

REZUMAT

Teza de doctorat INFLUENȚA DIFERITELOR SISTEME DE LUCRARE ASUPRA PROPRIETĂȚILOR FIZICE, CHIMICE ȘI BIOLOGICE ALE SOLULUI ȘI PRODUCȚIEI PRINCIPALELOR CULTURI s-a derulat pe parcursul a 4 ani de studii în teren, laborator și de birou, pentru interpretarea rezultatelor și elaborarea tezei.

Agricultura moderna, intensivă, de mare productivitate, exercită asupra solului solicitări însemnate iar o cunoaștere insuficientă a modului în care solul reacționează la astfel de solicitări sporite poate avea consecințe negative, manifestate prin procese de degradare, de distrugere chiar, a capacității lui de producție (Canarache A. și colab., 1978, 1990, Hamza M.A. și colab., 2005, Garcia-Orens F. și colab., 2005, Guș, P., 2003).

La abordarea unui anumit tip de sistem de lucrare a solului trebuie avute în vedere condițiile de sol, planta și clima ce pot influența sau pot fi influențate de respectivul sistem (Franzluebbers A.J., 2002). Acțiunea benefică a sistemului de lucrare a solului asupra unui factor de cultura trebuie să mențină ceilalți factori la un nivel acceptabil, astfel încât creșterea producției agricole, scăderea consumului de combustibil sau ridicarea capacității de producție a solului să poată fi posibile prin soluții de optimizare economică (Zentner R.P., 2004, Czy Ewa, 2004, Guș P., 2003).

Lucrările solului, pe lângă efectele inedite și directe, benefice în cadrul tehnologiilor de cultivare a plantelor, induc în sol și efecte remanente de durată, care acționează asupra proprietăților fizice și fizico-mecanice ale solului, modificându-le (Canarache A., 1978, 1986, Nedeff V., 1995, Pintilie C. și colab., 1979, Dick R.P., 1992, Dexter A.R., 2004, Munkholm L.J. și colab., 2005, s.a.).

Proprietățile fizice ale solului au influență majoră asupra modului în care solul funcționează în cadrul unui ecosistem (Hamza M.A. și colab., 2005, Dexter A.R., 2004, Pagliai M., 2004). Prin diferite mijloace tehnice aceste însușiri pot fi ameliorate, încât ele să concure la dezvoltarea capacității solului de a asigura condiții optime de vegetație pentru plante (Wu L. și colab., 2005).

Caracteristicile fizice ale solului ca structura, porozitatea, densitatea aparentă, regimul hidric, regimul de aer și regimul de căldură, se modifică în funcție de lucrările solului. Modificarea însușirilor fizice ale solului este greu sesizabilă (exceptând tasarea solului) în decursul unui an agricol întrucât solul are tendința, în condiții normale, de a reveni la starea inițială și de a estompa efectele negative survenite în urma impactelor produse prin lucrarea solului (Guș P. și colab., 1998, Osunbitan J.A. și colab., 2005). Numeroase cercetări arată că în timp îndelungat evoluția însușirilor fizice într-o anumită direcție are loc lent, după o perioadă mai scurtă când valorile încep să se stabilizeze (Fabrizzi K.P. și colab., 2005,

Ferreras L.A. și colab., 2000, Reynolds W.D. și colab., 2002, Licht M.A. și colab., 2004, Liebig M.A. și colab., 2004, Tianu A., 1995).

Aproape în totalitate, însușirile fizice sunt condiționate de starea polidispersă – de textură și de modul de așezare a substanțelor dispersate – de structură. Împreună, structura și textura solului ajută la determinarea capacității de aprovizionare cu nutrienți a fazei solide a solului și a capacității solului de a reține și conduce apa și aerul necesare activității radiculare a plantelor (Scot D.I. și colab., 2005, Chen Y., 2005).

În concepțiile moderne structura reprezintă una din caracteristicile esențiale cu influențe directe și indirecte asupra tuturor proceselor fizice, mecanice și biologice ce au loc în sol (Canarache A., 1990, Dexter A.R., 1988, 2004). Cercetări ample întreprinse de numeroși autori au reflectat multiplele relații care există între proprietățile structurale ale solurilor și creșterea plantelor.

