coroanei (interior, exterior și înălțimea de pulverizare) folosind diferite duze și reglaje ale mașinii (diferite poziții ale defletoarelor de aer pentru orientarea jetului pulverizat).

Standurile de testare verticale pot fi folosite pentru a regla, modifica și alege cel mai potrivit profil de pulverizare.

Reglați duzele/tuburile de aer (poziție și direcție) având în vedere poziția spalierului și stadiul de dezvoltare al culturii.

➤ **Reglați viteza de deplasare a agregatului cu viteza și debitul curentului de aer.**

Curentul de aer care ajunge pe suprafața țintă trebuie ajustat astfel încât să pătrundă în interiorul coroanei o cantitate cât mai mare de aer. Debitul de aer trebuie astfel reglat încât acesta să nu depășească coroana ajungând pe intervalul următor, limitându-se astfel fenomenul de derivă.

Ca o recomandare generală, viteza curentului de aer nu trebuie să depășească 6-8 m/s la tratamentele fitosanitare din vii și 10-12 m/s în livezi.

Viteza curentului de aer trebuie reglată în corelație cu viteza de deplasare a agregatului. Coroana trebuie să fie penetrată complet, fără a se observa un nor de picături pe cealaltă parte.

➤ **La capetele plantațiilor închideți partea mașinii de tratamente fitosanitare din exteriorul plantației sau reduceți viteza curentului de aer când tratamentul se realizează în zone sensibile.**

Utilizați sistemele de închidere a curentului de aer când ajungeți la capetele plantației sau în zonele sensibile astfel încât picăturile de soluție să nu ajungă în exteriorul suprafeței țintă.

Considerați utilizarea sistemelor automate de management al curentului de aer care închid sau deschid independent partea stângă sau dreaptă a mașinii pentru tratamente fitosanitare.

Reduceți turația ventilatorului când realizați tratamentul la capetele livezii sau viei.

➤ **Utilizați mașini de tratamente fitosanitare ecranate (tip tunel).**

Mașinile de tratamente fitosanitare care au în componență ecrane de protecție ce reduc deriva prin diminuarea efectului curentului de aer asupra picăturilor. Clasificarea acestora este următoarea:

- mașini de tratamente fitosanitare clasice tip tunel;
- mașini de tratamente fitosanitare tip tunel cu sistem de separare a jetului;
- mașini de tratamente fitosanitare cu încălecarea rândului;
- mașini de tratamente fitosanitare cu încălecarea rândului ecranate.

Aceste mașini pot fi, de asemenea, echipate cu ecrane pentru recuperarea surplusului soluției de stropit, acest lucru ducând la economisirea soluției.

Luați în considerare următoarele aspecte la utilizarea mașinilor de tratamente fitosanitare cu ecrane pentru recuperarea surplusului soluției de stropit:

- cantitatea de soluție recuperată este mare când plantele se află în stadii incipiente de dezvoltare;

- soluția se poate recupera în cazul în care lipsesc plante.

Luați în considerare faptul că, folosirea unei mașini tip tunel poate avea ca rezultat volume reziduale mari, datorită faptului că nu se poate estima corect cantitatea de soluție preparată.

Utilizarea unei mașini tip tunel necesită un management eficient al volumului rezidual, pentru a preveni transformarea măsurilor de reducere a derivei în poluare punctuală.

➤ **Utilizați mașini de tratamente fitosanitare pe mai multe rânduri.**

Pentru a realiza tratamente uniforme și pentru a reduce deriva folosind mașini cu tratarea mai multor rânduri, următoarele reguli trebuie să fie respectate:

- când folosiți o mașină multi-rând tratați rânduri complete (de exemplu, o mașină care acoperă complet două rânduri este mai bună decât o mașină care realizează tratarea a patru semirânduri);

- folosiți același număr de duze și aceeași orientare pe ambele părți ale rândului;

- mențineți aceeași distanța între duză și coronament pe toată înălțimea coroanei;

- în cazul în care tratamentul se realizează simultan pe ambele părți ale rândului, reglați duzele și direcția aerului pentru a crea turbulențe în interiorul coroanei și a îmbunătăți depunerea substanței pe suprafața țintă;

- evitați reglajul care face ca jetul de lichid să treacă prin coroană și să ajungă pe rândul următor.

