

EVOLUȚIA ÎNSUȘIRILOR CHIMICE ALE SOLULUI ÎN DIFERITE SISTEME DE AGRICULTURĂ

Felicia Chețan¹, Cornel Chețan¹, Alina Șimon¹, Camelia Urdă¹, Teodor Rusu², Florin Russu¹, Alin Popa¹

¹ Stațiunea de Cercetare și Dezvoltare Agricolă Turda

² Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca

Autor corespondent: felicia.chetan@scdaturda.ro

Rezumat

Sistemele cu lucrări neconvenționale ale solului s-au extins tot mai mult și în agricultura României. Din acest motiv s-a considerat necesar să se studieze evoluția unor indicatori chimici ai solului sub influența sistemului de lucrare, plantei de cultură și nivelului de fertilizare, în funcție de condițiile climatice, într-o rotație de 3 ani (soia – grâu – porumb). Experiența concepută și derulată la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă (SCDA) Turda în perioada 2006-2024 include factorii experimentali: A – sistemul de lucrare a solului: convențional – plug (SC), conservativ – semănat direct (NT); B – fertilizare: de bază cu N₄₀P₄₀, de bază cu N₄₀P₄₀ + N₄₀ pe vegetație; C – anul agricol (condițiile climatice): 2006/2007....2023/2024. Specific celor 18 ani agricoli a fost distribuția inegală a precipitațiilor în toate lunile anului. Au existat perioade de timp secetoase, cu secete pedologice prelungite, urmate de ploi torențiale care, deși au avut cantități mari de apă, nu au reușit de multe ori să refacă rezerva de apă din sol, seceta dominând această întregă perioadă de timp. Proprietățile chimice ale solului au suferit modificări importante în timp, fiind influențate în mod considerabil de sistemul de lucrare și fertilizare. Rolul pozitiv al sistemului NT asupra conținutului de humus al solului, comparativ cu SC, este vizibil, cel puțin pentru stratul 0-20 cm. Conținutul de macroelemente (N, P, K) înregistrează în timp modificări importante, în sistemul NT creșterile sunt mai accentuate îndeosebi în stratul de suprafață al solului. Valorile de producție, apropiate cantitativ în cele două sisteme de lucrare a solului, indică preabilitatea cultivării grâului de toamnă în sistemul fără lucrări – semănatul direct în teren nepregătit. Implementarea metodelor conservative de lucrare a solului asociate cu o fertilizare echilibrată pot conduce în timp, în condițiile Câmpiei Transilvaniei și nu numai, la îmbunătățirea însușirilor chimice ale solului. Nivelul recoltelor de grâu depinde de factorul genetic, dozele și principiile de fertilizare, toate fiind influențate de condițiile climatice ale anului de cultură.

Cuvinte cheie: climă, sol, însușiri chimice, grâu, producție

Introducere

Pământul „nu este doar casa noastră, ci și o sursă vitală de resurse și energie. De la solul fertil care ne oferă hrană la resursele minerale și energetice, pământul susține viața în toate formele sale așa că degradarea și poluarea acestuia se răsfrâng negativ asupra sănătății organismelor de toate tipurile și duc adesea chiar la extincția unor specii” (www.selfdiscovery.ro). Procesele de combustie (reacția combustibilului cu oxigenul din aer care generează energie sub formă de căldură) reprezintă principala sursă de poluare a atmosferei cu compuși volatili, problemă abordată tot mai mult în cercetările realizate în ultimii ani (Laj și colab., 2020), cercetări în care se menționează că din cantitatea totală de compuși de combustie emiși de o sursă de poluare aproximativ 54% este reținută în soluri, efectele negative ale acestora manifestându-se o perioadă îndelungată. Bineînțeles că aceste aspecte au făcut obiectul cercetărilor și în România. Bulgariu și colab. (2023) au prelevat și analizat 34 de probe de sol din zona urbană a municipiului Iași, rezultatele prezentând un grad mediu de poluare a solului, arderea combustibililor fosili având cota cea mai

mare de participare la poluare. Acțiunile antropice (Aguilera și colab., 2019) se numără printre principalele cauze ale degradării solului și anume: prelucrarea excesivă a terenurilor agricole cu utilaje mecanice (arătura care mobilizează solul în profunzime); monocultura; sărăturarea solurilor (pe terenurile irigate); folosirea excesivă a pesticidelor și a îngrășămintelor (azotul în exces duce la acidifierea solului); utilizarea improprie a terenurilor prin cultivarea pe terenuri cu pantă prea mare, iar lucrările mecanice sunt efectuate pe linia de cea mai mare pantă, conducând inevitabil la creșterea eroziunii solului, aspecte menționate și în alte studii și cercetări (Berca, 2011; Bogdan și colab., 2007; Cociu, 2011; Chețan și colab., 2017; Moraru și Rusu, 2010; Ibanez și colab., 2008).

Sistemul de cultură cu lucrări conservative reprezintă o alternativă inclusă în agricultura durabilă (www.g4food.ro; Shah et al., 2025), fiind cercetată în condiții pedo-climatice diverse pentru optimizare și adaptare la oferta locului (Bran și colab., 2008; Chețan, 2020). Acesta presupune, pe lângă semănatul direct în miriștea culturii precedente, stabilirea unei rotații adecvate a culturilor (Chețan și colab., 2015), mărunțirea și păstrarea resturilor vegetale ale culturii precedente, menținerea terenului acoperit cu vegetație permanentă între culturi (Petcu și colab., 2022) și utilizarea culturilor pentru îngrășămintă verzi (www.agrobiznes.md). Sistemul de semănat direct în resturile vegetale ale culturii premergătoare, la început o tehnologie eficientă de conservare a solului față de eroziune (Carter, 1994) a evoluat spre un sistem economic de agricultură durabilă (Derpsch, 2001; Chețan, 2015). Acesta îmbunătățește însușirile fizice, chimice și biologice ale solului precum și riscul de poluare a mediului ambiant prin reducerea pierderilor de elemente nutritive și prin scăderea direct și indirect a emisiilor de gaze (CO₂), care contribuie la efectul de seră (Miron și Stroe, 2024). Tehnologiile conservative și rotația culturilor sunt practici care pot contribui la menținerea/îmbunătățirea calității solului (Burtan și colab., 2020; Mărin și colab., 2025) și realizarea producțiilor la prețuri de cost mai reduse (Stănilă și colab., 2003; Holland, 2004; Guș și Rusu, 2005; Epplin și colab., 2005; wikipedia.org/wiki/No-till_farming; wikipedia.org/wiki/Soil_erosion).

