

INFLUENȚA SISTEMULUI DE LUCRARE A SOLULUI ASUPRA CONSERVĂRII APEI ÎN SOL ȘI A PRODUCȚIEI DE PORUMB LA SCDA TURDA

**THE INFLUENCE OF THE TILLAGE SYSTEM ON WATER CONSERVATION
AND YIELD AT MAIZE ON ARDS TURDA**

Felicia Chețan¹

Abstract

The experiment was designed and carried out at Agricultural Research and Development Station (ARDS) Turda and includes four cultivation variants, a conventional system (with plow) in parallel with three unconventional systems (minimum - chisel, minimum - disk and no tillage - direct sowing), in a three-year crop rotation: winter wheat - maize - soybeans, with two levels of fertilization. In unconventional systems, water accumulates in the soil harder, but it is lost more slowly than in the conventional system in which water accumulates more easily but it is lost faster, according to the data recorded by HOBO-MAN station which was incorporated into the soil. The soil temperature is lower especially in no tillage and minimum tillage-disk variants. Compared to the CS (control) variant in which an average yield of 8134 kg/ha was achieved, a close result (8007 kg/ha) was obtained in the soil processing variant with the boot (MC) and superior to the MD (6741 kg/ha) and NT (5440 kg/ha) systems, they have a very significant negative influence in the formation of the crop, the difference from the CS being between 1394 and 2695 kg/ha. The experimental results also showed that, in this soil area conditions under the soil conditions, the minimum system (chisel variant) can be considered as an alternative to the conventional system, the yield difference (127 kg/ha) between the two systems is insignificant. From the obtained data it is outlined that, in the research area where the soil has high clay content (over 40%), maize is pretentious to the depth of soil processing, the yield data confirming this fact. It should be noted that lower fertilizer doses were used in this experiment ($N_{56}P_{56}K_{56} + N_{40}CaO_{10}$), in accordance with the rules of the European Commission's Green deal Project (20% reduction of chemical fertilizers).

Cuvinte cheie: fertilizare, porumb, producție, rezerva de apă, sistem de lucrare.

Keywords: fertilization, maize, yield, water reserve, tillage system.

¹SCDA Turda. E-mail: felice_fely@yahoo.com

INTRODUCERE

Porumbul este o importantă cultură agricolă, atât la nivelul României, cât și la nivel global, ceea ce reiese din suprafețele extinse pe care se cultivă și locul ocupat în structura culturilor agricole.

Întrebunțările porumbului sunt foarte variate: în hrana animalelor sub formă de boabe sau siloz, este constituentul de bază în alimentația populației din țările slab dezvoltate, reprezintă o sursă importantă de amidon, în obținerea bioetanolului și a biogazului etc. (Dupont și colab., 1990; Alvi și colab., 2003; Ranum și colab., 2014; Haș și colab., 2019; Huma și colab., 2019).

Organizația Food and Agriculture Organization (FAO) a Națiunilor Unite recunoaște posibilele potențialități pe care piața în creștere a biocombustibililor le oferă fermierilor cu suprafețe mici de teren și a propus finanțare fermierilor din țările sărace dându-le posibilitatea producerii de biocombustibil local. De asemenea, aceeași organizație a atras atenția că această creștere a producției de biocombustibili poate avea însă impact periclitant asupra disponibilității alimentelor, prin extinderea defrișărilor și transformarea pășunilor. Există și alte surse care au condus la reducerea suprafețelor agricole, printre care urbanizarea, dezvoltarea infrastructurii, turismul după cum se specifică în raportul Biomass Research Report (2013), Wageningen, Olanda (<https://maize.org/why-maize>). La nivel global există un deziderat privind cerealele, iar pământul este solicitat excesiv și sărăcit în nutrienți, devenind în timp oligotrofic. De asemenea, se devansează procesul de eroziune, cu repercusiuni pe termen lung și care sunt ireversibile (Brown, 1984; Rusu și colab., 2005).

