



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



USAMV
IAȘI

REZUMAT

Teza de doctorat intitulată **„CERCETĂRI PRIVIND SISTEMA DE MAȘINI PENTRU LUCRAT SOLUL ÎN CONDIȚII CONSERVATIVE”** s-a derulat pe parcursul a trei ani de studii, în perioada 1 octombrie 2008 – 1 octombrie 2011. Lucrarea este structurată în două părți, **„STADIUL CUNOAȘTERII”** și **„CONTRIBUȚIA PROPRIE”**, fiind alcătuită din nouă capitole, cu un conținut total de 248 pagini, 130 relații matematice, 34 tabele și 86 de figuri.

Prima parte **„STADIUL CUNOAȘTERII”** este structurată în patru capitole.

În primul capitol, **„Importanța agriculturii conservative”**, sunt prezentate aspecte generale privind importanța agriculturii conservative, avantajele lucrărilor conservative ale solului precum și agricultura conservativă în detrimentul celei convenționale.

Agricultura conservativă, ca formă a agriculturii durabile, ar trebui să devină parte componentă a oricărei strategii și politici agrare și de protecție a mediului înconjurător, a oricărei strategii și politici ce prevede asigurarea pe termen lung a hranei și apei în cantități suficiente, de calitate și la prețuri rezonabile pentru întreaga populație.

Cel de-al doilea capitol intitulat **„Aspecte privind realizarea lucrărilor conservative ale solului”** este structurat pe două subcapitole. În primul subcapitol sunt prezentate condițiile de aplicare a lucrărilor agricole conservative, cu precizarea că lucrările conservative nu pot fi aplicate oriunde și oricând iar evaluarea pretabilității solului și a terenului trebuie realizată doar de unități specializate, cu experiență în domeniu. În acest sens, sunt necesare studii pedologice la nivelul fermei, care pe baza criteriilor de pretabilitate (compoziție granulometrică, stare de compactitate, pantă, relief, adâncimea apei freatice – caracteristici de drenare) și a domeniului de variație a valorilor lor numerice, stabilesc unde și ce fel de soluții conservative trebuie aplicate. În cel de-al doilea subcapitol sunt prezentate principalele caracteristici fizico-mecanice ale solului, cum ar fi: textura solului, structura acestuia, masa volumică aparentă a solului, gradul de



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI,
CERCETĂRII,
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



USAMV
IAȘI

tasare, porozitatea solului, adeziunea și frecarea externă, rezistența specifică a solului la penetrare etc.

Capitolul al treilea, „**Tehnologii și sisteme de mașini pentru agricultura conservativă**” este structurat pe două subcapitole. În primul subcapitol sunt prezentate principalele tehnologii conservative de mecanizare a lucrărilor solului, cum ar fi:

- tehnologii de lucrări reduse asupra solului, prin care arătura cu răsturnarea brazdei se înlocuiește cu afânarea stratului superficial (discuire; afânare cu cizele/pluguri paraplow, etc);
- tehnologia de lucrare a solului în benzi sau fâșii;
- tehnologia de lucrare a solului în biloane;
- tehnologia de semănat direct în miriște.

Cel de-al doilea subcapitol prezintă sistema de mașini pentru executarea lucrărilor conservative ale solului. În literatura de specialitate se citează mai multe variante de sisteme pentru executarea lucrărilor agricole, care țin cont de condițiile de conservare a solului, cum ar fi:

- sistemul rațional de lucrare a solului (folosirea agregatelor agricole funcție de condițiile de sol, cu impact minim asupra stratului arabil);
- sistemul de lucrări minime (lucrări minime premergătoare semănatului, prevede ca resturile vegetale rămase la suprafața solului să fie proporție de 15-30%);
- sistemul de lucrări minime cu mulci (prevede ca resturile vegetale rămase la suprafața solului să fie de cel puțin 30%);
- sistemul de lucru cu strat protector;
- sistemul de lucrări cu biloane;
- sistemul de lucrări în benzi sau fâșii înguste;
- sistemul „fără lucrări” sau semănatul direct (fără lucrări agricole premergătoare semănatului).

Utilajele agricole folosite în sistemele de conservare a solului acoperă un spectru larg și au ca scop principal conservarea și evitarea eroziunii solului.

