

AA 2096

UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE
ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ BUCUREȘTI

Facultatea de Agricultură

TEZĂ DE DOCTORAT

*Dinamica principalelor însușiri ale solului
în diferite condiții de producție agricolă*

Conducători științifici:

Prof. Dr. ANDREI CANARACHE

Prof. Dr. GHEORGHE SIN

Doctorand:

Ing. CONSTANTIN MARINCA

București – 2008

Cuprins

<i>Introducere</i>	12
Capitolul I: Analiza stadiului actual de cunoaștere a solului și a modificărilor datorate aplicării unor sisteme tehnologice de cultivare a plantelor	16
I.1. Evoluția Pedologiei ca știință	17
1.1.1. Scurt istoric privind dezvoltarea Pedologiei ca știință în țara noastră	17
1.1.2. Evoluția și semnificația conceptului despre sol	21
1.1.3. Rolul și importanța solului în general, și pentru agricultură în special	23
1.1.3.1. Funcțiile solului (active și inactice)	27
I.2. Progrese în dezvoltarea agriculturii & principalele modele de agricultură sau sisteme tehnologice de cultivare a plantelor de-a lungul timpului	32
1.2.1. Modele de agricultură /tipuri de sisteme tehnologice agricole în prezent	34
1.2.1.1. Agricultură convențională	35
1.2.1.2. Agricultură extensivă cu inputuri reduse	36
1.2.1.3. Agricultură conservativă	37
1.2.1.4. Agricultură biologică/ecologică	39
1.2.1.5. Agricultură organică	40
1.2.1.6. Agricultură de precizie	41
1.2.1.7. Agricultură durabilă – integrată	41
I.3. Principalii indicatori de evaluare și apreciere a fertilității solului și importanța lor în sistemele tehnologice agricole de cultivare a plantelor	42
1.3.1. Principalii indicatori fizici de evaluare și apreciere ai fertilității solului și importanța lor în sistemele tehnologice agricole	43
1.3.1.1. Compoziția granulometrică	43
1.3.1.2. Starea de așezare a solului	50
1.3.1.2.1. Densitatea aparentă (DA)	51
1.3.1.2.2. Gradul de tasare (GT)	54
1.3.1.2.3. Porozitate	55
1.3.1.2.3.1. Porozitate totală (PT)	57
1.3.1.2.3.2. Limita de aerație (PA)	59
1.3.1.2.3.3. Conținutul de aer (A)	59
1.3.1.2.3.4. Indicele deficitului de aerație (Ida)	59
1.3.1.2.3.5. Porozitatea diferențiată a solului	60
1.3.1.3. Permeabilitatea solului pentru apă (Ksat)	63
1.3.1.4. Structura solului	65
1.3.1.4.1. Conținutul procentual de macroagregate structurale stabile la acțiunea apei (macrohidrostabilitatea, AH)	70
1.3.1.4.2. Conținutul procentual de microagregate structurale instabile la acțiunea apei (microhidrostabilitatea sau dispersia, D)	70
1.3.1.4.3. Indicele de instabilitate structurală a solului (IS)	70
1.3.1.5. Indicii hidrofiziци/reținere/ accesibilitate a apei în sol	71
1.3.1.6. Alți indicatori ai condiției fizice a solului	76

