

Ing. **Constantin CHIRILĂ**

**CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA LUCRĂRILOR SPECIFICE  
RECOLTĂRII CEREALELOR PRIN STABILIREA TIPURILOR DE  
MAȘINI ȘI A TEHNOLOGIILOR DIVERSIFICATE DE MECANIZARE  
IMPUSE DE AGRICULTURA DURABILĂ, DESTINAȚIA PRODUSULUI  
ȘI EVOLUȚIA STRUCTURII DE PROPRIETATE A PĂMÂNTULUI**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:**  
Prof.univ.dr.ing. **Victor VÂLCU**

**REZUMATUL TEZEI**

**Cuvinte cheie:** experimentare, optimizare, combine, recoltat, cereale.

Cultura grâului și cea a porumbului ocupă primul loc în agricultura țării noastre. Astfel, porumbul ocupă locul întâi după suprafața cultivată (circa 34 % din suprafața cultivată), iar grâul se situează pe locul al doilea (aproximativ 30 % din suprafața cultivată).

Pe plan mondial grâul se poziționează pe locul întâi după volumul producției totale, iar porumbul, pe locul al doilea (locul al treilea este ocupat de orez, iar locul al patrulea, de cartof).

Efectuarea lucrării de recoltare a grâului și porumbului conform cerințelor agrotehnice se poate realiza numai prin executarea mecanizată a acesteia. Pentru aceasta, agricultura României trebuie să dispună de o bază tehnico-materială (combine autopropulsate de recoltat cereale) realizată la înalt nivel tehnic și corespunzătoare cantitativ pentru a efectua recoltarea cerealelor în perioadele de timp stabilite agrotehnic (recoltarea cerealelor păioase reclamă o perioadă scurtă de executare, de 6 ... 10 zile).

**Capitolul I** al tezei de doctorat "*Stadiul actual al cercetărilor privind tehnologiile de lucru și combinele de recoltare a cerealelor păioase și a porumbului*" tratează probleme referitoare la fluxul tehnologic și structura combinelor de recoltat cereale produse de diferite firme, probleme privind construcția și funcționarea diferitelor tipuri de aparate de treier.

În acest capitol se arată, printre altele, că recoltarea cerealelor reprezintă o lucrare importantă în ansamblul proceselor de producție din agricultură, ea depășind 50 % din costul

total de producție al acestor culturi. Mașinile de recoltat cereale, alături de celelalte mașini și sisteme tehnice folosite în agricultura modernă, au permis reducerea dramatică a numărului de muncitori din agricultură și trecerea lor în alte sectoare de activitate umană. De la 19 muncitori pe ogor care puteau asigura alimentele necesare pentru încă unul, s-a ajuns, la sfârșitul secolului trecut, la situația în care un singur muncitor, dotat cu mijloacele tehnice necesare, asigură hrana a încă 160 semeni. O combină de recoltat cereale păioase modernă, înlocuiește munca a câtorva mii de muncitori manuali. Studii recente arată că productivitatea muncii la recoltarea cerealelor cu combinele moderne a crescut de peste 3000 de ori față de recoltarea manuală.

Preocuparea majoră a constructorilor de combine de recoltat cereale a fost și rămâne în continuare creșterea capacității de lucru, reducerea pierderilor de semințe și a vătămării acestora, asigurarea condițiilor optime de lucru pentru operator (în viitor acesta va dispărea de pe combină și operațiile de recoltare vor fi controlate, supravegheate și dirijate din sediul fermei și cu ajutorul sateliților artificiali).

Considerăm că este absolut necesar să se construiască combine moderne de recoltat cereale în România. Recurgerea la achiziția de tractoare și mașini agricole de la firmele străine performante, care sunt foarte scumpe, ar însemna ca anual circa 40 % din producția agricolă a țării să se transfere țărilor exportatoare, ceea ce este echivalent cu cedarea a 40 % din suprafața terenului agricol al țării altor țări care nu au nevoie să efectueze muncile agricole istovitoare și, ca urmare, în aceste țări va crește bunăstarea, în timp ce în România nivelul de trai al popoului va scădea.