Conform Comisiei UE “aproximativ 1 miliard de tone de sol se pierd anual prin eroziune, provocând pierderi ale producției agricole a UE estimate la 1,25 miliarde euro/an. Solurile suferă, de asemenea, din cauza degradării materiei organice, a poluării, a pierderii biodiversității, a salinizării și a impermeabilizării ca urmare a utilizării și gestionării nesustenabile a terenurilor, a supraexploatării și a emisiilor de poluanți” (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ro/qanda_21_5917).

Organizația pentru Agricultură și Alimentație, în campania „*Oprîți eroziunea solului, salvați-ne viitorul*” din anul 2019, supune atenției legătura strânsă care există între sănătatea umană și sănătatea solului, accentuând necesitatea implicării unui număr cât mai mare de persoane din întreaga lume în menținerea sănătoasă a eco-sistemelor, subliniind faptul că „solul este o resursă finită” (<https://eagronom.com/ro/blog/ziua-mondială-a-solului-iată-câteva-informații-mai- puțin-cunoscute-despre-sol>).

La porumb, primele experiențe din țara noastră în sistem minim s-au realizat la Fundulea în 1962 după care s-au extins cercetările privind sistemele neconvenționale și la alte stațiuni de cercetare din țară, primele rezultate fiind publicate în 1966 (Guș și colab., 2003). Pintilie și colab. (1976) arată că, în condițiile unui cernoziom levigat de la Fundulea și brun-roșcat de la Șimnic-Dolj, crește gradul de îmburuienare, deși s-a efectuat erbicidarea, și se reduce cu până la 75% producția la porumbul cultivat în sistem fără arătură. Griffith și colab. (1982) constată că sistemul clasic de lucrare a solului determină un profit cu 10% mai mare decât sistemul minim pe un sol slab drenat, iar pe un sol bine drenat profitul crește cu 8% la lucrări minime, lucrările solului influențând și

raportul aero-hidric al solului. Din cercetările efectuate la INCDA Fundulea, privind sistemele neconvenționale de lucrare a solului, reiese o mai bună acumulare și păstrare a apei pe orizontul 0-20 cm în solul prelucrat, cu o diferență de 150 m³ apă/ha față de rezerva de apă din solul neprelucrat.

Literatura de specialitate specifică faptul că, sistemele noi de lucrare a solului depind de condițiile pedo-climatic locale, iar la alegerea variantei de cultivare să se țină cont de umiditatea solului, expoziția terenului, macro și microclima, conținutul în humus etc.

Creșterea temperaturii medii anuale, cât și distribuția neuniformă a precipitațiilor, conduce inevitabil spre abordarea unor variante neconvenționale de lucrare a solului care să faciliteze acumularea și păstrarea apei în sol (Pintilie și colab., 1979; Nagy și Ignea, 2007; Cociu, 2011; Rusu și colab., 2014; Șimon și colab., 2015; Popa și colab., 2019; Chețan, 2020; Chețan și colab., 2021). În Câmpia Transilvaniei predomină zonele colinare în care sunt întâlnite frecvent fenomenele de eroziune a solului prin levigare (Cacovean și colab., 2010; Rusu și colab., 2019). Semănatul direct în resturile vegetale ale culturii premergătoare și rotația corespunzătoare a culturilor pot atenua acest fenomen, contribuind și la menținerea fertilității solului (Chețan, 2019, 2021; Chețan și colab., 2020; Chețan și Chețan, 2021).

În această lucrare prezentăm impactul lucrărilor solului și a unor sisteme de fertilizare asupra rezervei de apă a solului și a producției de porumb, în condițiile pedoclimatic din zona colinară a Transilvaniei.