1.3.2. Păstrarea condiției fizice a solului	76
1.3.3. Principalii indicatori agrochimici ai fertilității solului.....	77
1.3.3.1. Reacția solului (pH _{H2O})	77
1.3.3.2. Azotul (Nt)	79
1.3.3.3. Fosforul (Pm)	82
1.3.3.4. Potasiul (Km)	85
1.3.3.5. Materia organică – humusul (H)	86
1.3.4. Păstrarea condiției agrochimice a solului	88
1.3.5. Indicatori complecși de evaluare a stării solului și agriculturii durabile	91
1.4. Culegerea informației: metode de studiu și cercetare în domeniu	95
1.5. Rezultate obținute pe plan național și internațional în studii și cercetări privind starea solului în diferite condiții ale producției agricole	99
1.5.1. Scopul studiilor și cercetărilor privind cunoașterea stării de fertilitate a solului în sisteme tehnologice agricole	99
1.5.2. Efecte și procese negative manifestate asupra solului sub impactul sistemelor tehnologice agricole convenționale intensive de cultivare a plantelor.....	100
1.5.2.1. Destructurarea solului	103
1.5.2.2. Crustificarea solului	112
1.5.2.3. Compactarea antropică sau secundară	112
1.5.2.4. Eroziunea solului	121
1.5.2.5. Degradarea agrochimică	123
1.5.2.6. Degradarea biologică	128
1.5.2.7. Aridizarea și deșertificarea	128
1.5.3. Efecte și procese manifestate asupra solului sub impactul tehnologiilor convenționale cu inputuri reduse (extensivă / subzistență)	130
1.5.4. Aplicarea sistemelor tehnologice agricole conservative/agricultura conservativă	135
1.5.4.1. Scurt istoric asupra introducerii sistemelor conservative ale cultivării solului	136
1.5.4.2. Extindere a sistemelor conservative și factorii care au influențat	137
1.5.4.3. Pretabilitatea solului și a terenului la sisteme conservative și alte condiții necesare implementării lor la nivel de fermă	144
1.5.4.4. Impactul ecologic al sistemelor conservative asupra solului	148
1.5.4.4.1. Impactul ecologic asupra proprietăților fizice și hidrologice	149
1.5.4.4.1.1. Compactarea	150
1.5.4.4.1.2. Proprietățile hidrologice	152
1.5.4.4.1.3. Structura solului și reținerea apei	152
1.5.4.4.1.4. Temperatura solului	155
1.5.4.4.2. Impactul ecologic asupra proprietăților chimice ale solului	155
1.5.4.4.2.1. Reacția solului	156
1.5.4.4.2.2. Carbonul organic și azotul	157
1.5.4.4.2.3. Fosforul	160
1.5.4.4.2.4. Capacitatea de schimb cationic, bazele de schimb	161
1.5.4.4.3. Impactul ecologic asupra proprietăților biologice ale solului	162
1.5.4.5. Studii și cercetări privind aplicarea tehnologiilor conservative de cultivare a solului în țara noastră	165
1.6. Concluzii și opinii asupra „Analizei stadiului actual de cunoaștere a conceptului despre sol și a modificării principalelor însușiri ale solului în diferite condiții ale producției agricole”.....	169

Capitolul II. Obiective, metodă, rezultate și discuții	175
II.1. Obiective principale și secundare ale studiului realizat	175
II.2. Metoda de studiu utilizată și material	175
II.3. Studii și cercetări care au fost efectuate în zona agriculturii „convenționale” cu inputuri reduse/agricultura de subzistență-familială în jud. Caraș-Severin	178
II.3.1. Specific local: condiții naturale și particularități ale zonei	179
II.3.1.1. Rezultate și discuții în studii expediționare în zona Armeniș-Feneș	184
II.3.1.1.1. Evaluare, caracterizare și apreciere a stării fizice a solului (la diferite adâncimi în profile agrofizice) sub anumite folosințe agricole în patru sole	185
II.3.1.1.2. Evaluare, caracterizare și apreciere a stării agrochimice a solului (la diferite adâncimi în profile agrofizic) sub anumite folosințe agricole în patru sole	189
II.3.1.1.3. Evaluare și caracterizare a condițiilor biologice ale solului (la diferite adâncimi în profile agrofizice) în cele patru sole agricole	193
II.3.1.1.4. Concluzii în studiul expediționar (arabil și fânează)	194
II.3.1.2. Studiul stării solului în câmp experimental de scurtă durată – Armeniș-Feneș	197
II.3.1.2.1. Caracterizare a solului/în profil pedologic: luvisol albic pseudogleizat (Luvosol albic /clasificare SRTS)	197
II.3.1.2.2. Variante tehnologice de testare-experimentare	201
II.3.1.2.3. Rezultate obținute la plantă în perioada de testare-experimentare	203
II.3.1.2.4. Caracterizare a solului în variantele de testare-experimentare	206
II.3.1.2.4.1. Caracterizare a stării fizice a solului	206
II.3.1.2.4.2. Caracterizare a regimului de nutriție	210
II.3.1.2.4.3. Condiții biologice în sol în diferite variante tehnologice	212
II.3.1.2.5. Concluzii în câmpul experimental de scurtă durată agriculturii „convenționale” de subzistență-familiale în Caraș-Severin	215
II.4. Studii și cercetări în sistemele convenționale (intensive, extensive) și conservative ale producției agricole efectuate în jud. Timiș	216
II.4.1. Specific local: condiții naturale și particularități	216
II.4.2. Studii și cercetări în sistemul convențional intensiv al producției agricole	221
II.4.2.1. Evaluare și caracterizare a stării de fertilitate a cernoziomului tipic	221
II.4.2.1.1. Studii expediționare și cercetări pe Cernoziom în arealul agricol Lovrin	222
II.4.2.1.1.1. Studii expediționare în arealul agricol Lovrin	222
II.4.2.1.1.1.1. Caracterizare a solului în profilul pedologic	223
II.4.2.1.1.1.2. Rezultate și discuții în studiul expediționar	225
II.4.2.1.1.1.2.1. Caracterizare și evaluare a stării fizice	225
II.4.2.1.1.1.2.2. Caracterizare agrochimică	237
II.4.2.1.1.1.2.3. Caracterizare microbiologică	239
II.4.2.1.1.1.2.4. Concluzii în arealul agricol Lovrin	240
II.4.2.1.1.2. Cercetări în câmp experimental de lungă durată – SCDA Lovrin	242
II.4.2.1.1.2.1. Stare fizică a solului sub influența fertilizării minerale	242
II.4.2.1.1.2.2. Stare agrochimică a solului sub influența fertilizării minerale	247
II.4.2.1.1.2.3. Stare microbiologică a solului influența fertilizării minerale	248
II.4.2.1.1.2.4. Concluzii în câmpul experimental de la SCDA – Lovrin	249