Ceea ce caracterizează în principal diferențele majore în fluxurile tehnologice ale combinelor actuale de recoltat cereale este tipul sistemelor de preluare a materialului din lan și construcția organelor de treier. Marea majoritate a combinelor utilizează în momentul de față aparate de treier tradiționale (tangențiale) cu un singur bătător, însă tendința actuală este de a folosi combine prevăzute cu aparate de treier axiale sau cu mai multe bătătoare/rotoare de treier și separare, ce au ca scop creșterea capacității de lucru.

**Fluxurile tehnologice ale combinelor cu aparat de treier tangențial.** Se prezintă modele de combine realizate de diferite companii (firme), indicându-se pe figuri principalele părți componente ale acestora: despicătoarele de lan, rabatorul, aparatul de tăiere, transportorul elicoidal de pe heder, transportorul oscilant, aparatul de treier tangențial, sistemul de scuturare a paielor, ventilatorul curățirii combinei, sistemul de curățare, transportorul elicoidal de descărcare a buncărului, motorul combinei, buncărul pentru semințe, cabina de conducere. Modelele prezentate sunt realizate de următoarele companii: LAVERDA, MASSEY FERGUSON, FENDT, DEUTZ-FAHR, VASSALI FABRIL, SAMPO ROSENLEV, CLAAS Group, CNH-CASE NEW HOLLAND, JOHN DEERE, NIVA, SEMĂNĂTOAREA S.A.

**Fluxurile tehnologice ale combinelor cu aparat de treier axial.** Sunt prezentate modele de combine realizate de diferite companii (firme), indicându-se pe figuri, de obicei, principalele părți componente ale acestora: despicătoarele de lan, rabatorul, aparatul de tăiere, transportorul elicoidal de pe heder, transportorul oscilant, aparatul de treier axial, ventilatorul curățirii combinei, sistemul de curățare, transportorul elicoidal de descărcare a buncărului, motorul combinei, buncărul pentru semințe, cabina de conducere.

Modelele de combine prezentate aparțin următoarelor companii (firme): ALLIS-CHALMERS GLEANER, GLEANER, CHALLENGER, MASSEY FERGUSON, FENDT, CNH-CASE NEW HOLLAND, CASE-IH, LAVERDA, JOHN DEERE 9880 STS, SAME DEUTZ-FAHR.

**Aparatele de treier utilizate în construcția combinelor de recoltat cereale.** Se prezintă cele două categorii de aparate de treier: aparate tangențiale (cu așezare de obicei transversală, uneori longitudinală) și aparate axiale (cu așezare de obicei longitudinală, uneori transversală). Sunt prezentate aparatele de treier tangențiale de pe combinele: John Deere (seriile 1100, 2200, CWS, WTS), FIAT (seria L), Massey Ferguson 825, Deutz-Fahr 2780H, Sampo (seria Optima), Sampo SR 2075 TS, Laverda (seria L, LX), New Holland TC 55, Massey Ferguson (seriile 20 și 40), Claas Mega, Deutz-Fahr TopLiner 8 XL, Claas Dominator 116 CS, New Holland seria TF, John Deere CTS și Claas Lexion 480. De asemenea, se prezintă aparatele de treier axiale (cu flux elicoidal) de pe combinele: Allis Chalmers Gleaner, Laverda MX 300, IHC 1440, Case IH 1680, Case IH seriile 2100 și 9000, New Holland CR 9090, John Deere 9880 STS.

În **cel de al II capitolul** al lucrării "*Cercetări privind optimizarea lucrărilor specifice de recoltare a cerealelor funcție de tipurile constructive ale combinelor*" sunt tratate probleme referitoare la optimizarea tipurilor constructive de combine, aspecte legate de mărimea și disponerea suprafețelor de teren agricol, de formele de proprietate ale terenurilor agricole, de dotarea și organizarea mecanizării agriculturii.