Pornind de la aceste considerente, în toamna anului 2006 s-a înființat la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă (SCDA) Turda o experiență polifactorială, în care a fost monitorizată evoluția principalelor caracteristici chimice ale solului și ale producției de grâu, sub influența sistemelor de lucrare, fertilizare, rotație și a condițiilor climatice specifice zonei.

Material și metodă

Cercetările realizate la SCDA Turda urmăresc stabilirea transformărilor induse de sistemul clasic de lucrare a solului și a sistemului conservativ, pe parcursul a 18 ani de experimentare, pe un faeoziom argilo-iluvial cu textură luto-argiloasă și producțiile realizate la cultura grâului. Terenul și câmpurile experimentale ale SCDA Turda sunt situate în vestul Câmpiei Transilvaniei, relieful este reprezentat printr-un cadru orografic deluros, în proporție dominantă de 71%, specific pentru această zonă fiind dealurile joase de podiș, cu altitudine de 345-493 m, cu expoziții și înclinații diferite, supuse unui proces accentuat de eroziune (Chețan, 2020). Orografia deluroasă a terenului, cu numeroase soluri degradate prin eroziune, a impus luarea unor măsuri de protecție împotriva pierderilor stratului de sol fertil, astfel că în perioada anilor 1981-1986 s-a executat o amenajare antierozională-terasarea versanților (figura 1). Acest sistem de combatere a eroziunii este o parte integrantă a conservării solului în zonă, unitatea fiind reprezentativă pentru zona colinară din centrul Transilvaniei.



Figura 1. SCDA Turda – amenajare antierozională

În cadrul experimentului, asolamentul culturilor a fost cu rotație de trei ani (soia – grâu – porumb), grâul a fost semănat în sistem convențional (SC) și „no-tillage” (NT), soia și porumbul în sistem convențional și „minimum tillage” varianta cizel (MTC), realizându-se astfel și rotația rădăcinilor și a sistemelor de lucrare a solului (figura 2).

a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂
a ₁ b ₁ porumb	a ₁ b ₂	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂
a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂
a ₁ b ₁ grâu	a ₁ b ₂	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂
RI		RII		RIII	

Figura 2. Designul experimental cu rotația culturilor și a sistemelor de lucrare a solului, SCDA Turda, 2006/2007-2023/2024

Factorii experimentali: **factorul A**, sistemul de lucrare a solului: a₁ – convențional, a₂ – conservativ; **factorul B**, nivelul de fertilizare: b₁ – 200 kg/ha NPK 20:20:0 de bază, la semănat (FB), b₂ – 200 kg/ha NPK 20:20:0 la semănat (FB) + suplimentară cu 119 kg/ha azotat de amoniu (33,5% N) primăvara la reluarea vegetației grâului; **factorul C**, anul/condițiile climatice din 18 sezoane agricole: c₁ – 2006/2007, c₂ – 2007/2008, c₃ – 2008/2009, c₄ – 2009/2010, c₅ – 2010/2011, c₆ – 2011/2012, c₇ – 2012/2013, c₈ – 2013/2014, c₉ – 2014/2015, c₁₀ – 2015/2016, c₁₁ – 2016/2017, c₁₂ – 2017/2018, c₁₃ – 2018/2019, c₁₄ – 2019/2020, c₁₅ – 2020/2021, c₁₆ – 2021/2022, c₁₇ – 2022/2023, c₁₈ – 2023/2024.

a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂
a ₁ b ₁ soia	a ₁ b ₂	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂

Legenda: **A**, sistem de lucrare a solului: a₁ – convențional – arat; a₂ – conservativ; **B**, nivel fertilizare: b₁ – 200 kg/ha NPK 20:20:0; b₂ – 200 kg/ha NPK 20:20:0 + 119 kg/ha azotat de amoniu; Suprafața variantei experimentale: 15 m L x 12 m l = 180 m²

Semănatul grâului + fertilizarea de bază s-au realizat cu semănătoarea Directa 400, la desimea de 550 bg/m² și la 18 cm distanța între rânduri. În perioada 2006-2013 materialul biologic a fost reprezentat de soiul de grâu de toamnă Arieșan, înlocuit după această perioadă cu un soi mai nou, soiul Andrada.

Prelevarea probelor de sol (pe adâncimile de 0-20; 20-40 cm), în anul 2006 și 2024 (după recoltarea culturii), s-a realizat cu ajutorul sondei tip burghiu, iar probele s-au analizat fizico-chimic pentru stabilirea indicilor de fertilitate a solului. Metoda utilizată pentru determinarea pH-ului a fost metoda potențimetrică, pentru humus s-a folosit metoda Walkley-Black, azotul s-a determinat prin metoda Kjeldhal, pentru fosfor a fost utilizată metoda colorimetrică, iar prin metoda flamfotometrică s-a determinat conținutul solului în potasiu (<https://ospaclub.ro>).

Principalele buruieni din cultura de grâu, la SCDA Turda, sunt: *Apera spica venti*, *Setaria glauca*, *Echinochloa crus galli*, *Bromus tectorum*, *Avena fatua*, *Adonis estivalis*, *Amaranthus retroflexus*, *Veronica spp*, *Viola arvensis*, *Galium aparine*, *Papaver rhoes*, *Chenopodium album*, *Matricaria spp.*, *Sinapis arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Cirsium arvense*, *Consolida regalis*. Dintre bolile care apar frecvent în zonă s-au evidențiat *Erysiphe graminis*, *Fusarium spp.*, *Puccinia spp.*, *Septoria tritici* și dăunătorii *Phorbia securis*, *Schizaphis graminum*, *Chaetocnema aridula*, *Haplothrips tritici*, *Eurygaster integriceps*, *Lema melanopa*. Pentru un control complex al vegetației și protecția culturii față de acești agenți de dăunare tratamentele s-au realizat la trei momente fenologice importante din perioada de vegetație a grâului, și anume: în fenofaza de sfârșit înfrățit, în fenofaza de burduf și la începutul înfloritului (tabelul 1).

Tabelul 1. Schema de aplicare a tratamentelor la grâu

Fenofaza grâului	Doza/produsul utilizat
sfârșit înfrățit	260 g/ha BROADWAY STAR (produs sistemic cu 2 substanțe active: piroxulam și florasulam) + 0,6 l/ha adjuvant DASSOIL 26-2N + 0,7 l/ha FALCON PRO 425 EC (produs pe bază de protoconazol 53g/l + spiroxamina 224 g/l + tebuconazol 148 g/l) + 0,2 l/ha BISCAYA 240 OD (pe bază de tiacloprid 240 g/l)
burduf	0,8 l/ha EVOLUS (produs pe bază de 4% proquinazid + 16% tebuconazol + 32% procloraz) cu spectru larg de combatere a bolilor
început înflorit	0,8 l/ha NATIVO PRO 325 SC (produs pe bază de protoconazol 175 g/l + trifloxistrobin 150 g/l) pentru combaterea <i>Fusarium spp.</i>

După recoltarea grâului (cu ajutorul combinei Wintersteiger), producția obținută de pe fiecare variantă experimentală a fost cântărită și raportată la umiditatea STAS (14%).