II.4.2.1.2. Studii expediționare pe cernoziom în arealul Beregsăul Mare ...	251
II.4.2.1.2.1. Caracterizare și evaluare a stării fizice a solului	252
II.4.2.1.2.2. Caracterizare agrochimică a solului	263
II.4.2.1.2.3. Caracterizare microbiologică a solului	265
II.4.2.1.2.4. Concluzii în arealul agricol Beregsăul Mare	266
II.4.2.2. Studii și cercetări pe preluvosol molic-roșcat în arealele Hodoni și Sănandrei	268
II.4.2.2.1. Studiu expediționar în arealul agricol Hodoni	268
II.4.2.2.1.1. Caracterizare fizică a solului	269
II.4.2.2.1.2. Caracterizare agrochimică a solului	280
II.4.2.2.1.3. Caracterizare microbiologică a solului	282
II.4.2.2.1.4. Concluzii în arealul agricol Hodoni	283
II.4.2.2.2. Cercetări în câmp experimental de lungă durată la Sănandrei	285
II.4.2.2.2.1. Caracterizare fizică a solului sub influența fertilizării minerale ...	287
II.4.2.2.2.2. Stare agrochimică a solului sub influența fertilizării minerale	292
II.4.2.2.2.3. Condiții microbiologice ale solului sub influența fertilizării minerale..	294
II.4.2.2.2.4. Recolta obținută sub influența fertilizării minerale pe preluvosol	294
II.4.2.2.2.5. Concluzii în câmp experimental de la Sănandrei	292
II.4.3. Agricultura conservativă – studiu expediționar în arealul agricol – Sănandrei ...	297
II.4.3.1. Caracterizare fizică a solului	298
II.4.3.2. Caracterizare agrochimică a solului	309
II.4.3.3. Caracterizare microbiologică a solului	312
II.4.3.4. Concluzii în arealul agriculturii conservative de la Sănandrei	313
II.4.4. Agricultura convențională extensivă – studiu expediționar efectuat în arealul agricol de la Pohalma, în apropierea dealurilor Lugojului	315
II.4.4.1. Starea fizică a solului	315
II.4.4.2. Starea agrochimică a solului în arealul	325
II.4.4.3. Caracterizare microbiologică în arealul	328
II.4.4.4. Concluzii în arealul agriculturii convenționale extensive de la Pohalma	329
Capitol III. Concluzii și recomandări de interes practic	331
III.1. Privind agricultura convențională intensivă în județul Timiș	331
III.1.1. Concluzii și recomandări pe areale agricole situate pe cernoziom	332
III.1.1.1. Concluzii și recomandări în arealul agricol de la Lovrin	332
III.1.1.2. Concluzii și recomandări în arealul agricol de la Beregsăul Mare	334
III.1.1.3. Concluzii și recomandări în câmpul experimental al SCDA – Lovrin ...	336
III.1.2. Concluzii și recomandări în areale agricole situate pe preluvosol molic-roșcat	338
III.1.2.1. Concluzii și recomandări în arealul agricol de la Hodoni	338
III.1.2.2. Concluzii și recomandări în câmpul experimental de la Sănandrei	340
III.2. Concluzii și recomandări în agricultura convențională extensivă – Pohalma	342
III.3. Privind agricultura convențională – de subzistență în jud. Caraș-Severin	344
III.4. Concluzii și recomandări în arealul agriculturii conservative de la Sănandrei	347
Rezumat în limba engleză	349
Lista tabelor în Limba română	365
Lista tabelor în Limba engleză	373
Bibliografie	382