➤ **Utilizați mașini de tratamente fitosanitare echipate cu senzori.**

Utilizarea senzorilor de prezență pentru identificarea zonei țintă (prezența / absența suprafeței foliare) previne tratamentul în goluri și expunerea picăturilor la condițiile de vânt.

Senzorii avansați permit identificarea geometriei și densității coroanei, ceea ce conduce la reducerea derivei prin adaptarea volumului de lichid la caracteristicile coronamentului.

➤ **Utilizați mașini de tratamente fitosanitare prevăzute cu echipamente GPS.**

Utilizarea echipamentelor GPS permite:

- închiderea automată a duzelor la capetele parcelelor și la întoarceri;
- reglarea automată a unor parametri (ex presiune, tip de duză, număr de duze active, debitul de aer) în funcție de poziția mașinii în câmp (ex. în apropierea zonelor sensibile).

11.4. Tendințe moderne în aplicarea tratamentelor fitosanitare în plantațiile pomicole

11.4.1. Sisteme inteligente pentru controlul stropirii realizate pe plan internațional

Prin implementarea sistemelor de automatizare în fabricația mașinilor de stropit se facilitează punerea în aplicare a Directivei 2009/128/CE și respectarea Directivei 2006/42/CE care prevede în *Anexa IV* norme de garantare a cerințelor în materie de mediu la introducerea pe piață a echipamentelor de aplicare a pesticidelor în vederea reducerii efectelor nefaste asupra sănătății umane și asupra mediului provocate de astfel de echipamente.

Tehnologia normei variabile este un concept al celor mai bune practici în agricultura de precizie. Comisia Europeană promovează agricultura de precizie, în cea mai mare parte, prin intermediul programului său pentru cercetare, Orizont 2020. În prezent, în Europa unele tehnologii precum cea de Sisteme de Navigație Globală prin Satelit (Global Satellite Navigation Systems – GNSS) au fost adoptate rapid de către agricultorii de toate dimensiunile. Sunt două metode de aplicare a tehnologiei normei variabile: bazată pe hartă și bazată pe senzori. În sistemul bazat pe hartă, norma aplicată este schimbată conform unei hărți prescrise generată anterior. În sistemul bazat pe senzori, norma aplicată este reglată cu ajutorul informațiilor furnizate în timp real de senzori.

Datorită caracteristicilor în continuă schimbare a unei plantații pomicole în timpul perioadei de creștere și a ciclului de viață, hărțile prescrise pentru aplicarea normelor variabile trebuie actualizate frecvent, acest lucru făcând ca tehnologia bazată pe hartă să fie foarte scumpă. În cadrul tehnologiei bazată pe senzori, tehnologie dezvoltată în cadrul proiect complex ECOTEHNOPOM, senzorii montați pe echipamentul de stropit furnizează informații în timp real referitoare la caracteristicile culturii țintă, informații care sunt procesate de un calculator și utilizate pentru controlul stropirii. Prin controlul stropirii bazat pe măsurarea caracteristicilor țintei, în comparație cu simpla detectare a țintei, se obține o reducere de până la 35% a cantității de substanță aplicată.

Măsurarea electronică a dimensiunilor coroanelor pomilor în livezi a fost studiată de-a lungul timpului de mai mulți cercetători (Escolà, 2011; Zaman, 2004; Balsari, 1998; Balsari și al., 2008). Giles și al., în anul 1987, a dezvoltat un sistem bazat pe senzori ultrasonici plasați la diferite înălțimi pe echipamentul de stropit, pentru măsurarea volumului coroanei, în livezi de piersic și măr. Acest sistem a fost îmbunătățit ulterior de aceiași autori (Giles și al., 1989), prin utilizarea unui algoritm de control avansat, rezultatele obținute conducând la o economie de pesticide de până la 52%.

Totuși, datorită unghiului divergent relativ mare al undelor ultrasonice, suprafața țintei vizate devine cu atât mai mare cu cât distanța dintre senzor și țintă crește, reducând acuratețea măsurătorilor și crescând posibilitatea apariției interferenței semnalelor dintre doi senzori alăturați (Wei și Salyani, 2004). În anul 2005, Schumann și al. a dezvoltat un soft care rulează sub Windows pentru a analiza și prelucra datele preluate de senzorii ultrasonici la măsurarea înălțimii și volumului coroanelor, cu acuratețe ridicată, la o rată de aproximativ 13,6 pomi pe minut.