MATERIAL ȘI METODE

În baza planului de experimentare, stabilit și realizat la SCDA Turda, s-a înființat un câmp experimental cu diferite sisteme de lucrări ale solului, într-un asolament cu rotație de trei ani: grâu - porumb - soia (tabelul 1). Experiența a fost amplasată pe un sol de tip cernoziom argilo-iluvial (SRTS, 2012) cu pH neutru, conținut mediu în humus și azot total, bună aprovizionare cu fosfor și potasiu, conținut de argilă peste 41% (OSPA Cluj, valori determinate pe 0-30 cm adâncime).

Experiența realizată este de tip polifactorial, în două repetiții, organizată după metoda parcelelor subdivizate. Suprafața unei parcele experimentale este de 48 m². Materialul biologic utilizat în experiment este reprezentat de hibridul de porumb semitimpuriu Turda 344 (creație SCDA Turda).

Tabelul 1

Factorii experimentali și graduările acestora
(The experimental factors and their graduations)

Factorii experimentali							
A - an		B - sistem de lucrare a solului				C - nivel fertilizare	
a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	c ₁	c ₂
2020	2021	clasic, plug (SC)	minim, cizel (MC)	minim, disc (MD)	semănat direct (NT)	N ₅₆ P ₅₆ K ₅₆	N ₅₆ P ₅₆ K ₅₆ + N ₄₀ CaO ₁₀

Exceptând varianta NT (semănat direct), prelucrarea terenului s-a realizat din toamnă în toate sistemele de lucrare a solului: arătura cu plugul cu cormană la 30 cm adâncime (SC), scarificarea cu cizelul pe aceeași adâncime (MC) și la 12 cm prelucrarea cu discul greu (MD). În aceste sisteme, în primăvară, pregătirea patului germinativ s-a efectuat printr-o singură trecere cu grapa rotativă.

Semănatul s-a realizat la desimea de 65.000 plante/ha, sămânța de porumb a fost tratată în prealabil cu fungicid pe bază de 25 g/l fludioxonil 9,7 g/l metalaxil-M (mefenoxam). Dozele de fertilizanți au fost moderate: concomitent cu semănatul $N_{56}P_{56}K_{56}$ s.a/ha + $N_{40}CaO_{10}$ s.a/ha în fenofaza de 6-7 frunze a porumbului.

Combaterea buruienilor s-a realizat în două etape: erbicidarea preemergență, imediat după semănat înainte de răsărirea culturii, cu 0,4 l/ha produs pe bază de isoxaflutol 240 g/l și ciprosulfamida (safener) 240 g/l + 1,4 l/ha pe bază de dimetenamid-P (optic activ) 720 g/l și erbicidarea în postemergență cu 1,0 l/ha produs pe bază de fluroxypir 250 g/l, pentru combaterea buruienilor dicotile + 1,5 l/ha pe bază de 40 g/l nicosulfuron, pentru combaterea buruienilor monocotile.

Cu ajutorul microstațiilor HOBOMAN s-a realizat monitorizarea termică și hidrică a solului (pentru perioada iulie - august). S-au utilizat senzori de temperatură HOBOSmart Temp (S-TMB-M002) și senzori de umiditate EC-5 (S-SMC-M005) conectați la fiecare stație HOBOMeteo Micro H21-002. După demontarea stațiilor, datele înmagazinate au fost transferate pe notebook (prin internet la baza de date HOBOM).

Fiecare microstație a înmagazinat electronic datele de temperatură și umiditate a solului pe adâncimea de 15 cm.

Datele experimentale au fost prelucrate prin analiza varianței (PoliFact, 2015) și stabilirea diferențelor limită. Condițiile climatice din anii de cercetare 2020 și 2021, sunt prezentate în tabelul 2 (Stația meteorologică Turda: longitudine 23°47', latitudine 46°35', altitudine 427 m).