Cele mai frecvente utilaje folosite în sistemul rațional de lucrare a solului sunt: pluguri cu cormană; combinatoare; agregate complexe; cultivatoare; grape cu discuri. Utilajele folosite în sistemul de lucrări minime sau lucrări reduse ale solului sunt: grape cu discuri grele (prin utilizarea acestor utilaje se elimină lucrarea de bază – arătura cu întoarcerea brazdei); cizele; pluguri paraplow; agregate complexe etc. Utilajele folosite în sistemul de lucrări minime cu



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI,
CERCETĂRII,
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



USAMV
IAȘI

mulci în vederea prelucrării solului sunt: grape cu discuri; cizele; pluguri paraplow; agregate complexe etc.

În cazul sistemului de lucrări cu strat protector se folosesc unelte de afânare a solului, fără îngroparea stratului protector.

Utilajele folosite pentru prelucrarea solului sub formă de biloane – în sistemul de lucrări cu biloane, sunt: cultivatoare cu cormane sau cu corpuri de rariță; combinatoare speciale (în care pregătirea patului germinativ, formarea biloanelor și semănatul sunt efectuate printr-o singură trecere).

Pentru sistemul „fără lucrări” sau semănatul direct se folosesc mașini adecvate prin care se realizează, la o singură trecere, afânarea solului total sau parțial, pregătirea patului germinativ și semănatul.

Cel de-al patrulea capitol intitulat „**Impactul tasării solului asupra structurii acestuia**” este structurat în patru subcapitole. Primul subcapitol face referire la susceptibilitatea solurilor la compactare, cu mențiunea că aceasta este proprietatea solului de a deveni compactat atunci când este expus la factorii de tasare. Aceasta poate fi scăzută, medie, mare și foarte mare, funcție de însușirile solului și de un set de factori externi precum schimbările climatice, utilizarea solului etc.

În cel de-al doilea subcapitol sunt prezentate principalele măsuri care trebuie luate pentru reducerea traficului utilajelor agricole în scopul combaterii destructurării solului.

Cel de-al treilea subcapitol prezintă aspecte privind reducerea impactului organelor de rulare ale utilajelor agricole asupra elementelor de structură ale solului.

La finalul acestui capitol sunt prezentate aspecte critice privind tasarea solului.

Principali factori care influențează procesul de tasare a solurilor agricole sunt:

- umiditatea din sol;
- mecanizarea excesivă a unor lucrări agricole (recoltarea producției cu combine de mare capacitate; transportul producției agricole cu autovehicule rutiere, etc);
- folosirea de utilaje agricole neadecvate solurilor (utilizarea tăvălugilor pentru soluri grele și umede);
- presiunile ridicate la nivelul interacțiunii dintre organele de rulare și sol;
- tipul, forma și construcția organelor de rulare din componența utilajelor agricole;
- numărul de treceri.

Cea de-a doua parte a tezei de doctorat, „**CONTRIBUȚII PERSONALE**”, este structurată în patru capitole.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI,
CERCETĂRII,
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



USAMV
IAȘI

În capitolul cinci se prezintă „**Scopul și obiectivele tezei de doctorat**”, având următoarea structură:

A. Modelarea interacțiunii dintre organele active ale agregatelor agricole și sol, respectiv:

1. modelarea matematică și simularea numerică a interacțiunii dintre o roată rigidă și sol, prin determinarea adâncimii de compactare și a celei de afundare a roții, precum și a tensiunilor din sol, la interacțiunea acestora;
2. modelarea și simularea tridimensională a interacțiunii dintre un organ activ, de tip săgeată, cu un sol lutos – argilos reprezentativ pentru zona de N-E a Moldovei.