Microorganismele solului sunt agenți biologici importanți pentru structura solului și constituie cel mai activ compartiment al materiei organice din sol (Six J., 1999, Oades J.M., 1993). Modificările însușirilor chimice și fizice se prezintă ca un rezultat iar modificările ulterioare ale comunității microbiene se vor răsfrânge asupra proceselor ce se desfășoară în sol (Schimel J., 1995), ciclurilor nutrienților și altor calități ale solului. Fluxul substanțelor nutritive prin intermediul microorganismelor poate fi utilizat ca un indicator important a modificării stării de *sănătate* și calitate a solului ca urmare a managementului aplicat acestuia (Spedding T.A. și colab., 2004).

Preocupările actuale pentru a dezvolta sisteme de agricultură sustenabile sunt justificate prin extinderea în proporții îngrijorătoare a degradării și deteriorării resurselor de sol. Menținerea sau introducerea de noi sisteme tehnologice trebuie să se facă în concordanță cu principiile progresului durabil, pentru a asigura posibilitatea dezvoltării durabile.

Principalele obiective formulate în vederea întocmirii tezei de doctorat, au fost:

- determinarea influenței diferitelor metode de lucrare a solului asupra unor însușiri fizice ale solului;
- evidențierea modificărilor condițiilor din sol în urma traficului executat cu mijloace mecanice;
- dinamica valorilor indicilor hidrofizici pe fenofaze la culturile cu care se experimentează și în cadrul fiecărui sistem de lucrări;
- urmărirea influenței sistemului de lucrare, asupra însușirilor chimice ale solului și a repartiției pe profil a macroelementelor fertilizante;
- analizarea în paralel a influenței sistemului de lucrare și a fertilizării asupra microorganismelor din sol;

- influența diferitelor sisteme de lucrare a solului și niveluri de fertilizare asupra elementelor de productivitate și producție la culturile de grâu, porumb și fasole în condițiile pedoclimatice din Podișul Moldovei, evidențiind corelațiile ce se stabilesc între parametrii urmăriți;

- eficiența energetică a diferitelor sisteme de lucrare a solului și niveluri de fertilizare.

Experiența a fost executată în cadrul Stațiunii Didactice a USAMV „Ion Ionescu de la Brad” Iasi - Ferma Ezăreni, în anii agricoli 2002-2005, pe un cernoziom cambic cu textură luto-argiloasă și fertilitate mijlocie spre bună. Experiența a fost polifactorială, de tipul AxBxC. Amplasarea experiențelor s-a realizat după “metoda parcelelor subdivizate” în 3 repetiții. Factorii studiați au fost reprezentați de două sisteme de lucrare a solului respectiv convențional (cu două variante de arătură la 20 și respectiv 30 cm adâncime) și sistemul cu lucrări reduse (cu două variante respectiv lucrat cu cizel și cu grapa cu discuri), pe două niveluri diferite de fertilizare, într-un asolament de trei ani fasole-grâu-porumb.

S-au prelevat probe la semănat, răsărit și pe fenofazele specifice fiecărei culturi pentru determinarea umidității momentane a solului, distribuției agregatelor de structură, stabilității hidrice a structurii solului, calității structurii, densității aparente, rezistenței la penetrare, capacitații capilare și capacitații totale pentru apă a solului, porozității totale, de aerare, utile și inactive. De asemenea, s-au calculat coeficientul de ofilire, capacitatea de câmp, capacitatea de apă utilă, gradul de tasare, curbele cumulative ale alcătuirii structurale etc. Din probele de sol recoltate în așezare modificată din profilele principale de sol, efectuate la începutul și la sfârșitul perioadei experimentale în câmpul de experiență, s-au executat următoarele analize chimice: pH-ul, humusul, carbonații alcalino-pământoși, azot total; fosforul mobil, potasiul mobil, suma bazelor schimbabile, aciditatea hidrolitică, gradul de saturație în baze, raportul C/N, carbonul organic, indicele de azot, rezerva de humus, etc.