Tabelul 2

Regimul termic și pluviometric la SCDA Turda, 2020, 2021
(The thermal and pluviometric regime at ARDS Turda, 2020, 2021)

Luna	Temperatura - media lunară (°C)/Precipitații - suma lunară (mm)		
	2020	2021	65 ani
I	-2,8/10,4	-0,6/27,0	-3,3/21,7
II	2,6/37,4	1,4/16,4	-0,6/19,2
III	6,1/34,0	3,3/27,3	4,4/24,2
IV	10,3/17,8	7,8/38,4	10,0/45,6
V	13,7/44,4	14,1/80,8	15,0/69,4
VI	19,1/166,6	19,8/45,0	18,0/84,6
VII	20,2/86,8	22,7/123,1	19,8/78,0
VIII	21,5/58,0	19,7/52,9	19,5/56,1
IX	17,8/57,4	15,0/39,1	15,2/42,4
X	12,0/53,6	9,7/11,6	9,8/35,4
XI	3,2/17,1	4,4/20,5	4,0/28,2
XII	2,7/22,5	0,9/47,9	-1,3/27,6
media (°C)/suma (mm)	10,5/606,0	9,9/530,0	9,2/532,5

REZULTATE ȘI DISCUȚII

La nivelul SCDA Turda, comparativ cu media multianuală lunară, se pot observa temperaturile destul de reduse înregistrate în perioada semănatului și răsării culturii, aprilie 2021 și mai 2020. Începând cu luna iunie temperaturile au avut tendințe crescătoare în ambii ani experimentali, depășind media multianuală lunară, după cum reiese din datele prezentate în tabelul 2.

După Ion (2010) “creșterea porumbului se desfășoară în condiții bune atunci când temperaturile medii nu scad sub 13°C în mai și sub 18°C în lunile iulie și august”. Se constată de asemenea o distribuție neuniformă a precipitațiilor cu abateri mai mult sau mai puțin semnificative de la suma lunară multianuală pe 65 ani. Literatura de specialitate menționează ca fiind optimă pentru cultura porumbului, următoarea repartizare a precipitațiilor/luni: mai 60-80 mm; iunie, iulie 100-120 mm; august 20-60 mm, iar pentru luna septembrie sub 80 mm, pentru a nu se prelungi perioada de coacere. În cazul de față, comparativ cu aceste valori estimative, precipitații mai reduse s-au înregistrat în anul 2020 în mai (44,4 mm) și iulie (86,8 mm), iar în anul doi de experimentare în iunie (45,0 mm). Schussler și colab. (2002) afirmă că dacă seceta se instalează în perioada iulie-august când porumbul se află în fenofazele de: înflorit, fecundare, formare și umplere a boabelor, are repercusiuni negative asupra culturii, diminuând producția.

În urma măsurătorilor stațiilor (iulie - august 2020, 2021), s-a constatat că există diferențe privind temperatura solului, în funcție de sistemul de lucrare, după cum se poate observa din figura 1. Temperatura medie înregistrată pe adâncimea de 15 cm prezintă valori de 22,9°C în SC (23,05°C în anul 2020; 22,71 în anul 2021), 22,2°C în MC (22,37°C în 2020; 22,08°C în 2021), o temperatură de 22,3°C în MD (22,40°C în 2020; 22,25°C în 2021) și 21,6°C în varianta NT (21,83°C în 2020; 21,35°C în 2021). Din datele prezentate în figura 1 putem deduce că în anul 2020, temperaturile medii înregistrate în sol au fost ușor superioare celor din anul 2021 în toate variantele de lucrare a solului.

Solul aerat superficial, prin lucrările solului este afănat și se încălzește mai ușor. Din datele înregistrate se pare că temperatura solului scade o dată cu reducerea adâncimii de prelucrare a solului. Prin urmare, se poate afirma că prin lucrările solului putem influența într-o oarecare măsură regimul termic al stratului superficial al solului.