Unul dintre cele mai avansate sisteme de aplicare a tratamentelor fitosanitare în plantațiile pomicole este EDAS - Environmental Dependent Application System (Fig. 2), care

identifică condițiile de mediu și ajustează regimul de pulverizare pentru a reduce deriva și a proteja suprafețele adiacente (Doruchowski și al., 2009).

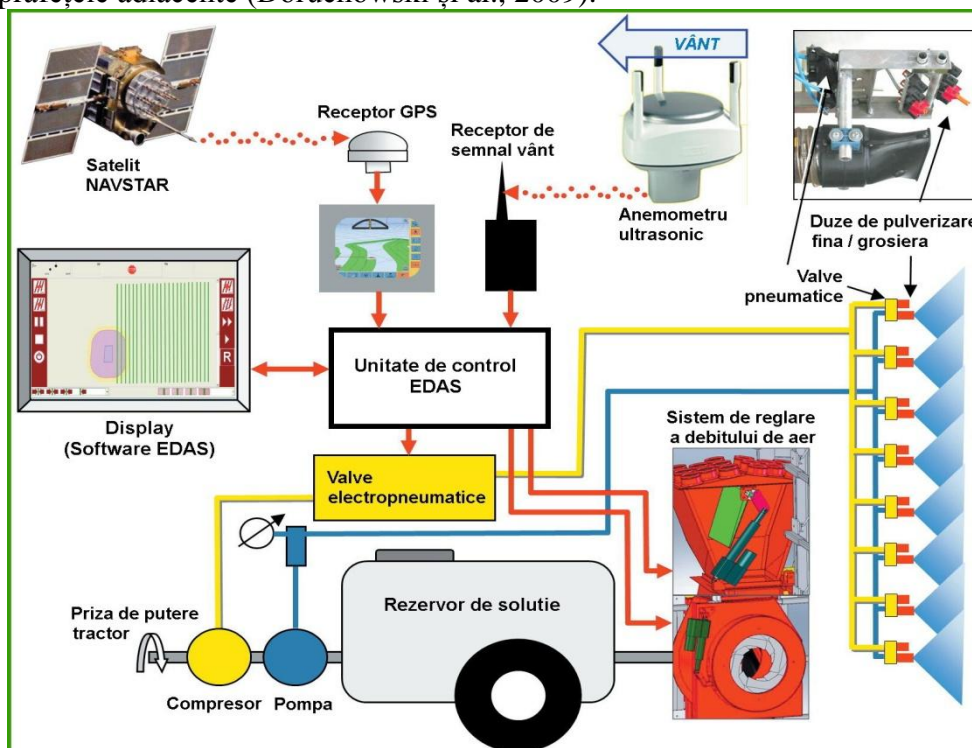


Fig. 2. Sistemul de aplicare a tratamentelor fitosanitar subordonat mediului, EDAS

Parametrii de mediu monitorizați de sistemul EDAS sunt:

- viteza și direcția vântului, măsurate cu un anemometru ultrasonic;
- poziția echipamentului în raport cu marginile plantației pomicele sau a zonelor care trebuie protejate de contaminare, controlată prin Sistemul Global de Poziționare GPS.

În funcție de aceștia, sistemul EDAS reglează următorii parametrii:

- mărimea picăturilor (pulverizare grosieră sau fină);
- debitul de aer al ventilatorului.

Duzele sunt selectate automat să nu pulverizeze, să pulverizeze fin sau grosier, în funcție de zona de risc. Volumul de aer este reglat pentru stropitul pe o singură parte, distribuție simetrică sau asimetrică, în funcție de parametrii de mediu menționați mai sus sau de poziția rândului de pomi în livadă.

Pentru a determina geometria coroanei pomului se folosește un sistem de identificare a culturii, CIS (Crop Identification System), care utilizează senzori cu ultrasunete, astfel încât să se poate ajusta volumul de substanță și programa deschiderea duzelor în raport cu densitatea vegetației (Fig. 3). Prezența sau absența ținte depinde de intervalul de timp dintre momentul emiterii pachetului ultrasonic și întoarcerea semnalului eco.