La nivelul anului 2007 în România existau 3.931.350 exploatații agricole, suprafața medie de teren agricol pe exploatație fiind de 2,34 ha în gospodăriile familiale și de 275,37 ha în exploatațiile agricole cu personalitate juridică. Trebuie precizat un lucru foarte important și anume faptul că 99,93 % din exploatații sunt gospodării familiale fără personalitate juridică, adică exploatații cu suprafața medie de 2,34 ha (foarte mici, cu dezavantajele corespunzătoare).

Combinele autopropulsate pentru recoltat cereale sunt în număr de 23.900.

Automatizarea proceselor de producție agricole reprezintă o prioritate pentru a face față concurenței acerbe din partea țărilor cu o agricultură puternică de pe glob: SUA, Canada, Australia, Japonia, Brazilia, Argentina, China, India etc și celelalte țări din UE, care utilizează

astăzi tractoare, combine și agregate de mașini ultraperformante.

Există astăzi în România trei tipuri de exploatații agricole:

- gospodării individuale, în număr de 3,9 milioane, în care se lucrează 9.182 mii ha (79 %). Suprafața medie pe o gospodărie este de 2,3 ha;
- asociații familiale, în număr de 7.175, care gestionează 950 mii ha (8 %), având o suprafață medie pe asociație de 132 ha;
- societăți agricole, în număr de 3.578, cu 1.558 mii ha în total (13 %), cu o medie de 435 ha pe exploatație.

Se observă, din datele arătate mai sus, gradul foarte ridicat de fărâmițare a terenului agricol (72 % exploatații sub 3 ha și numai 0,3 % peste 10 ha), cu implicații nefavorabile asupra utilizării eficiente a resurselor financiare, a activelor productive, și în special asupra posibilității de mecanizare cu mijloace economice.

În ceea ce privește concentrarea terenurilor suntem foarte departe de comunitatea europeană, întrucât suprafața medie pe exploatație este de 2,3 ha în România față de 16,6 ha în Uniunea Europeană.

În cazul dotării cu combine, încărcătura pe o combină fizică de recoltat cereale este de circa 136 ha în România, comparativ cu o medie de 44 ha în țările UE și de 76 ha în SUA.

În ultima perioadă pe plan mondial combinele de recoltat cereale s-au perfecționat, prin îmbunătățirea și optimizarea organelor principale de lucru și prin aplicarea realizărilor recente în domeniul tehnologiei informației, în scopul creșterii productivității, îmbunătățirii indicilor calitativi, a ușurării conducerii, a asigurării controlului permanent al regimului de lucru. În acest capitol se prezintă sintetic perfecționările și optimizările aduse de cele mai importante firme din lume constructoare de autocombine, pentru a se arăta stadiul la care s-a ajuns în prezent în acest domeniu.

**Capitolul III** al tezei de doctorat "*Cercetări privind optimizarea lucrărilor de recoltare funcție de tehnologiile impuse de agricultura durabilă*" este destinat prezentării problemelor legate de optimizarea lucrării de recoltare a cerealelor cu combina. Mai întâi se prezintă considerațiile generale privind optimizarea, apoi se trece la cercetările efectuate pe plan mondial privind problemele de optimizare. Se fac referiri la optimizarea proceselor liniare și la optimizarea neliniară.

Sunt prezentate apoi câteva metode de rezolvare a problemelor de optimizare neliniară: metoda FLETCHER-REEVES (Gradienților conjugați), metoda DAVIDON-FLETCHER-POWELL, Programarea geometrică.

Se prezintă, de asemenea, determinarea timpului optim de utilizare a unui utilaj, care include aspectele: stabilirea funcției-scop profitul anual, stabilirea funcției-scop în cazul unui

agregat tractor-mașină agricolă, stabilirea funcției-scop pentru cazul când agregatul este format dintr-o singură entitate, determinarea matricei productivităților pentru combinele de recoltat cereale.