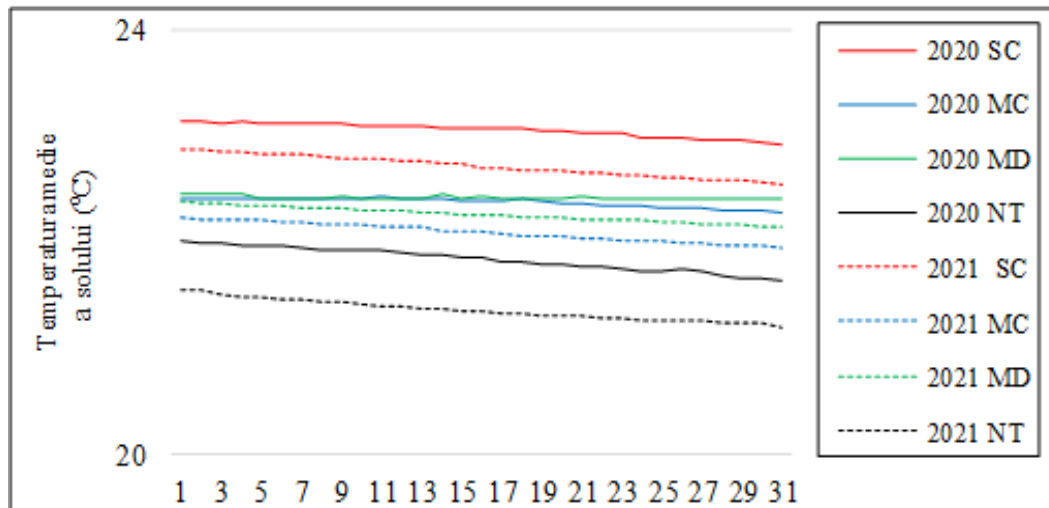


Figura 1 – Temperatura medie la 15 cm adâncime în sol, iulie - august 2020, 2021
(The average temperature at 15 cm depth in the soil, July - August 2020, 2021)

Prelucrarea solului cu plugul (SC) și cizelul (MC) au condus nu doar la creșterea temperaturii solului, dar și la o mai bună acumulare a apei provenite din precipitații, după cum reiese din figura 2. Rezerva de apă a solului a avut valori mai mari în anul 2020 în SC și MC, în special în luna iulie care a urmat după o lună foarte ploioasă (iunie cu 166,6 mm), iar spre finele lunii august pe măsură ce plantele au avansat în vegetație și în condițiile unui regim hidric deficitar, umiditatea solului a început să scadă destul de mult, trend care s-a menținut și în anul 2021.

Comparativ cu aceste două sisteme, în variantele MD și NT acumularea apei s-a realizat mai greu dar în schimb, s-a pierdut mult mai lent. Cele mai reduse valori ale umidității solului s-au înregistrat în varianta MD în luna iulie 2021 ($0,2127 \text{ m}^3$) și august 2020 ($0,2124 \text{ m}^3$), iar la polul opus s-a situat sistemul clasic cu arătură, sistem în care s-a înregistrat valoarea de $0,2291 \text{ m}^3$ în anul 2020 și de $0,2284 \text{ m}^3$ în anul 2021. Între aceste variabile se află valorile din sistemul MC și NT.

Lupu (2009), din studiile realizate de la SCDA Secuieni pe o perioadă de patru ani, afirmă că valori superioare ale rezervei de apă din sol s-au regăsit în varianta cu arătură ($2345 \text{ m}^3/\text{ha}$) comparativ cu varianta disc ($2215 \text{ m}^3/\text{ha}$), umiditatea solului crescând o dată cu adâncimea de prelucrare.

Rusu și colab. (2019) afirmă că, variantele de lucrare modifică semnificativ regimul aero-hidric al solului, iar amplitudinile de temperatură și umiditate sunt mai reduse în variantele neconvenționale. Putem spune că și rezultatele noastre sunt în accepțiunea acestor afirmații.