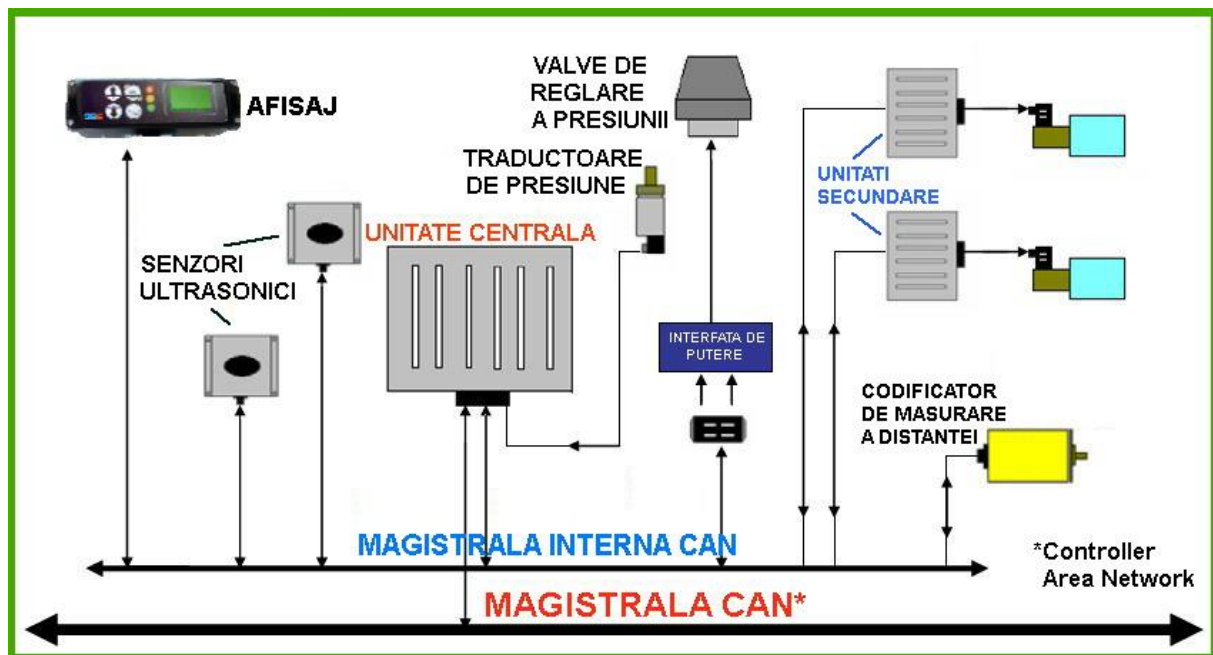


Fig. 3. Schema sistemului de identificare al culturii CIS (Balsari și al., 2008)

Combinând această informație cu cea oferită de sistemul de poziționare globală GPS din sistemul EDAS se poate afla distanța medie până la coroană. Estimarea densității vegetației necesită o analiză a semnalului analogic ecou. Densitatea vegetației este direct proporțională cu amplitudinea semnalului primit (semnal de amplitudine mai mare, corespunzător unei coroane pomicele mai dese; semnal de amplitudine mai scăzută, corespunzător uneia mai rare).

Software-ul EDAS, instalat pe computerul echipamentului, integrat cu sistemul GPS, permite operatorului să urmărească traseul mașinii și să monitorizeze variația parametrilor de pulverizare în timp real. Unitatea de control EDAS înregistrează procesul de tratament fitosanitar, permițând, ulterior încheierii acestuia, redarea înregistrării. Astfel se poate verifica dacă parametrii de mediu au fost recunoscuți cu acuratețe și răspunsul a fost adecvat.

Sistemul EDAS, echipat cu senzor anemometric și cu sistem de navigare GPS oferă posibilitatea ajustării în timp real a parametrilor pulverizării în funcție de condițiile atmosferice. Sistemul CIS identifică în mod precis prezența și caracteristicile țintei, fără să existe interferențe între senzorii ultrasonici. Rezultanta celor două sisteme, implementate pe același echipament, este o tehnologie modernă, performantă de aplicare a tratamentelor fitosanitare, cu reduceri semnificative ale volumului de substanță aplicat, fără a fi afectată depunerea pe frunze și cu menținerea eficacității biologice, în condițiile reducerii la minimum a poluării mediului.