B. Efectuarea de cercetări experimentale în câmp, pentru a determina impactul organelor active ale agregatelor agricole asupra solului, și anume:

1. impactul tehnologiilor de mecanizare a lucrărilor solului asupra acestuia, pentru culturile: grâu de toamnă, porumb și floarea soarelui;
2. determinarea indicilor calitativi de lucru, energetici și de exploatare ai utilajelor care execută lucrările agricole, în funcție de tehnologiile de mecanizare;
3. stabilirea influenței diferitelor grade de tasare ale solului induse de traficul utilajelor agricole asupra unor indicatori privind degradarea fizică a acestuia;
4. stabilirea influenței pe care o exercită diferitele grade de tasare ale solului, induse de traficul utilajelor agricole, asupra indicilor calitativi de lucru, energetici și de exploatare ai agregatelor care execută lucrările;
5. stabilirea influenței exercitată de diferitele tehnologii de mecanizare a lucrărilor solului, corelate cu influența exercitată de diferitele grade de tasare ale solului, asupra producției agricole la culturile agricole experimentate (grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe).

În capitolul șase se prezintă „**Modelarea interacțiunii dintre organele active ale agregatelor active și sol**” și este structurat în două subcapitole. În primul subcapitol se urmărește modelarea prin simulare numerică a interacțiunii roată – sol, prin metoda elementelor finite MEF (Finite Elements Methods, FEM). Rezultatele modelării și simulării s-au concentrat asupra solului, prin determinarea adâncimii de compactare și a celei de afundare a roții, precum și a tensiunilor normale din sol. Simularea dinamică 3D a unei roți rigide ce se deplasează pe un sol anizotrop și neliniar, conduce la rezultate rezonabile în ce privește deformația solului și starea normală de tensiuni din sol la diverse adâncimi, scoțând în evidență tensiunile remanente din sol, care au ca efect compactarea solului, ducând la destructurarea acestuia în zona de contact cu roata.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



USAMV
IAȘI

Al doilea subcapitol prezintă modelarea interacțiunii dintre organele de lucru ale utilajelor și sol, prin intermediul metodei volumelor finite (MFV). În cadrul acestei metode, etapele principale pentru rezolvarea unei probleme de interacțiune organ de lucru-sol sunt:

- discretizarea domeniului de calcul (ex. modelul de sol) în volume de control (volum finite), pe baza unei rețele de discretizare;
- integrarea ecuațiilor pe fiecare volum de control pentru stabilirea ecuațiilor algebrice caracteristice necunoscutelor problemei;
- rezolvarea ecuațiilor astfel discretizate.

Rezultatele simulărilor au fost interpretate pentru solul considerat staționar și pentru organul de lucru, de tip săgeată, în mișcare cu o viteză constantă. Distribuția presiunii pe suprafața săgeții variază funcție de poziția suprafețelor de tăiere și de parametrii tipului de sol. Presiunea maximă a fost observată pe muchiile de tăiere ale săgeții. Media presiunii normale variază între 4,5 și 53,5 kPa pe muchiile săgeții, pentru tipul de sol utilizat în simulare (sol luto-argilos: 38% argilă, 30 % nisip, 32% praf).

În cel de-al șaptelea capitol intitulat „**Materialul și metoda de cercetare**” se prezintă:

Cadrul natural în care s-au efectuat cercetările. Experiențele au fost realizate în cadrul Stațiunii Didactice a USAMV "Ion Ionescu de la Brad" din Iași, Ferma Ezăreni, în anii agricoli 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011, pe un cernoziom cambic cu textură luto-argilooasă și fertilitate mijlocie spre bună.

Organizarea cercetărilor experimentale. Cercetările s-au efectuat pentru trei culturi (grâu de toamnă, floarea-soarelui și porumb pentru boabe), suprafața unei parcele fiind de 300 m² la grâul de toamnă și 150 m² la culturile prășitoare. S-a urmărit influența tasării și a diferitelor tehnologii de mecanizare a lucrărilor solului asupra însușirilor acestuia, producției agricole, indicilor calitativi, energetici și de exploatare.