În **capitolul IV** al lucrării "*Obiectivele tezei de doctorat*" se prezintă problemele care vor fi urmărite în cadrul lucrării. Sunt prezentate importanța tezei de doctorat și obiectivele acesteia. S-au stabilit utilajele care vor fi experimentate, indicii calitativi de lucru care se vor determina, indicii energetici și cei de exploatare. De asemenea, se vor stabili vitezele optime de deplasare pentru fiecare tip de combină și fiecare cultură. Cel mai important obiectiv este stabilirea combinei optime de recoltat cereale.

În cel de **al V-lea capitol** al tezei de doctorat "*Cercetări privind optimizarea lucrărilor specifice de recoltat, funcție de structura de proprietate și de destinația produsului*" se tratează probleme referitoare la mărimea suprafețelor de teren agricol deținute de exploatațile agricole, la categoriile de combine de recoltat cereale produse pe plan mondial (funcție de puterea motorului), la stabilirea combinei optime.

Stabilirea combinei optime presupune mai multe etape: stabilirea mulțimii tipurilor de combină ce se compară; stabilirea criteriilor de departajare pe baza cărora se determină combina ce asigură eficiența maximă; structurarea criteriilor de departajare (criterii de maxim, criterii de minim); elaborarea matricei  $U_{N,M}$  a utilităților; ierarhizarea criteriilor de departajare; stabilirea matricei  $U_{II}$  a utilităților; calcularea utilității totale în exploatare a fiecărei combine; întocmirea clasamentului combinelor posibile de folosit; stabilirea combinei optime.

**Capitolul VI** al lucrării "*Materialul și metoda de cercetare în vederea determinării indicilor calitativi de lucru, energetici și de exploatare ai combinelor de recoltat cereale*" tratează probleme referitoare la prezentarea tipurilor de combine care s-au experimentat și a indicilor de lucru urmăriți: indicii calitativi, energetici și de exploatare.

Tipurile constructive de combine de recoltat cereale care au fost experimentate sunt: SEMA 110, SEMA 140E, CLAAS Dominator 108 MAXI și LAVERDA M 305 SP. La fiecare din aceste combine s-au prezentat părțile componente, funcționarea și caracteristicile tehnice.

S-au prezentat totodată, indicii calitativi de lucru urmăriți (pierderile totale de semințe, gradul de vătămare a semințelor, gradul de puritate a semințelor, la fiecare indice arătându-se cerința agrotehnică impusă), indicii energetici (viteza de lucru, consumul orar de combustibil, puterea necesară acționării combinei) și indicii de exploatare (17 indici, din care cei mai importanți sunt: coeficientul de folosire a timpului schimbului, coeficientul siguranței în exploatare, capacitatea de lucru pe un schimb de 8 ore, consumul specific de combustibil exprimat în litri/tona de semințe).

În **capitolul VII** al tezei de doctorat "*Cercetări privind determinarea indicilor calitativi*

*de lucru, energetici și de exploatare ai combinelor de recoltat cereale*" sunt prezentate rezultatele experimentale obținute în urma determinării indicilor de calitate, energetici și de exploatare ai celor 4 tipuri constructive de combine.

În cadrul cercetărilor efectuate la recoltarea grâului cu combina SEMA 110, privind indicii calitativi de lucru, s-a stabilit că odată cu mărirea vitezei de deplasare pierderile totale de semințe cresc, în timp ce gradul de vătămare al semințelor și puritatea acestora se micșorează. Ținând seama de limitele impuse de cerințele agrotehnice și de valorile celor trei indici de calitate ai lucrării s-a stabilit că viteza optimă de deplasare a combinei SEMA 110, la recoltat grâu, este de 3,6 km/h. În cazul determinării indicilor calitativi de lucru la recoltarea porumbului, cu aceeași combină, s-a constatat, ca și la grâu, că pe măsură ce se mărește viteza de deplasare pierderile totale de semințe cresc, iar gradul de vătămare a semințelor și puritatea boabelor colectate în buncăr se diminuează. Având în vedere cerințele agrotehnice și valorile celor trei indici de calitate ai lucrării s-a stabilit că viteza optimă de deplasare a combinei SEMA 110, la recoltat porumb, este de 4,05 km/h.