11.4.2. Sisteme inteligente pentru controlul stropirii realizate pe plan național

INMA București, în cadrul proiectului „Tehnologie inovativă de aplicare a tratamentelor fitosanitare în plantațiile pomicele în vederea creșterii securității și siguranței alimentare” a proiectat, realizat și testat un echipament tehnic care este echipat cu un sistem automat de detectare a coroanei pomului cu ajutorul senzorilor ultrasonici și de comandă a stropirii, care permite aplicarea țintită, punctuală, a substanțelor fitosanitare. Construcția deflectorului bidirecțional de aer și amplasarea rampelor de stropit permite distribuția uniformă a aerului purtător de particule de substanță prin acoperirea întregii mase vegetale a coroanei pomului, reducând pierderile prin derivă și implicit poluarea mediului (Fig. 4).



Fig. 4. Echipamentul tehnic pentru aplicarea cu substanțe ecologice și precizie ridicată a tratamentelor fitosanitare în plantațiile pomicole

În cadrul proiectului complex „Creșterea capacității instituționale de cercetare - dezvoltare - inovare în domeniul pomiculturii ecologice” (*ECOTEHNOPOM*), Proiect component 2 „Tehnologii ecologice pre-recoltă de înmulțire și exploatare a speciilor pomicole”, INMA București a realizat sistemul automat de detectare a caracteristicilor culturii țintă, pe care l-a implementat pe un echipament clasic de stropit în plantații pomicole (Fig. 5).



Fig. 5. Echipamentul de stropit dotat cu sistem automat de detectare a caracteristicilor culturii țintă

Echipamentul de stropit dotat cu sistem automat de detectare a culturii țintă este destinat tehnologiei de aplicare a tratamente fitosanitare cu normă variabilă în plantațiile pomicole cu panta terenului accesibil tractoarelor pe roți, în vederea combaterii agenților patogeni și dăunătorilor.

Echipamentul de stropit lucrează pe principiul de pulverizare hidraulică cu jet purtat. Pompa de lichid acționată de la priza de putere a tractorului preia soluția de stropit din rezervorul de soluție prin intermediul robinetului cu trei căi și a filtrului de admisie și o transmite către regulatorul de debit și presiune. În funcție de presiunea de lucru reglată și citită pe manometru, o parte din soluție este dirijată către rampele de stropit, prin intermediul electrovalvelor on-off și electrovalvelor proporționale, iar surplusul este dirijată către un ejector montat în interiorul rezervorului. La trecerea soluției sub presiune prin ejector se produce o agitare continuă a lichidului din rezervor. Corpurile de pulverizare sunt prevăzute cu supape antipicurare care limitează pierderile de lichid la închiderea circuitelor de lucru. Sistemul automat de detectare a caracteristicilor culturii țintă are, în funcție de cerințe, două moduri de lucru: manual, atunci când operatorul selectează pornirea / oprirea stropirii care se face în flux continuu sau automat atunci când comanda stropirii este dată de automatul programabil în funcție de informația captată de senzorul laser. Senzorul laser scanează geometria coroanei pomului în plan vertical. Informația captată este transmisă automatului programabil, care calculează volumul masei vegetale și

debitul de substanță aferent și comandă în consecință închiderea sau deschiderea parțială / totală a electrovalvelor proporționale. În cazul spațiului dintre pomi, a golurilor din cultură sau a lipsei de masă vegetală, fluxul de soluție către rampa de pulverizare aferentă este oprit.

Principalele caracteristici tehnice ale echipamentului de stropit dotat cu sistem automat de detectare a caracteristicilor culturii țintă sunt prezentate în tabelul 1.

Tabel 1. Caracteristici tehnice echipament de stropit dotat cu sistem automat de detectare a caracteristicilor culturii țintă