Metoda de cercetare. La cultura grâu de toamnă s-au folosit cincisprezece variante experimentale privind gradul de tasare al solului, în trei graduări, precum și agregatele agricole pentru executarea lucrărilor solului și semănat, în cinci graduări. La cele două culturi prășitoare s-au utilizat nouă variante experimentale privind gradul de tasare al solului, în trei graduări, precum și agregatele agricole pentru executarea lucrărilor solului și semănat, tot în trei graduări. În timpul executării lucrărilor s-au determinat indicii calitativi de lucru (gradul de mărunțire a solului, gradul de acoperire cu resturi vegetale etc) și indicii energetici și de exploatare (viteza reală de deplasare agregatului, rezistența la tracțiune, patinarea roților motoare ale tractorului, coeficientul de folosire a timpului schimbului, capacitatea de lucru într-o oră din timpul schimbului și consumul de combustibil la hectar). La zece zile după semănat s-au prelevat probe



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



USAMV
IAȘI

de sol pentru determinarea distribuției elementelor de structură ale solului, a stabilității hidrice a acestor elemente și a masei volumice aparente. Tot atunci s-a determinat și rezistența specifică a solului la penetrare. S-au determinat consumul de combustibil la hectar și producția de semințe obținută.

Interpretarea statistică a rezultatelor cercetărilor s-a efectuat prin metoda analizei varianței și a cuprins următoarele etape: stabilirea gradelor de libertate (GL), calcularea sumei pătratelor abaterilor, întocmirea tabelului varianței, calcularea diferențelor-limită (DL) pentru probabilitățile de transgresiune de 5%, 1% și 0,1%, calculul diferențelor față de martor și stabilirea semnificației.

În ultima parte a capitolului s-au prezentat *aparatele, dispozitivele și accesoriile* folosite pentru determinarea indicilor urmăriți în cadrul cercetărilor experimentale.

În cadrul capitolului opt intitulat „**Cercetări experimentale privind impactul organelor active ale agregatelor agricole asupra solului**” se prezintă sistematic impactul tasării și a tehnologiilor de mecanizarea a lucrărilor solului pentru fiecare cultură în parte.

Pentru cultura de grâu de toamnă, varianta optimă ce reflectă cea mai bună sistemă de mașini de lucrat solul în condiții conservative, este semănatul direct în miriște, respectiv varianta V7 (Valtra T 190 + MCR-2,5). Indicii calitativi de lucru, energetici și de exploatare obținuți pentru agregatul format din tractorul Valtra T-190 și mașina combinată de prelucrat solul pe rânduri și semănat MCR-2,5 au fost foarte buni: gradul de mărunțire la freză (freza de pășuni FU-2,5) – 94,6 % (foarte bun); patinarea agregatului T-190+ MCR-2,5 – 3,4 % (foarte bună), consumul specific de combustibil a agregatului T-190+ MCR-2,5 – 21,135 l/ha (foarte bun).

Pentru cultura de porumb pentru boabe, varianta optimă ce reflectă cea mai bună sistemă de mașini de lucrat solul în condiții conservative este V₄ (Valtra T 190 + Opal 140; Valtra T-190 + Combinator BS 400 A; U-650 + SPC-8). Indicii calitativi de lucru, energetici și de exploatare obținuți pentru mașinile și utilajele folosite la această variantă au fost foarte buni: gradul de mărunțire la plugul reversibil Opal 140 – 81,2 % (foarte bun); Combinator BS 400 A – 97,8 % (foarte bun); patinarea agregatului T-190+OPAL 140/5 – 11,3 % (foarte bună), a agregatului T-190+BS 400 A – 4,2 % (foarte bună); consumul specific de combustibil a agregatului T-190+OPAL 140/5 – 16,92 l/ha (foarte bun), a agregatului T-190+BS 400 A – 16,35 l/ha (foarte bun).

La cultura de floarea-soarelui s-au obținut, în general, aceleași rezultate ca și la cultura de porumb pentru boabe, respectiv varianta optimă este V₄ (Valtra T 190 + Opal 140; Valtra T-190 + Combinator BS 400 A; U-650 + SPC-8).



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



USAMV
IAȘI

În ultima parte a acestui capitol se prezintă influența exercitată de diferitele tehnologii de mecanizare a lucrărilor solului, și de diferite grade de tasare ale solului, asupra producției agricole pentru culturile agricole luate în experiență.

În ultimul capitol sunt prezentate „**Concluzii și recomandări**”.

În cadrul experiențelor efectuate, tasarea solului prin trecerea tractorului Valtra T-190 o singură dată, respectiv de două ori, înainte de arătură, prin mai multe treceri “urmă lângă urmă”, pentru a obține diferite graduări de tasare a avut un impact negativ asupra tuturor indicilor urmăriți în cercetările experimentale și, implicit, asupra capacității de producție a solului.