Evoluția condițiilor climatice din perioada 1957-2024 la Turda, este prezentată în figura 3 (sursa: Stația meteorologică Turda, longitudinea: 23'47, latitudinea 46'35', altitudinea 427 m).

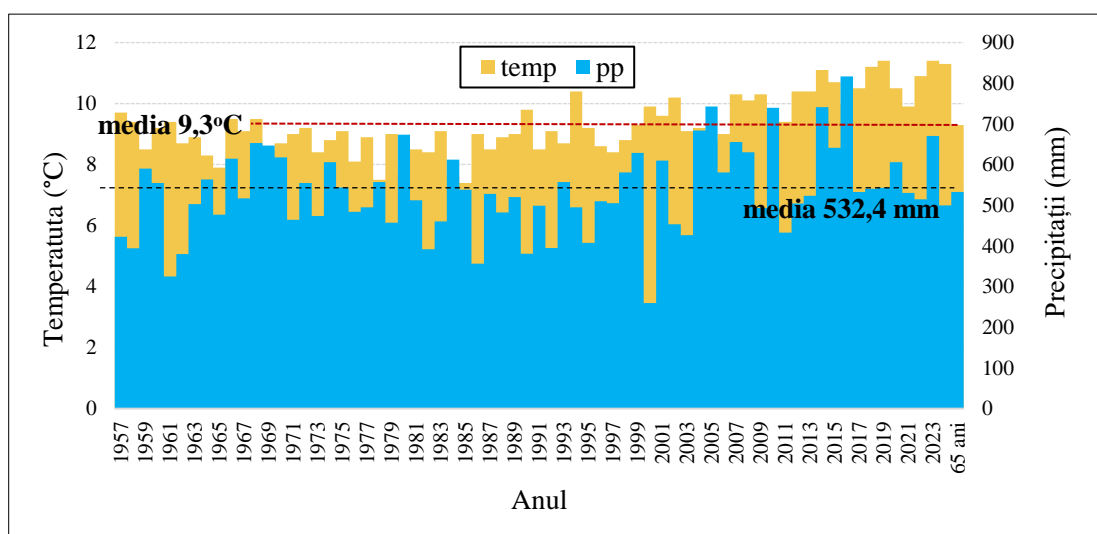


Figura 3. Evoluția regimului termic și pluviometric la Turda, 1957- 2024

Conform datelor climatice înregistrate pe ultimii 67 de ani, zona de experimentare prezintă o medie multianuală a temperaturilor de 9,3°C, regimul termic reflectând clar o creștere a temperaturii medii anuale în special după anul 2000. Pluviometria se remarcă printr-o repartizare neuniformă, cu abateri mai mult sau mai puțin negative comparativ cu media multianuală care atinge valoarea de 532 mm, prin urmare repartizarea neuniformă a precipitațiilor crește importanța conservării apei în sol. În ultimii ani s-a remarcat o răcire a lunilor de primăvară, în special aprilie și mai (Șimon, 2024), în timp ce verile au fost marcate de temperaturi ridicate, toamnele au fost călduroase, iar iernile mai blânde și cu precipitații reduse. Aceste condiții climatice au influențat, în general, și producția de grâu.

Tabel 2. Însușirile fizice ale solului din câmpul experimental

Orizonturi/adâncime (cm)	Amp (0-28)	Am/Ck (28-52)	Ck1952-86	Ck2 985-120)
		28-52	52-86	85-120
Textura				
Nisip grosier (2,0-0,2 mm),%	0,73	0,72	0,63	0,34
Nisip fin (0,2-0,02 mm),%	17,90	19,98	17,92	16,27
Praf I (0,02-0,05 mm),%	9,15	8,78	8,94	9,87
Praf II (0,05-0,002 mm),%	19,15	14,56	20,64	24,12
Argilă (<0,002 mm),%	56,07	55,96	51,87	49,38
Analiza fizică				
Fragmente grosiere (schelet),%	-	-	-	-
Densitatea aparentă, (g/cm ³)	1,13	-	1,41	-
Porozitate totală, %	58	-	48	-
Analiza chimică				
Carbonați, %	0,7	8,4	24,0	32,6

Caracteristicile morfologice ale solului din câmpul experimental:

Orizontul Amp/0-20 cm, argilo-lutos, maro – cenușiu foarte închis (10YR 3/3) – umed, maro închis (10YR 3/4) – uscat, moderat umed, structură granulară, foarte fin până la mediu, moderat plastic, moderat dur, moderat lipicios, efervescentă foarte ușoară, ușor calcaros, multe rădăcini;

Orizontul Am/Ck/28-52 cm, argilo-lutos, maro – gri închis (10YR 4/2) – umed, maro (10YR 4/3) – uscat, umed, slab cimentat, structură poliedrică subunghiulară, foarte fină până la medie, moderat friabilă, moderat plastic, moderat dur, moderat adeziv, ușoară efervescentă, moderat calcaros, puține rădăcini;

Orizontul Ck1/52-86 cm, luto-argilos, maro gălbui (10YR 5/4) – umed, maro gălbui (10YR 5/8) – uscat, umed, slab cimentat, structură poliedrică subunghiulară, fină până la grosieră, moderat, friabilă, moderat plastic, puternică efervescentă, moderat adeziv, puternic calcaros, concrețiuni sferice, puține rădăcini;

Orizontul Ck2/86-120 cm, luto-argilos, galben maroniu (10YR 6/6) – uscat, galben maroniu (10YR 6/8) – umed, uscat, fără structură, fin până la grosier, ușor plastic, ușor dur, foarte puternic calcaros, concrețiuni de carbonat sferice ușor lipicioase, puternic efervescente, puține rădăcini.