Caracteristica		Descriere
<i>Echipamentul de stropit</i>		
Tipul echipamentului de stropit		purtat pe ridicătorul hidraulic al tractorului
Puterea tractorului		50 CP
Capacitatea rezervorului de substanță		300 l
Ventilatorul		cu absorbție axială și refulare radială a aerului, cu diametrul de 60 cm
Deflector de aer		simetric stânga - dreapta
Tipul duzelor		12 port duze duble (ϕ 0,8 mm și ϕ 1,2 mm) cu supape antipicurare, montate simetric stânga - dreapta pe 2 rampe din inox
Tipul pompei		Imovilli, model M50
Debit maxim		48 l/min
Presiunea maximă		40 bar
Regulator de presiune și debit		cu două căi și acționare manuală, echipat cu electrovalve on-off și manometru
Acționare pompa și ventilator		de la arborele prizei de putere al tractorului prin transmisie cardanică
<i>Sistemul automat de detectare a caracteristicilor culturii țintă</i>		
Senzor laser	model	LMS111-10100
	unghi de scanare	270°
	frecvența de scanare	25 / 50 Hz
	rezoluția unghiulară	0,5°
	distanța de lucru	0,5 ... 20 m
	clasa de protecție	IP 67
	lungimea de undă	905 nm
	alimentare	10,8 ... 30 V cc
	timp de răspuns	\geq 20 ms
	putere consumată	8 W
	conectori electrici	4 xM12 plug-in
	gama de viteze de scanare	+100 mm/s +20,000 mm/s
	protocol de comunicație	RS-232
Suport senzor laser		cu posibilitatea reglării pe 3 direcții: față - spate; sus - jos; reglaj unghiular în plan vertical
Electrovalve proporționale	nr. buc.	2, montate între regulatorul de presiune și debit și rampele de stropit
	diametru nominal	DN 13 mm
	tensiunea de alimentare	24 Vcc
	dimensiune conector	G1/2"
	clasa de protecție	IP 65
	histerezis	< 5%
debit maxim		84 l/min
Cutia de comandă		controller programabil AL2-14MR-D; sursă de tensiune stabilizată 24 Vcc model MeanWell DR-60-24; siguranțe fuzibile, mufe și conectori electrici

Sinteza rezultatelor obținute la experimentarea echipamentului de stropit dotat cu sistem automat de detectare a caracteristicilor culturii țintă.

Probele s-au efectuat într-o livadă de măr plantată în sistem clasic, pentru trei presiuni de lucru (10 bar, 15 bar și 20 bar), trei viteze de lucru (4,5 km/h; 5,6 km/h și 7,4 km/h) și duzele cu dimensiunea ϕ 1,2 mm.

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 2, 3 și 4.

Tabel 2. Rezultatele obținute pentru viteza de lucru de 4,5 km/h

Presiunea (bar)		10	15	20
Debit duză (l/min)		2,9	3,6	4,2
Consumul de substanță (l)	clasic (stropit în flux continuu)	41,7	51,8	60,4
	automat (cu sistemul automat de detectare a caracteristicilor țintei în funcțiune)	32,3	40,6	49,2
Diferența clasic / automat (l)		9,3	11,2	11,1
Economia de substanță (%)		22,4	21,6	18,5

Tabel 3. Rezultatele obținute pentru viteza de lucru de 5,6 km/h

Presiunea (bar)		10	15	20
Debit duză (l/min)		2,9	3,6	4,2
Consumul de substanță (l)	clasic (stropit în flux continuu)	34,8	43,2	50,4
	automat (cu sistemul automat de detectare a caracteristicilor țintei în funcțiune)	27,7	35,3	42,5
Diferența clasic / automat (l)		7,1	7,9	7,8
Economia de substanță (%)		20,3	18,5	15,6

Tabel 4. Rezultatele obținute pentru viteza de lucru de 7,4 km/h

Presiunea (bar)		10	15	20
Debit duză (l/min)		2,9	3,6	4,2
Consumul de substanță (l)	clasic (stropit în flux continuu)	71,3	88,5	103,3
	automat (cu sistemul automat de detectare a caracteristicilor țintei în funcțiune)	59,0	75,4	89,9
Diferența clasic / automat (l)		12,3	13,1	13,3
Economia de substanță (%)		17,2	14,8	12,9

Concluziile rezultate în urma experimentărilor echipamentului de stropit dotat cu sistem automat de detectare a caracteristicilor culturii țintă sunt următoarele:

- cea mai mare economie de substanță (22,4%) s-a obținut pentru viteza de lucru de 4,5 km/h și presiunea de 10 bar;
- economia de substanță scade cu creșterea presiunii de lucru din instalație, la aceeași viteză de lucru;
- economia de substanță scade cu creșterea vitezei de lucru, la aceeași presiune de lucru.