Introducere

Cu mai bine de un secol și jumătate în urmă, Albert Fallon (Mermut, 2007), scria că, “*În natură nimic nu este mai important decât solul, întrucât reprezintă însăși baza existenței noastre*”, apoi, în 1937, Profesorul Gh. Ionescu Șișești, cel care a înțeles mai bine ca nimeni altul complexitatea solului, într-un discurs la Academia Română, spunea că “*Rare ne sunt câmpurile de activitate, care să intereseze mai multe categorii de oameni de știință, decât solul: pe lângă agronom, pedolog, silvicultor, chimist, microbiolog, botanist, inginer de îmbunătățiri funciare, studiile despre sol interesează geologul, geograful, zoologul, economistul, etnograful, istoricul, sociologul, și ar trebui să intereseze tot atât de mult omul politic, și pe oricine are un rol în de conducere și răspundere în viața societății*” (Florea, 2006). De atunci până în prezent cunoștințele despre sol, ca și în toate numeroase alte domenii, au evoluat, astfel încât au apărut concepte noi, mult mai cuprinzătoare, care au integrat solul ca mediu fizic cu ecosistemul din care face parte, dar și cu peisajul, relieful, litologia, clima, hidrologia, ajungându-se la conceptul de teritoriu ecologic omogen sau pedotop, chiar și acesta dovedindu-se, în timp, a fi insuficient, astfel că, *Știința Solului* evoluează cu rapiditate.

Evoluția conceptelor despre sol, încă de la primul și cel mai simplu, în care solul era considerat ca *substrat al vegetației*, până la următorul concept, *care integra aspecte morfologice, agrofizice și agrochimice* aparținând pedologiei moderne, a însemnat un pas uriaș pentru spre introducerea și promovarea agriculturii moderne.

Progresele realizate în perioada moderană, dar, mai ales contemporană a pedologiei, când au fost introduse și apoi rafinate metode și echipamente adecvate pentru evaluarea stării solului prin indicatori, caracteristici specifice chimice, fizice, biologice cu valori numerice în intervale optime și restrictive bine definite în raport cu cerințele plantelor cultivate, au permis evaluarea mult mai precisă a stării solului, trecându-se astfel, de la noțiunea de *fertilitate* a solului la cea de *calitate* solului, de *sănătatea* a solului, concepte care așază solul într-un cadru mai armonios, mai prietenos cu mediul înconjurător, din care face parte. *S-a dovedit astfel că solul reprezintă inima ecosistemelor terestre, astfel încât de cunoașterea și înțelegerea sa depinde succesul în creerea unui mediu înconjurător prietenos, dar și în practicarea unui sistem de agricultură durabilă.*

Alegerea corespunzătoare a modului de folosință a terenului și aplicarea tehnologiilor agricole pe baza științifice, în raport cu gradul său de favorabilitate, de pretabilitate, contribuie nemijlocit la utilizarea durabilă a solului, prin creșterea fertilității, păstrarea stării de calitate și sănătate, a capacității sale productive. Din, păcate, de-a lungul timpului, practic în mai toate zonele, în special ca urmare a presiunilor exercitate de creșterea demografică, și a progreselor înregistrate în industria chimică și cea producătoare de mașini, s-a promovat, mai ales, după al doilea război mondial, agricultura convențională intensivă, energo-intensivă, fără a lua prea mult în atenție specificul local, adică: solul, climatul, relieful și cerințele plantelor cultivate. Tocmai această aplicare incorectă în raport cu specificul local, și intensificarea continuă a sistemelor tehnologice agricole de cultivare a plantelor au condus la degradarea, nu numai a solului, dar și a mediului înconjurător în ansamblul său.