Conform determinărilor realizate în anul 2006 (figura 4) solul pe care s-a amplasat experimentul (sistemul clasic a fost utilizat în anii anteriori acestui studiu) prezintă un pH slab acid la suprafață (6,3) și neutru în stratul inferior (7,0), indicând un sol moderat favorabil pentru majoritatea culturilor. Conținutul în humus a fost mediu spre bun în stratul 0-20 cm (2,94%), acest conținut fiind important pentru fertilitate și structură. Conținutul de azot total (N_{total}) a înregistrat o valoare de 0,162 mg/kg în stratul superior al solului, fiind semnificativ mai scăzut în stratul inferior,

cea ce evidențiază concentrarea activității biologice în zona arabilă. În ceea ce privește celelalte două elemente determinate, fosfor și potasiu, fosforul (P) a fost sub nivelul optim (15-19 mg/kg), iar potasiul (K) la nivel adecvat (\approx 140 mg/kg). Aceste date constituie un punct de referință esențial pentru a înțelege modificările ulterioare induse de sistemele de agricultură studiate (clasic/conservativ + fertilizare).

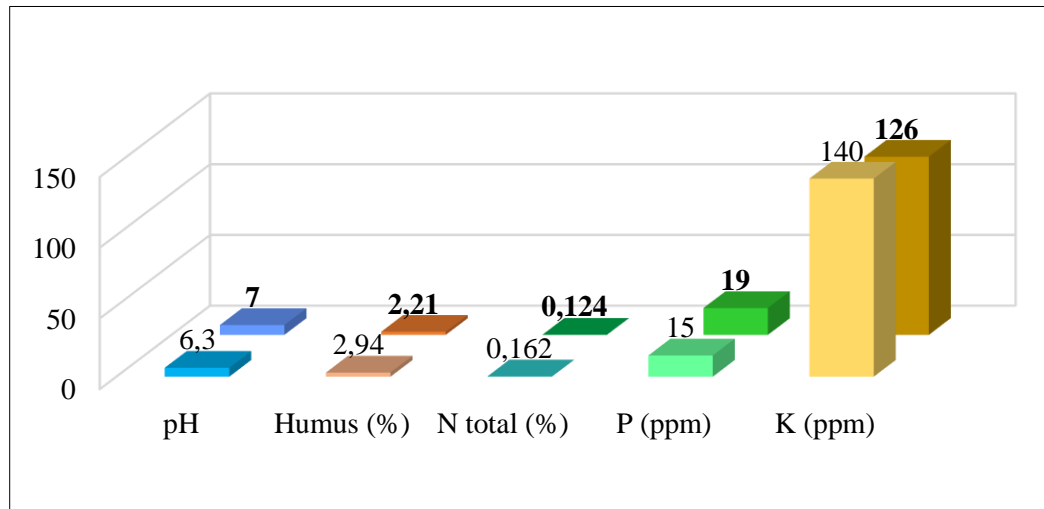


Figura 4. Analiza solului la instalarea experienței, 2006

Rezultate și discuții

În mod tipic, aplicarea repetată a îngrășămintelor azotate poate acidifia solul. Față de valorile inițiale ale pH-ului (6,3 pe orizontul 0-20 cm și 7,0 pe 20-40 cm adâncime) observăm în primul rând o creștere a valorii pH-ului de la slab acid (6,30) la neutru (pH cuprins între 6,83 și 6,98) în ambele sisteme de lucrare a solului pe adâncimea de 0-20 cm. Pe adâncimea de 20-40 cm modificările pH-ului au fost mai puțin semnificative (figura 5). Aciditatea solului este influențată de tehnologia de cultivare, nivelul de fertilizare și mineralizarea substanței organice, după cum menționează Țințișan (2009).

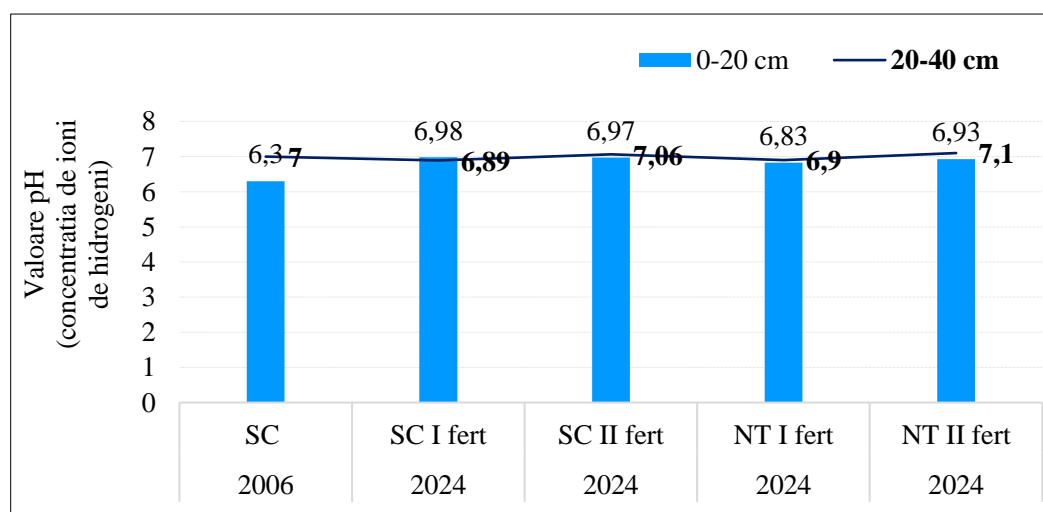


Figura 5. Evoluția pH-ului solului, 2006-2024

Conservarea humusului este mai eficientă în sistemul NT, care nu expune materia organică la oxidare, iar în SC conținutul de humus poate avea un trend descendent din cauza unui ritm mai

accelerat de descompunere (Figura 6). Practicile de agricultură conservativă susțin acumularea humusului, esențial pentru fertilitate, reținerea apei și structură.