Pentru evidențierea dinamicii microorganismelor din sol s-au recoltat probe pe adâncime și pe faze de vegetație la fiecare cultură, care au fost examinate microscopic pentru controlul purității lor și pentru evidențierea morfologiei celulelor bacteriene și s-a determinat numărul de UFC (unități formatoare de colonii).

De asemenea, s-au determinat producția și elemente de productivitate. Prelucrarea statistică a datelor s-a realizat cu ajutorul analizei varianței și a curbelor de regresie. Eficiența energetică a fost calculată pe baza determinării indicatorilor energetici de bază ca bilanțul energetic, randamentul energetic, eficiența energetică și consumul specific de energie pe kg producție principală.

Cercetările efectuate pe cernoziomul cambic din cadrul Stațiunii Didactice Ezăreni privind influența sistemelor de lucrare asupra însușirilor fizice și hidrofizice ale solului au scos în evidență o serie de aspecte. Intervalul de variație a valorilor capacitații de câmp, coeficientului de ofilire și capacitații de apă utilă este restrâns iar, valorile acestor indici scad pe adâncime și în cursul perioadei

de vegetație, indiferent de sistemul lucrare, valorile fiind cu atât mai mari cu cât mobilizarea solului a fost mai intensă. Densitatea aparentă a crescut de la semănat la recoltare în toate variantele de lucrare a solului și pe toate adâncimile. Într-un interval scurt de timp, gradul de tasare nu se modifică considerabil, indiferent de sistemul de lucrare, înregistrându-se o creștere progresivă a acestui parametru de la semănat la recoltare și pe adâncimi, în toate variantele de lucrare a solului. Rezistența la penetrare a crescut de la semănat la recoltare, în toate variantele de lucrare și pe toate adâncimile. Porozitatea totală a variat în sens invers cu densitatea aparentă, valorile micșorându-se de la semănat la recoltare, în toate straturile și în toate variantele de lucrare a solului. Valorile porozității de aerăție s-au diminuat odată cu adâncimea, în toate fazele de vegetație, indiferent de sistemul de lucrare. Porozitatea utilă nu a suferit modificări importante pe adâncime, în cursul perioadei de vegetație sau diferențiat pe sisteme de lucrare. Cu cât au crescut valorile densității aparente, cu atât porozitatea de aerăție a scăzut iar, o parte din porii care rețineau apa utilizabilă de către plante și-au redus dimensiunile, crescând astfel porozitatea inactivă.

Procentul de participare a agregatele structurale cu diametru $>$ de 5 mm a crescut în cursul perioadei de vegetație și pe adâncime cu o fluctuație importantă în stratul superficial la culturile prășitoare, după efectuarea lucrărilor de întreținere. Stabilitatea hidrică a crescut de la semănat până la recoltare și pe adâncime, având valorile cele mai mari în variantele arate. Calitatea structurii a fost cea mai bună în variantele lucrate cu cizelul. Agregatele structurale formate în variantele arate cu întoarcerea brazdei sunt mai stabile la acțiunea dispersantă a apei decât în celelalte variante. Indicele de agregare a crescut pe adâncime și în cursul perioadei de vegetație în toate variantele, mai puțin în varianta lucrată cu grapa cu discuri.

Lucrările solului au contribuit la modificarea regimului aerohidric și creșterea potențialului redox care, corelată cu aciditatea produsă de îngrășămintele chimice aplicate, au dus la scăderea valorilor pH în mediu apos cu 0,4-0,5 unități în patru ani. Cea mai mare amplitudine de variație a valorilor pH s-a înregistrat în variantele lucrate fără întoarcerea brazdei unde valorile reduse ale pH -ului în stratul superficial se corelează cu aciditatea produsă de îngrășămintele chimice aplicate și neîncorporate în sol și ca urmare a creării unor condiții mai puțin favorabile levigării nitraților și anionilor însoțitori din sol.