Comunitatea științifică a apreciat că agricultura poate avea impact major negativ asupra mediului înconjurător indiferent de nivelul dezvoltării societății, și în același timp trebuie să-și asume și responsabilitatea pentru protecția, ameliorarea și conservarea stării de calitate.

Programele de evaluare a stării solului la nivel internațional și național au evidențiat că agricultura convențională și greșelile tehnologice au reprezentat cauzele majore care au condus la apariția și/sau intensificarea proceselor degradării solului și a nivelului lor de extindere în diferite zone ale lumii. Dintre procesele degradării solului, așa cum este apreciat de către comunitatea științifică, dar și de către practicieni, cele mai cunoscute și răspândite sunt: declinul materiei organice din sol, eroziunea, destructurarea, compactarea, acidifierea. Intensificarea acestora, dar și a altora, a determinat comunitatea științifică și pe cea a practicienilor să treacă spre o nouă formă de agricultură cea conservativă. Aceasta este privită ca un concept holistic al producției vegetale care ia în considerare toate componentele sistemului tehnologic agricol: lucrarea solului, managementul resturilor vegetale, rotația culturilor și includerea plantelor amelioratoare, fertilizarea, protecția culturilor, recoltarea și transportul recoltei în acord cu pretabilitatea solului și a terenului. Practicarea continuă doar a agriculturii convenționale, pe de o parte, iar pe de alta a introducerii agriculturii conservative, necesită monitorizarea permanentă a stării solului prin orice formă posibilă de evaluare și caracterizare, fie programe, proiecte, studii, etc., la nivel național, local, pe baza unor indicatori fizici, chimici și biologici, care să permită o "înfățișare" cât mai cuprinzătoare a stării de ansamblu a solului, măcar în zona cea mai solicitată dezvoltării masei radiculare a plantelor cultivate.

Introducerea și dezvoltarea unor astfel de studii este extrem de dificilă, întrucât presupune, nu numai efectuarea unui amplu program de observații, de lucru în teren pentru poziționarea profilelor de sol, prelevarea eșantioanelor de sol, în adâncime pe profilul de sol, dar și luarea în considerare a unor indicatori sugestivi, îmbinând astfel armonios diferite domenii ale științei solului: agrofizică, agrochimie, agrobiologie care să ne permită, caracterizarea cu acuratețe, cât mai fidelă, a stării actuale a solului aflat în diferite condiții ale practicilor agricole, și care să ne dea posibilitatea stabilirii măsurilor locale specifice corespunzătoare pentru a evita în viitor extinderea și/sau intensificarea degradării, ci dimpotrivă să asigure protejarea solului și a tuturor celelalte resurse ale mediului: apa, aerul, biodiversitatea.

În țara noastră, de regulă, se efectuează doar studii de bonitare pentru evaluarea potențialului de producție și a pretabilității față de anumite culturi agricole.

Sunt foarte puține studii care să evidențieze impactul diferitelor sisteme tehnologice asupra solului, care să permită evaluarea și caracterizarea complexă: fizică, chimică biologică, prin diferiți indicatori specifici ai stării de fertilitate a solului la un moment dat. De regulă, astfel de studii și cercetări sunt efectuate în experiențe de lungă durată, care deși sunt indispensabile, nu sunt perfecte, având în vedere, mai ales, mărimea parcelei și microclimatul. Mai mult decât atât, majoritatea covârșitoare a studiilor și cercetărilor sunt organizate pentru evidențierea impactului agriculturii convenționale intensive practicate în marile unități agricole, neglijând că aproape jumătate din agricultura românească este extensivă și/sau de subzistență. De asemenea, în ultimii ani, chiar dacă timid, au început să pătrundă și forme noi de agricultură, cum este cea conservativă, mai ales cea care se bazează pe așa numitul sistem no-tillage, sau semănatul direct.