La încercările efectuate s-a constatat că rezistența specifică a solului la penetrare a avut valori corespunzătoare. Nu a fost sesizată o creștere a rezistenței specifice a solului la penetrare datorită folosirii unor utilaje. Dimpotrivă, datorită utilizării acestora s-a constatat o oarecare reducere a rezistenței specifice a solului la penetrare. În schimb s-au înregistrat creșteri ale valorilor rezistenței solului la penetrare datorită tasării solului.

În cadrul determinărilor experimentale s-a constatat că masa volumică aparentă a solului a avut valori corespunzătoare la variantele netasate. Nu a fost sesizată o creștere a masei volumice aparente a solului datorită folosirii unor utilaje. Dimpotrivă, datorită utilizării acestora s-a constatat o diminuare a masei volumice aparente a solului. În schimb s-au înregistrat creșteri ale valorilor masei volumice aparente a solului datorită tasării acestuia, la variantele tasate o dată, respectiv de două ori, în câteva cazuri, valoarea masei volumice aparente s-a încadrat în intervalul de valori 1,40...1,58 g/cm³, făcând parte din clasa de soluri cu o masă volumică aparentă "foarte mare".

Se apreciază că stabilitatea elementelor de structură ale solului a avut valori corespunzătoare doar în cazul variantelor netasate. Valoarea indicelui de hidrostabilitate a elementelor de structură I_I s-a modificat, în funcție de numărul de treceri ale utilajelor, de intensitatea prelucrării solului de către acestea, iar valoarea acestuia s-a încadrat în limitele stabilite de cerințele agrotehnice doar în cazul variantelor experimentale netasate. Astfel, valoarea indicelui I_I a avut valori cuprinse între 3...5, încadrându-se în clasa de valori "structura este foarte bună "(variantele netasate); numai în câteva cazuri (variantele tasate de două ori), valoarea indicelui I_I a avut valori cuprinse între 0,61...3, încadrându-se în clasa de valori " structura este bună ".

În ceea ce privește valorile diametrului mediu ponderat al elementelor de structură ale solului se face precizarea că, la variantele experimentate, acestea fac parte din clasa de valori " foarte bun ", fiind cuprinse în intervalul de valori 2...5 mm.



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI
OIPOSDRU



USAMV
IAȘI

Trebuie precizat faptul că, după un număr de ani, ca urmare a folosirii necorespunzătoare a utilajelor, se produce degradarea solului, acesta se compactează, are loc fragmentarea elementelor de structură. Din aceste motive trebuie să se utilizeze acele tehnologii de mecanizare a prelucrării solului care asigură conservarea în cel mai înalt grad a acestuia.

Modificarea conceptului de lucrare a solului apare ca o necesitate de ordin economic, agrotehnic și organizatoric. Evoluția viitoare în domeniul lucrărilor solului tinde spre micșorarea adâncimii arăturii, înlocuirea arăturii prin lucrări cu grapa cu discuri sau utilaje ce nu răstoarnă brazda (cizel, paraplow) precum și prin semănatul direct în terenul nearat.

Prin implementarea conceptului de agricultură conservativă și stabilirea unor tehnologii corespunzătoare se va realiza: conservarea structurii solului și chiar o îmbunătățire a acesteia, reducerea eroziunii hidrice și eoliene, sporuri de producție sau o producție aproximativ egală cu cea realizată în sistemul convențional, o reducere importantă a consumului de combustibil, a timpului de lucru și a numărului de treceri pe teren cu agregatele agricole.

Pentru aplicarea în cunoștință de cauză a diferitelor sisteme de prelucrare a solului este necesar să se cunoască avantajele și dezavantajele acestora, variația unor indicatori agrotehnici și economici, cerințele impuse pentru practicarea sistemelor neconvenționale de lucrare a solului, indicatorii de performanță privind productivitatea, costurile, profitul etc, stabiliți în cadrul cercetărilor. Rezultatele obținute contribuie la o mai bună înțelegere a avantajelor tehnologiilor conservative față de cele aplicate până în prezent.