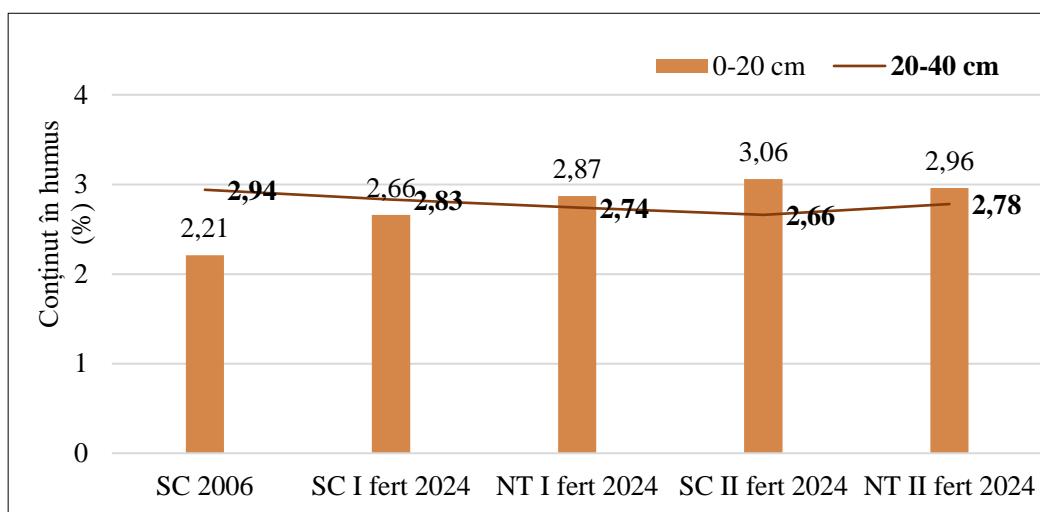


Figura 6. Evoluția humusului (%), 2006-2024

Regimul climatic al solului a fost cercetat cu stații HOBO (HOBO Meteo Micro H21-002) folosind senzori HOBO Smart Temp (S-TMB-M002), senzori de temperatură și EC-5 (S-SMC-M005) – senzori de umiditate, pe adâncimea de 20 cm. S-a observat că în SC apa provenită din precipitații se acumulează mai ușor, însă se pierde mai rapid, în timp ce în NT acumularea apei este mai lentă, dar pierderile se produc într-un ritm mai redus. Arătura duce la creșterea temperaturii solului, deoarece afânarea acestuia permite pătrunderea aerului cald în profunzime. În schimb terenul neprelucrat și prezența mulciului la suprafață contribuie la menținerea unor temperaturi mai scăzute (Figura 7).

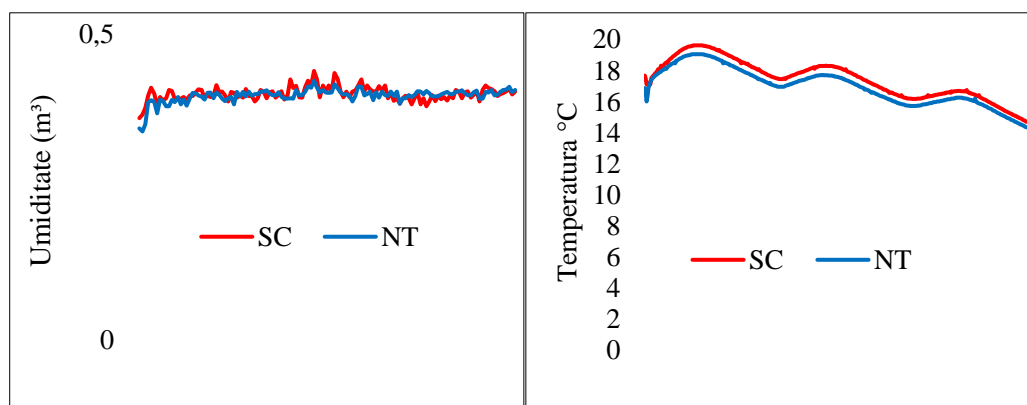


Figura 7. Umiditatea și temperatura solului la 20 cm adâncime (anul 2021)

În sistemele cu fertilizare constantă (cu aport suplimentar de N primăvara), N_{total} ar trebui să crească sau să se mențină. În lipsa aportului și în condiții de mineralizare accentuată valorile pot scădea astfel: de la 0,162% la 0,139% pe adâncimea 0-20 cm și de la 0,124% la 0,108% pe adâncimea 20-40 cm, în SC cu o fertilizare. Fertilizarea suplimentară și NT favorizează menținerea și chiar creșterea cu 19% a rezervei stabile de azot pe orizontul 20-40 cm (de la 0,124% la 0,148%), pierderile prin levigare sau volatilizare fiind mai reduse (figura 8). Literatura de specialitate (www.icpa.ro) menționează că aceste valori pot fi influențate și de „aportul eficient de N din sol lăsat în sol de premergătoarele leguminoase și care depinde de gradul de reușită al culturii, reflectat de nivelul recoltei principale pe toată perioada de timp în care aceasta a ocupat terenul”.

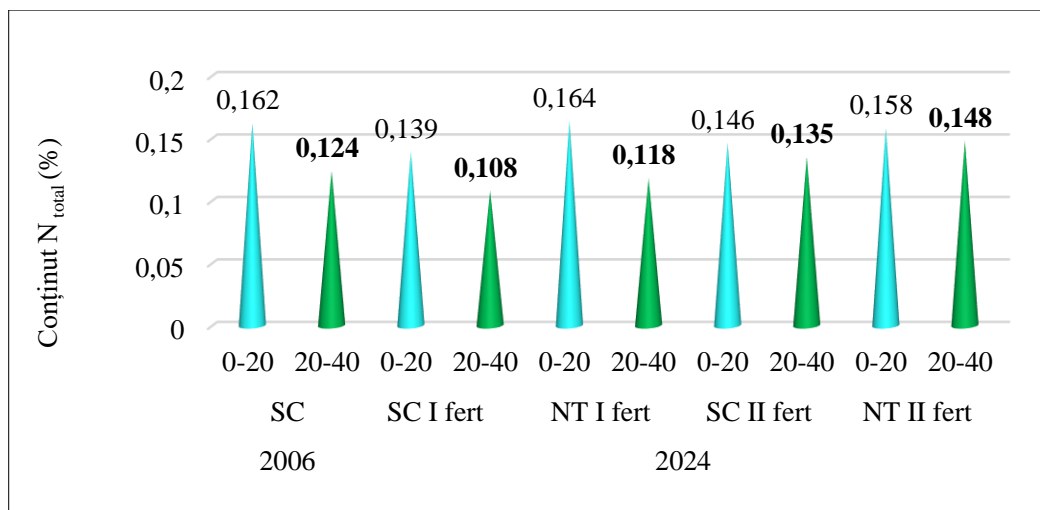


Figura 8. Evoluția N_{total} (%), 2006-2024

Fosforul, element esențial pentru dezvoltarea radiculară și înflorirea plantelor, este relativ fix în sol, iar disponibilitatea sa este influențată de pH, tipul de îngrășământ și activitatea microbiologică. În NT activitatea biologică crescută și rădăcinile active pot mobiliza mai mult fosfor (figura 9). Comparativ cu SC, sistemele cu fertilizare combinată și lucrări conservative (NT) pot conduce la creșterea P mobil pe ambele orizonturi, creșterile fiind mai vizibile în primii 20 cm (NT 45 mg/kg), datorate în mare parte resturilor vegetale acumulate de-a lungul anilor experimentali.