Banatul este una dintre importantele zone agricole ale României în care sunt întâlnite toate aceste forme de agricultură, care se practică pe diferite suprafețe. Cu toate acestea, în două forme opuse de agricultură, și anume cea convențională de subzistență cu inputuri reduse, specifică zonelor colinare, dar și de câmpie, și în agricultura conservativă în sistem no-till, specifică zonelor de câmpie cu soluri fertile, practic nu sunt informații despre starea solului.

În acest context, s-a considerat oportun și de actualitate tema privind *“Dinamica principalelor însușiri ale solului în diferite condiții de producție agricolă”*, care a avut ca obiective majore:

- analiza comprehensivă a stadiului actual de cunoaștere a evoluției conceptului despre sol, despre modul de evaluare și caracterizare a stării de fertilitate, de calitate;
- evaluarea diferitelor efecte, cu deosebire negative, a celor mai practicate sisteme tehnologice ale producției agricole sau așa numitelor “tipuri de agricultură” asupra stării de fertilitate a solului în cuprinsul profilului “culturalizat”, și extinderea lor;
- estimarea la nivel de județ (Timiș și Caraș-Severin) a principalelor procese ale degradării solului și nivelul de extindere, în raport cu suprafața agricolă;
- evaluarea, descrierea și caracterizarea stării de fertilitate a solului, evidențierea posibilelor procese negative ale degradării solului, prin indicatori sugestivi: fizici, chimici și biologici, și a recoltelor obținute în diferite condiții ale producției agricole (în agricultura convențională intensivă, în agricultura convențională extensivă, în agricultura convențională de subzistență și în agricultura conservativă) în zona Banatului în jud. Caraș-Severin și Timiș și a măsurilor de protecție a solului.

Pentru evidențierea stării de fertilitate a solului au fost efectuate studii expediționare pe diferite tipuri de sol, în areale agricole reprezentative pentru formele respective de agricultură, și cercetări în experiențe de lungă durată organizate sub conducerea SCDA Lovrin și OJSPA Timiș la Sănandrei, și o experiență de scurtă durată organizată în zona în care se practică agricultura de subzistență.

Rezultatele obținute, de pe teritoriul unor mari exploatații agricole de la Lovrin, Beregsăul Mare și Hodoni unde este practică agricultura convențională intensivă pe cernoziom și preluvosol, ca și cele de la Sănandrei unde este practică de 6 ani agricultura conservativă, ca și din experiențele de lungă durată, pot fi utile, în primul rând practicienilor, pentru aplicarea unui management agricol cât mai corect, care să evite greșelile tehnologice și să nu conducă în viitor la scăderea nivelului de fertilitate a solului, a capacității sale productive și a recoltelor obținute, a profitabilității ori a degradării altor resurse de mediu.

Rezultatele obținute în zona agriculturii extensive (într-o fermă vegetală la Pohalma) sunt, de asemenea utile, în primul rând practicienilor pentru a-și corecta în ansamblu sistemul tehnologic aplicat, atât pentru creșterea productivității solului și plantei cultivate, cât și pentru o mai bună protecție a solului și altor resurse de mediu împotriva degradării.

Rezultatele obținute în arealul agriculturii convenționale de subzistență, care au evidențiat efecte inedite pozitive, dar și unele negative, pot fi utile, în primul rând specialiștilor, pentru o mai bună cunoaștere a stării solului în astfel de condiții, dar și micilor gospodari pentru posibila corectare a unor măsuri tehnologice, și astfel de valorificare mai bună în viitor a solului aflat sub diferite folosințe, arabil, pășune și fâneață.

Studiul privind estimarea diferitelor procese ale degradării solului în jud. Timiș și Caraș-Severin, poate fi util, atât celor care studiază direct solul, cât și practicienilor care prin tehnologiile pe care le aplică pot în viitor contribui la valorificarea mai bună a resurselor de sol, la conservarea și protecția acestuia, dar și altor resurse ale mediului înconjurător.

De asemenea, studiul documentar, prin analiza detaliată a progreselor în domeniul științei solului, a conceptelor, a efectelor asupra solului a diferitelor forme de agricultură, poate aduce o contribuție modestă la mai buna și necesara cunoaștere a solului pentru agricultură.