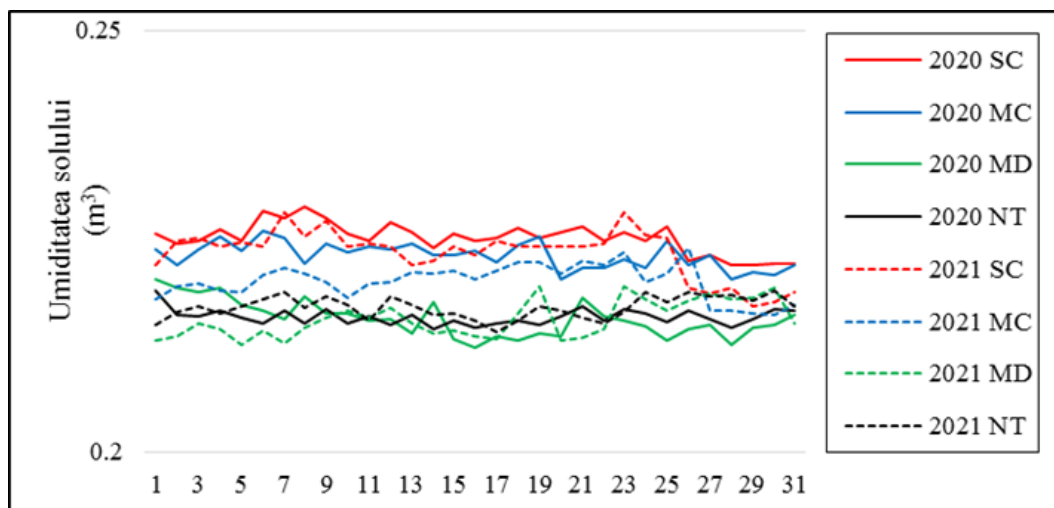


Figura 2 – Umiditatea medie la 15 cm adâncime în sol, iulie - august 2020, 2021
(The moisture average at 15 cm depth in the soil, July - August 2020, 2021)

De asemenea, sunt și alte studii care menționează influența majoră a temperaturii asupra unor procese biologice cum ar fi germinația semințelor (Helms și colab., 1997), creșterea rădăcinilor, dezvoltarea culturii, asimilarea nutrienților, activitatea microorganismelor care se intensifică la temperatura solului peste 10°C, iar procesul de nitrificare se desfășoară în condiții optime la 25-32°C. La începutul primăverii, sistemul radicular este slab dezvoltat și nutrienții din materia organică a solului nu sunt disponibili pentru plante, temperaturile scăzute ale solului inhibă activitatea microorganismelor și reduc eliberarea de substanțe nutritive destinate rădăcinilor.

Perioadele reci, care survin până în stadiul de șase frunze, pot cauza deficiențe temporare de fosfați și decolorări violet ale plantelor de porumb, fără efecte majore asupra producției (www.scrigroup.com). Comparativ cu sistemul clasic, în sistemele neconvenționale încălzirea solului în primăvară este puțin întârziată, dar fără a avea efecte negative asupra culturii de porumb. Pentru a reduce într-o oarecare măsură efectul schimbărilor climatice, amelioratorii din zonele cu resurse termice limitate cum este și cazul Podișului Transilvaniei, și-au îndreptat atenția înspre obținerea unor hibrizi de porumb cu o perioadă de vegetație mai lungă (din grupa FAO 300-400), mai rezistenți la fluctuațiile temperaturilor din primăvară, la secetă și la arșiță (Haș și colab., 2019).

Bîlteanu (1998) citând-ul pe Safta, menționează că pentru cultura porumbului este necesar un volum total de precipitații anuale peste 500 mm, precipitațiile căzute în primele opt luni ale anului să depășească 350 mm sau peste 250 mm precipitații în perioada mai - august. Alternanța temperaturilor scăzute cu precipitații abundente până la fenofaza înfloritului și apariția stigmatelor din perioada mai - iunie, urmate de temperaturi ridicate și secetă în perioada de polenizare și umplere a bobului (iulie), influențează negativ recolta de porumb, după cum reiese și din cercetările realizate de către Haș (2001).