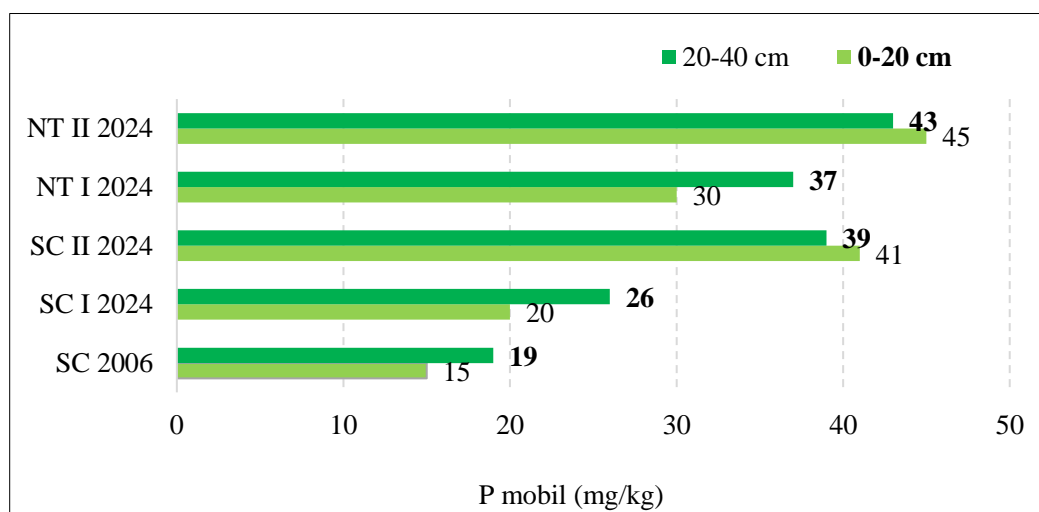


Figura 9. Evoluția P mobil (mg/kg), 2006-2024

Potasiul este un nutrient mobil, crucial pentru echilibrul hidric și rezistența la stres, dar poate fi pierdut prin levigare. Față de valorile inițiale a potasiului (figura 10), 140 mg/kg pe orizontul 0-20 cm respectiv 126 mg/kg pe 20-40 cm, observăm o creștere a valorilor acestui element în ambele sisteme de lucrare a solului, în special pe adâncimea de 0-20 cm (SC I fertilizare 264 mg/kg; NT II fertilizări 240 mg/kg). Deși valorile potasiului au crescut în SC + II fertilizări s-a înregistrat o valoare mai mică (215 mg/kg), deoarece planta a consumat mai mult potasiu pentru a susține o producție mai mare comparativ cu SC + I fertilizare. Conservarea solului, fertilizarea menținută și structura mai bună în NT pot păstra un nivel de K mobil mai echilibrat. Contrar acestor rezultate, în urma cercetărilor realizate într-o experiență de lungă durată la Fundulea de către Țițian (2009), s-a constatat că, indiferent de îngrășămintele cu azot și fosfor aplicate, cantitatea de potasiu mobil din sol a scăzut foarte mult atunci când nu s-a administrat potasiu.

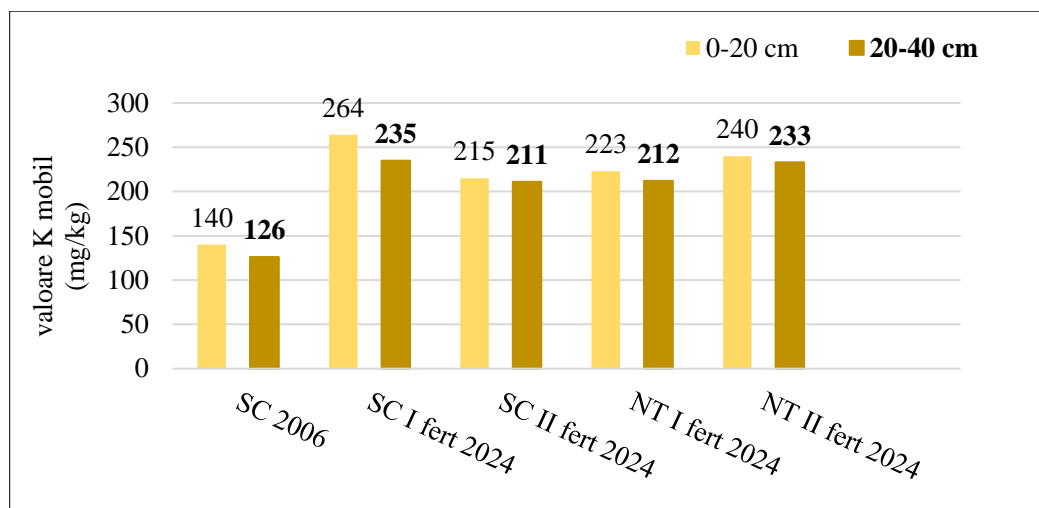


Figura 10. Evoluția K mobil (mg/kg), 2006-2024

Producția de grâu este condiționată de numeroși factori, în special agrotehnici, agroclimatici și genetici (Woźniak și Rachoń, 2020; Guzmán și colab, 2017). Între 2007 și 2013 soiul de grâu Arieșan a dat o producție medie de 4 771 kg/ha. În sistemul de cultură cu fertilizare de bază s-au obținut în medie 4 777 kg/ha, iar aplicarea unei fertilizări suplimentare a crescut producția cu până la 200 kg/ha, ajungând la 4 932 kg/ha. În NT, soiul de grâu Arieșan a reacționat mai puțin favorabil, astfel că producțiile obținute au fost mai mici, cu o medie de 4 607 kg/ha la varianta cu o fertilizare și 4 766 kg/ha la varianta cu fertilizare suplimentară. Progresul genetic este evident în cazul soiului de grâu Andrada, producțiile depășind soiul Arieșan cu 1 725 kg/ha, media perioadei 2014-2024 a fost de 6 496 kg/ha. În cazul fertilizării de bază acest soi a realizat o producție de 6 342 kg/ha și de 6 673 kg/ha în varianta cu fertilizare suplimentară (tabelul 3).