În ceea ce privește combina de recoltat cereale SEMA 140E, experimentată la recoltat grâu, s-a constatat că cei trei indici calitativi variază, odată cu mărirea vitezei de deplasare, ca și în cazul combinei SEMA 110. În urma comparației între cerințele agrotehnice și valorile celor trei indici de calitate ai lucrării s-a stabilit că viteza optimă de deplasare a combinei de recoltat cereale SEMA 140E, la recoltat grâu, este de 4,68 km/h. Atunci când s-au determinat indicii calitativi de lucru la recoltarea porumbului, cu aceeași combină, s-a constatat că mărirea vitezei de deplasare conduce la aceleași modificări ale celor trei indici de calitate ca și la recoltarea grâului. Având în vedere limitele prevăzute de cerințele agrotehnice și valorile celor trei indici de calitate ai lucrării efectuate s-a stabilit că viteza optimă de deplasare a combinei de recoltat cereale SEMA 140E, la recoltat porumb, este de 4,04 km/h.

La combina de recoltat cereale CLAAS Dominator 108 MAXI, în cazul folosirii acesteia la recoltat grâu, s-a stabilit că mărirea vitezei de deplasare determină aceleași modificări ale indicilor de calitate care au fost prezentate la combinele SEMA. Comparând cerințele agrotehnice cu valorile celor trei indici de calitate ai lucrării efectuate s-a stabilit că viteza optimă de deplasare a combinei de recoltat cereale CLAAS Dominator 108 MAXI, la recoltat grâu, este de 4,2 km/h. În ceea ce privește indicii calitativi obținuți de aceeași combină la recoltarea porumbului, s-a constatat că mărirea vitezei conduce la aceleași modificări ale indicilor calitativi care au fost prezentate la combinele SEMA. Pe baza cerințelor agrotehnice și a valorilor celor trei indici de calitate ai lucrării efectuate s-a stabilit că viteza optimă de deplasare a combinei de recoltat cereale CLAAS Dominator 108 MAXI, la recoltat porumb, este de 5,1 km/h.

La recoltarea grâului cu combina de recoltat cereale LAVERDA M 305 SP s-a constatat că cei trei indici de calitate variază, odată cu mărirea vitezei de deplasare, la fel ca la celelalte trei combine. În urma comparării cerințelor agrotehnice cu valorile celor trei indici de calitate ai lucrării efectuate s-a stabilit că viteza optimă de deplasare a combinei de recoltat cereale LAVERDA M 305 SP, la recoltat grâu, este de 6,5 km/h. Referitor la indicii calitativi obținuți de aceeași combină la recoltarea porumbului, s-a constatat că modul în care variază aceștia odată cu mărirea vitezei de deplasare este cel prezentat deja la celelalte trei tipuri de combine. Comparând cerințele agrotehnice cu valorile celor trei indici de calitate ai lucrării executate s-a stabilit că viteza optimă de deplasare a combinei LAVERDA M 305 SP, la recoltat porumb, este de 6,5 km/h (la fel ca cea stabilită pentru recoltarea grâului).