În aceeași idee, se poate observa din datele prezentate în tabelul 3, influența condițiilor climatice asupra recoltelor de porumb, anul 2020 fiind mai favorabil culturii de porumb, diferența față de martor fiind semnificativ pozitivă. Se pare că producțiile mai mici obținute în anul 2021 pot fi puse pe seama temperaturilor scăzute din luna aprilie (7,8°C) și ridicate din iulie (22,7°C). Dacă se face un calcul privind suma precipitațiilor căzute în perioada mai - august, se constată că în anul 2020 acestea au însumat aproximativ 350 mm comparativ cu anul 2021 când în aceeași perioadă monitorizată s-au înregistrat doar 303 mm.

Tabelul 3

Influența condițiilor climatice asupra producției de porumb, 2020-2021
(The influence of the climatic conditions on maize yield, during 2020-2021)

Factorul	Producția medie (kg/ha)	Diferența
a ₀ media	7080	0 ^{Ct}
a ₁ 2020	7265	185*
a ₂ 2021	6894	-186 ^o
<i>DL (p 5%) = 80; DL (p 1%) = 402; DL (p 0,1%) = 1019.</i>		

Comparativ cu varianta SC (control) în care s-a realizat o producție medie de 8134 kg/ha, un rezultat apropiat (8007 kg/ha) s-a obținut în varianta de prelucrare a solului cu cizelul (MC), iar în sistemele MD și NT producțiile au înregistrat diferențe foarte semnificativ negative (tabel 4).

Din datele obținute se conturează faptul că, în zona de cercetare unde solul are un conținut ridicat în argilă (peste 40%), porumbul este pretențios față de adâncimea de prelucrare a solului, datele de producție confirmând acest fapt. Rezultate asemănătoare a obținut și Lupu (2009) în perioada 2005 - 2008, menționând că, în condițiile pedo-climatice de la SCDA Secuieni producțiile depind de varianta și adâncimea de prelucrare a solului: arat la 40 cm adâncime 8268 kg/ha, arat la 30 cm adâncime 8212 kg/ha, arat la 20 cm adâncime 8025 kg/ha, cizel la 20 cm adâncime 7269 kg/ha și 6113 kg/ha în varianta în care solul a fost prelucrat cu discul pe 12-15 cm adâncime.

Tabelul 4

Influența sistemului de lucrare a solului asupra producției la porumb, în perioada 2020-2021
(The influence of the tillage system on maize yield, during 2020-2021)

Factorul sistem (B)	Producția medie (kg/ha)	Diferența
b ₁ SC	8134	0 ^{Ct}
b ₂ MC	8007	-127 ^{ns}
b ₃ MD	6741	-1394 ^{ooo}
b ₄ NT	5440	-2695 ^{ooo}
<i>DL (p 5%) = 284; DL (p 1%) = 430; DL (p 0,1%) = 691.</i>		

Comparativ cu varianta control (6917 kg/ha) la care s-a realizat doar fertilizarea de bază cu $N_{56}P_{56}K_{56}$, efectul benefic al fertilizării suplimentare cu $N_{40}CaO_{10}$, se regăsește într-o mai bună dezvoltare a plantelor și asupra creșterii producției. Diferența de producție (327 kg/ha) este în favoarea variantei cu două fertilizări și prezintă asigurare statistică foarte semnificativ pozitivă, după cum se poate observa în tabelul 5.

Tabelul 5

Influența fertilizării asupra producției de porumb, în perioada 2020-2021
(The influence of the fertilization on maize yield, during 2020-2021)

Factorul fertilizare (C)	Producția medie (kg/ha)	Diferența
$c_1 N_{56}P_{56}K_{56}$	6917	0 ^{Ct}
$c_2 N_{56}P_{56}K_{56} + N_{40}CaO_{10}$	7244	327 ^{***}
<i>DL (p 5%) = 139; DL (p 1%) = 202; DL (p 0,1%) = 304.</i>		

CONCLUZII

Rezultatele obținute în perioada 2020-2021 sugerează faptul că hibridul inclus în experiment realizează producții în jur de 8000 kg/ha chiar și la aplicarea unor doze moderate de fertilizanți, doze care sunt în concordanță cu normele proiectului Green Deal al Comisiei Europene. Fertilizarea suplimentară aduce un spor de producție de aproximativ 300 kg/ha.