Tabelul 3. Producțiile de grâu de toamnă (kg/ha), perioada 2006-2024, la SCDA Turda

An	Sistem	Fertilizare	Producția kg/ha	An	Sistem	Fertilizare	Producția kg/ha
2007	SC	FB	4911	2016	SC	FB	7066
		FB + suplimentară	5066			FB + suplimentară	7329
	NT	FB	4721		NT	FB	7093
		FB + suplimentară	4939			FB + suplimentară	7399
2008	SC	FB	5512	2017	SC	FB	6255
		FB + suplimentară	5786			FB + suplimentară	6564
	NT	FB	5329		NT	FB	6344
		FB + suplimentară	5522			FB + suplimentară	6679
2009	SC	FB	3468	2018	SC	FB	6722
		FB + suplimentară	3584			FB + suplimentară	7137
	NT	FB	2974		NT	FB	6581
		FB + suplimentară	3062			FB + suplimentară	7055

Tabelul 3 continuare

An	Sistem	Fertilizare	Producția kg/ha	An	Sistem	Fertilizare	Producția kg/ha
2010	SC	FB	5 247	2019	SC	FB	6 030
		FB + suplimentară	5 498			FB + suplimentară	6 587
	NT	FB	5 064		NT	FB	6 113
		FB + suplimentară	5 232			FB + suplimentară	6 591
2011	SC	FB	4 598	2020	SC	FB	5 822
		FB + suplimentară	4 588			FB + suplimentară	6 236
	NT	FB	4 602		NT	FB	5 734
		FB + suplimentară	4 824			FB + suplimentară	6 388
2012	SC	FB	4 807	2021	SC	FB	5 944
		FB + suplimentară	4 928			FB + suplimentară	6 451
	NT	FB	4 845		NT	FB	6 003
		FB + suplimentară	4 904			FB + suplimentară	6 566
2013	SC	FB	4 893	2022	SC	FB	4 527
		FB + suplimentară	5 076			FB + suplimentară	4 701
	NT	FB	4 714		NT	FB	4 387
		FB + suplimentară	4 876			FB + suplimentară	4 810
2014	SC	FB	6 971	2023	SC	FB	7 127
		FB + suplimentară	7 155			FB + suplimentară	7 368
	NT	FB	7 064		NT	FB	6 591
		FB + suplimentară	7 193			FB + suplimentară	7 160
2015	SC	FB	6 988	2024	SC	FB	6 309
		FB + suplimentară	7 246			FB + suplimentară	6 628
	NT	FB	7 027		NT	FB	6 527
		FB + suplimentară	7 341			FB + suplimentară	6 681

*FB- fertilizare de bază

Rezultate asemănătoare au fost obținute și în Polonia, cercetarile realizate de Małecką și colab. (2015) în perioada 2010-2013 au evidențiat reduceri de producție de 6,9% în sistemul NT comparativ cu SC, ca urmare a numărului mai redus de spice pe unitatea de suprafață (în primul și ultimul an experimental), prezenței resturilor vegetale și compactării solului. Arvidsson și colab. (2013) subliniază faptul că producțiile mai scăzute în tehnologia NT pot fi influențate de tipul solului și de creșterea numărului de agenți patogeni proveniți din reziduurile vegetale.

Concluzii

Perioada analizată în studiu s-a caracterizat printr-o distribuție inegală a precipitațiilor, cu perioade prelungite de secetă pedologică urmate de ploi torențiale. După 18 ani de experimentare, s-a observat o creștere ușoară, dar rezonabilă, a pH-ului solului, precum și un efect pozitiv asupra creșterii conținutului relativ de humus în stratul 0-20 cm, în varianta cu două fertilizări, în ambele sisteme de lucrare a solului. Dacă ne raportăm la valorile inițiale din 2006, de 0,162%, s-au

înregistrat scăderi reprezentative ale N_{total} , în primii 20 cm, în ambele sisteme de lucrare a solului, pe ambele nivele de fertilizare, creșterea fiind vizibilă în orizontul 20-40 cm. Conținutul de fosfor (P) a crescut în timp la ambele adâncimi, iar în ambele sisteme s-a observat, per ansamblu, o tendință de creștere a conținutului de potasiu (K), indiferent de varianta de fertilizare aplicată. La ambele adâncimi, valorile conținutului de potasiu au depășit 211 mg/kg. Datele de producție obținute ne permit să recomandăm cultivarea grâului de toamnă în sistemul NT în zona colinară a Câmpiei Transilvaniei

„Secretul unei exploatare raționale și moderne a pământului constă în a păstra și îmbunătăți permanent fertilitatea acestuia. Dacă vrem ca solul să ne ofere mai mult, cu atât trebuie să avem mai multă grijă de el, iar exploatarea acestuia trebuie să asigure recolte abundente fără a sărăci pământul.” (Ion Ionescu de la Brad).

Bibliografie

- Aguilera E., Guzmán G. I., González de Molina M., Soto D., Infante-Amate J. 2019. *From animals to machines. The impact of mechanization on the carbon footprint of traction in Spanish agriculture: 1900-2014*. J. Clean. Prod. 2019, 226, 1151.
- Arvidsson J., Westlin A., Sörensson F. 2013. *Working Depth in Non-inversion Tillage – Effects on Soil Physical Properties and Crop Yield in Swedish Field Experiments*. Soil Till. Res., 126: 259-266.
- Berca M. 2011. *Agrotehnică – transformarea modernă a agriculturii*. Editura Ceres, București.
- Bogdan Ileana, Guș P., Rusu T., Moraru Paula Ioana, Pop A. 2007. *Research concerning the weeding level of autumn wheat-potato-maize and soybean crop rotation, in Cluj county*. Bulletin UASVM Cluj-Napoca. Agriculture 63.
- Bran M., Dobre I., Ștefan M., Boboc D., Papuc C.M. 2008. *Long-term development of agriculture in micro-area „Dobrotfor-Pojorâta”*. Romanian Agricultural Research, no. 25, p. 97-105.
- Bulgariu D., Stan Oana Cristina, Rusu C., Bobric Elena Diana. 2023. *Poluarea cu produși de combustie a solurilor din municipiul Iași – Cartierul Centru. Partea a I-a: Distribuția și sursele de hidrocarburi aromatice polinucleare*. Vol. Simpozion FPPZT 2023, „Factori și procese pedogenetice din zona temperată”, ediția XXXII-a, Bacău, p.48-75. ISSN 15824616, Editura Universității „Al. I. Cuza” Iași.
- Burtan Lavinia, Țopa D., Jițăreanu G., Calistru Anca Elena, Răuș L., Cara Irina Gabriela, Sîrbu Carmen, Cioroianu T. 2020. *The influence of conservative tillage systems on physico-chemical properties and yield under a cambic chernozem from Northeastern part of Romania*. Romanian Agricultural Research, no. 37, p.141-149. Print ISSN 1222-4227, Online ISSN 2067-5720, <https://new.incdafundulea.ro/images/rar/nr37/rar3717.pdf>.
- Carter M. R. 1994. *Conservation Tillage in Temperate Agrosystems*. Lewis Publishers An Arbor London.
- Chețan C., 2015. *Cercetări privind combaterea buruienilor la cultura de soia cultivată în sistemul de agricultură convențională și conservativă*. Teză de doctorat, USAMV Cluj-Napoca.
- Chețan Felicia. 2020. *Tehnologia de cultivare a grâului de toamnă în sistem conservativ*. Ed. BioFluxCluj-Napoca, ISBN 978-606-8887-80-7. <http://www.editura.bioflux.com.ro/carti-2020/>.
- Chețan Felicia, Chețan C., Rusu T., Șimon Alina. 2015. *Influența sistemului de lucrare a solului și a fertilizării asupra formării nodozităților radiculare la soia*. În volum. Simpozionului național C.I.E.C „Îngrășăminte clasice și ecologice eficiente pentru folosire în agricultura ecologică” 15 septembrie 2014, Lucrări științifice pag.55-62, Ed. New Agris-Revistele Agricole SRL, 2015, București, România. ISBN-10 973-8115-47-7, ISBN-13 978-973-8115-47-7.