Macroelementele fertilizante s-au acumulat în orizonturile de la suprafața în variantele lucrate fără întoarcerea brazdei cu precădere dar, același fenomen s-a constatat și la variantele arate. Valoarea raportului C/N a variat într-un interval restrâns în cadrul variantelor experimentale. Valori mai mari ale indicelui de azot s-au determinat în stratul superficial (0-10 cm) în toate variantele (mai puțin în cea lucrată cu grapa cu discuri). Nu s-au evidențiat diferențe majore între variante, valorile medii fiind apropiate pe profil. Analiza valorilor medii ale sumei bazelor schimbabile pe profilul 0-30 cm a arătat

valori mai mari ale indicatorului în variantele față de variantele lucrate fără întoarcerea brazdei. Nu s-au semnalat diferențe importante între variante pe 0-30 cm adâncime în ceea ce privește gradul de saturație în baze. În general, conținutul în carbon organic a scăzut odată cu intensificarea gradului de mobilizare a solului și de asemenea, pe adâncime, în relație cu reducerea activității biologice din sol și a creșterii rădăcinilor. Rezerva de humus pe stratul 0-30 cm a fost mai redusă în variantele arate, știindu-se faptul că mobilizarea mai intensă a solului favorizează o mai rapidă epuizare a humusului acumulat în timp, sinteza redusă a humusului nou și intensificarea mineralizării materiei organice în sol.

În cazul probelor recoltate din solurile cultivate, analiza micro-morfologica a tulpinilor izolate arată c, indiferent de adâncimile de prelevare, compoziția calitativă a microbiotei nu suferă modificări însemnate funcție de sistem. Din analiza datelor, s-a constatat că, sistemul de lucrare determina schimbări caracteristice în distribuția numerică a microorganismelor din sol. Diferențe importante s-au constatat și între plantele cultivate, în strânsa corelație cu perioada de vegetație specifică fiecărei specii.

Producțiile au oscilat funcție de lucrarea de baza și nivelul de fertilizare fiind de regulă mai mari în variantele arate la toate culturile dar, nu întotdeauna asigurate statistic.

În urma calculării coeficienților de corelație și a ecuațiilor de regresie s-a observat că, între producția obținută și valorile *densității aparente* și a *rezistenței la penetrare*, există corelații negative deoarece, în general, producția a scăzut odată cu creșterea stării de tasare a solului. Valorile coeficienților *r* au arătat că, s-au stabilit corelații semnificative doar în cazul dependenței producțiilor de valorile *rezistenței la penetrare* și mai puțin de cele ale *densității aparente*. Creșterea valorilor *rezistenței la penetrare* are ca principal efect evidențiat restricționarea pătrunderii rădăcinilor ca și densitatea acestora, ceea ce implică o dezvoltare încetinită a sistemului radicular și implicit reducerea capacității acestora de a absorbi apa și substanțele nutritive.

Producția plantelor din cadrul asolamentului s-au corelat pozitiv cu valorile *porozității utile*. Din analiza acestei tendințe s-a observat că, producțiile au crescut odată cu creșterea volumului porilor care rețin apa utilizabilă pentru plante dar, coeficientul de corelație nu are semnificație statistică.

La toate culturile, odată cu sporirea gradului de mobilizare a solului și dozelor de îngrășămintă, au crescut atât cheltuielile energetice active directe cât cele indirecte pe unitatea de suprafață. Sporirea dozei de azot a determinat cheltuieli energetice mai mari decât adâncirea stratului arat, fapt evidențiat prin valorile ridicate ale cheltuielilor cu energia activă indirectă.

Energia produsă a fost superioară cu fiecare sistem ce presupune mobilizarea mai intensă a solului și cu sporirea dozelor de îngrășămintă. Bilanțul și randamentul energetic au avut valori mai mari în variantele arate decât în variantele lucrate fără întoarcerea brazdei dar, indicatorii au evoluat în

sens invers proporțional cu dozele de îngrășăminte, în sensul că, o creștere a dozelor de îngrășăminte a avut ca efect o scădere a randamentului energetic a acestora.

Consumul specific de energie pe kg producție principală a evidențiat o scădere a efortului energetic pe unitatea de produs odată cu creșterea consumurilor energetice de producție datorate sistemelor de lucrare a solului.

Rezultatele obținute confirmă la scară mare relațiile din literatura de specialitate dar sunt specifice condițiilor de experimentare și vin să contribuie cu elemente de noutate la o mai bună înțelegere a fenomenelor.