Pe baza valorilor indicilor calitativi de lucru determinați s-a stabilit combina optimă (tipul de combină care a obținut cele mai bune rezultate privind indicii calitativi). De fapt s-a stabilit ordinea celor 4 tipuri de combine, locul pe care îl ocupă fiecare din acestea. Ordinea a fost stabilită pe baza valorilor indicilor calitativi corespunzătoare vitezei optime prezentate la fiecare tip de combină și la fiecare cultură (grâu și porumb). La cultura de grâu, în prima fază s-a stabilit ordinea în care se situează cele 4 tipuri de combine separat, pentru fiecare indice calitativ în parte. În cea de a doua fază s-a stabilit locul pe care îl ocupă fiecare tip de combină, având în vedere concomitent toți cei trei indici calitativi, folosind în acest scop o metodă proprie. Prin folosirea acestei metode speciale s-a stabilit, pentru cultura de grâu, următoarea ordine a combinelor: combina LAVERDA M 305 SP = locul 1 (cea mai bună); combina SEMA 110 = locul 2; combina CLAAS Dominator 108 MAXI = locul 3; combina SEMA 140E = locul 4 (cu rezultatele cele mai slabe). Pentru cultura de porumb s-a folosit aceeași metodă specială și s-a constatat că ordinea în care se situează cele patru tipuri de combine este cea stabilită la grâu (locul 1 = LAVERDA M 305 SP, locul 4 = SEMA 140E).

Indicii energetici determinați la recoltarea grâului și a porumbului, la cele patru tipuri constructive de combine de recoltat cereale, sunt: consumul orar de combustibil și puterea necesară acționării combinei. La toate tipurile constructive de combine de recoltat cereale s-a stabilit, atât la cultura de grâu cât și la cea de porumb, că consumul orar de combustibil și puterea necesară acționării combinei se măresc odată cu creșterea vitezei de deplasare.

Indicii de exploatare ai celor patru tipuri constructive de combine de recoltat cereale s-au determinat la recoltarea grâului. Dacă se analizează rezultatele obținute privind coeficientul de folosire a timpului schimbului se constată că ordinea în care se poziționează cele patru tipuri de combine este: CLAAS Dominator 108 MAXI (locul 1), LAVERDA M 305 SP (locul 2), SEMA 140E (locul 3) și SEMA 110 (locul 4). În ceea ce privește cel de al doilea indice de exploatare, coeficientul de siguranță în exploatare  $K_4$ , s-a stabilit că ordinea în care se situează cele patru

tipuri de combine este: LAVERDA M 305 SP (locul 1), CLAAS Dominator 108 MAXI (locul 2), SEMA 110 (locul 3) și SEMA 140E (locul 4). Analizând rezultatele privind indicele de exploatare capacitatea de lucru pe un schimb de 8 ore se constată că ordinea în care se poziționează cele patru tipuri de combine este: LAVERDA M 305 SP (locul 1), CLAAS Dominator 108 MAXI (locul 2), SEMA 140E (locul 3) și SEMA 110 (locul 4). Consumul specific de combustibil (care se exprimă în litri/tona de semințe) prezintă o importanță deosebită deoarece constituie un criteriu de bază în aprecierea performanțelor utilajelor agricole. Ținând seama de valorile acestui indice de exploatare s-a stabilit că ordinea în care se poziționează cele patru tipuri de combine este: SEMA 110 (locul 1), LAVERDA M 305 SP (locul 2), CLAAS Dominator 108 MAXI (locul 3) și SEMA 140E (locul 4).

În cel de **al VIII-lea capitol** al lucrării sunt prezentate *concluziile* stabilite în legătură cu cercetările efectuate. Prezentăm în continuare doar câteva concluzii importante.

La recoltarea grâului cu combina SEMA 110 viteza optimă de deplasare este de 3,6 km/h, iar la recoltarea porumbului viteza optimă este de 4,05 km/h.

În cazul combinei SEMA 140E viteza optimă de deplasare este de 4,68 km/h la recoltat grâu și de 4,04 km/h la recoltat porumb.

Pentru combina CLAAS Dominator 108 MAXI viteza optimă de deplasare este de 4,2 km/h la recoltat grâu și de 5,1 km/h la recoltat porumb.

La recoltarea grâului cu combina LAVERDA M 305 SP viteza optimă de deplasare este de 6,5 km/h, iar la recoltarea porumbului viteza optimă este aceeași (6,5 km/h).

Combina optimă de recoltat cereale, stabilită pe baza valorilor indicilor calitativi de lucru corespunzătoare vitezei optime, este LAVERDA M 305 SP.