- Chețan Felicia, Chețan C., Alina Șimon, Valeria Deac, 2017. *The influence of the fertilization and tillage system in water conservation and production on soya culture at ARDS Turda*. An. I.N.C.D.A. Fundulea, vol. LXXXV, <https://www.incda-fundulea.ro/anale/85/85.13.pdf>.
- Cociu A. I., 2011. Soil properties, winter wheat yield, its components and economic efficiency when different tillage systems are applied. *Romanian Agricultural Research* 28: 121-130.
- Derpsch R., 2001. *Conservation tillage, no-tillage and related technologies*. World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, October 1-5: 161-170.
- Dong Z., Yang S., Li S., Fan P., Wu J., Liu Y., Wang X., Zhang J., Zhai C. 2024. *Agronomy*. 2024; 14(12):3075. <https://doi.org/10.3390/agronomy14123075>.
- Guș P., Rusu T. 2005. *Dezvoltarea durabilă a agriculturii*. ISBN 973-804-0, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
- Epplin F. M., Stock C. J., Kletke D. D., Peeper T. F. 2005. *Economies of Size for Conventional Tillage and No-till Wheat Production*. Annual Meeting, February 5-9, 2005, Little Rock, Arkansas 35615, Southern Agricultural Economics Association.
- Guzmán C., Autrique E., Mondal S., Huerta-Espino J., Singh R. P., Vargas M., Crossa J., Amaya A., Pena R. J. 2017. *Genetic improvement of grain quality traits for CIMMYT semi-dwarf spring bread wheat varieties developed during 1965–2015: 50 years of breeding*. *Field Crops Res.* 2017,210, 192–19.
- Holland, J. M. 2004. *The Environmental Consequences of Adopting Conservation Tillage in Europe: Reviewing the Evidence*. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 103: 1-25.
- Ibanez I., Clark J. S., Dietze M. C. 2008. *Evaluating the sources of potential migrant species: implications under climate change*. *Ecol. Appl.* 18, 1664–1678.
- Laj P., Bigi A., Rose C., Andrews E., Lund Myhre C., Collaud Coen M., Lin, Y., Wiedensohler A., Schulz M. și colab. 2020. *A global analysis of climate-relevant aerosol properties retrieved from the network of Global Atmosphere Watch (GAW) near-surface observatories*, *Atmos. Meas. Tech.*, 13, 4353–4392, <https://doi.org/10.5194/amt-13-4353-2020>.
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Święrzyńska D., Piechota T. 2015. *Winter Wheat Yield and Soil Properties Response to Long-term Non-inversion Tillage*. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 17. 1571-1584.
- Mărin Nicoleta, Calciu Irina Carmen, Partal Elena, 2025. *Soil Health Assessment under the Conditions of Practicing the Conservative Farming System*. *Romanian Agricultural Research*, no.42, 293-302. <https://new.incda-fundulea.ro/images/rar/nr42/rar42.25.pdf>.
- Miron Liliana, Stroe T. C. 2024. *Agrotehnică – lucrări practice, lucrările solului*. Ed. Sitech Craiova, ISBN: 978-606-11-8809-3.
- Moraru Paula Ioana, Rusu T., 2010. *Soil tillage conservation and its effect on soil organic matter, water management and carbon sequestration*. *JFAE*, 8 (3-4), 309-312.
- Petcu V., Ciornei L., Simion S.P., Grădilă M., Burtan S. L., Partal E. 2022. *Cover crops from winter wheat, triticale and peas cultivated in pure stands and mixtures – soil and weed suppression benefits*. *Romanian Agricultural Research*, 23: 337-343.
- Shah T., Khan A.A., Ali Aljerib Y.M., Tariq M., Li D., Geng M., Gao Y., Zhu Q. 2025 *Enhancement of Fertilizer Efficiency Through Chinese Milk Vetch and Rice Straw Incorporation*. *Plants*. 2025; 14(2):246. <https://doi.org/10.3390/plants14020246>.
- Stănilă S., Roș V., Mihaiu I., Ranta O. 2003. *Tehnici și tehnologii de mecanizare a lucrărilor în sistem de conservare a solului*. ISBN973-8397-03-0, Ed. Alma Mater, Cluj-Napoca.
- Șimon Alina, 2024. *Tendențe climatice la Turda*. *Revista Agricultură Transilvană, Buletin Informativ nr.41*, 9-16. Ed. SC Ela Design SRL Turda. ISSN 1454-7287.

Woźniak A, Rachoń L. 2020. *Effect of Tillage Systems on the Yield and Quality of Winter Wheat Grain and Soil Properties*. Agriculture. 2020; 10(9):405. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090405>.

Țințișan I., 2009. *Evolution of cambic chernozem fertility from Fundulea, in long-term experiments with fertilizers*. Anale INCDA Fundulea, vol. , vol. LXXVII, p.77-86. Agrotehnica culturilor. <https://www.incda-fundulea.ro/anale/77/77.9.pdf>.

www.selfdiscovery.ro

<https://agrobiznes.md/ingrasamintele-verzi-top-5-specii-de-plante-ce-combat-daunatori-si-boli-din-sol.html>

wikipedia.org/wiki/No-till_farming;

wikipedia.org/wiki/Soil_erosion.

<https://g4food.ro/ce-este-agricultura-no-till-adica-fara-a-ara-sau-sapa-terenul-care-sunt-avantajele-acestei-noi-tehnologii-si-cum-trebuie-procedat/>

<https://ospacluj.ro>

https://icpa.ro/site_vechi/documente/coduri/Planuri_de_fertilizare.pdf