În condițiile pedo-climatice din zona de experimentare, sistemul minim - varianta cizel se poate lua în calcul ca și alternativă la sistemul cu arătură, diferența de producție dintre cele două sisteme este nesemnificativă (127 kg/ha).

Variantele de prelucrare a solului discuit și semănat direct, nu pot fi considerate alternative viabile comparativ cu sistemul clasic pentru cultura porumbului, cel puțin în arealul în care a fost efectuată experiența și în variantele de fertilizare analizate.

Temperatura solului prezintă valori mai ridicate în variantele de prelucrare cu plugul și cizelul, tot aici și acumularea apei se realizează mai ușor.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- ALVI, M.B., RAFIQUE, M., TARIQ, M.S., HUSSAIN, A., MAHMOOD, T., SARWAR, M., 2003 – *Hybrid vigour of some quantitative characters in maize (Zea mays L)*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6: 139-141.
- BROWN, L.R., 1984 – *A crisis of many dimensions: Putting food on the world's table, environment*. Science and Policy for Sustainable Development, 26(4): 14-43.
- BÎTLEANU, Gh., 1998 – *Fitotehnie, vol I – Cereale și leguminoase pentru boabe*. Ediția a doua, Ed. Ceres, București.
- CACOVEAN, H., RUSU, T., WEINDORF, D., HAGGARD, B., WHITAKER, S., 2010 – *Cercetări asupra evoluției temperaturii solurilor din Câmpia Transilvaniei*. Aerul și Apa, Componente ale Mediului, Cluj-Napoca (2010): 474-480.

- CHEȚAN, F., 2019 – *The influence of the tillage system and the crop rotation on the soil availability in the main nutrients and the yields obtained in Turda area*. Scientific Papers, Series A - Agronomy, LXII(1): 19-23.
- CHEȚAN, F., 2020 – *Tehnologia de cultivare a grâului de toamnă în sistem conservativ*. Ed. Bioflux, Cluj-Napoca, ISBN 978-606-8887-80-7.
- CHEȚAN, F., SUCIU, L., CHEȚAN, C., TĂRĂU, A., CRIȘAN, I., MUREȘANU, F., 2020 – *Soil protection study through the application of complex methods for sustainable management of the soybean agro-system*. Romanian Journal for Plant Protection, XIII: 60-67. ISSN 2248-129X; ISSN-L 2248-129X
- CHEȚAN, F., 2021 – *Agroterasele și agricultura neconvențională la SCDA Turda*. În: Ghidul celei de-a XXX-a ediții a simpozionului „Factori și procese pedogenetice din zona temperată”, Diferențieri teritoriale ale învelișului pedologic din Regiunea Nord-Est a României, Ed. Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași, Partea a V-a: 181-194. <http://www.editura.uaic.ro>
- CHEȚAN, F., CHEȚAN, C., MUREȘANU, F., SUCIU, L., CRIȘAN, I., 2021 – *Research regarding the efficiency of soybean cultivation in different tillage systems and their influence on soil compaction, accumulation and water storage*. Romanian Journal for Plant Protection, XIV: 1-8.
- CHEȚAN, F., CHEȚAN, C., 2021 – *Improvement of the water management by applying the no tillage system for the winter wheat production*. Bulletin USAMV Cluj, 78(1): 22-27.
- COCIU, I.A., 2011 – *Contribuții la fundamentarea, realizarea și dezvoltarea de tehnologii durabile și economic viabile bazate pe agricultura conservativă*. An. INCDA Fundulea, LXXIX: 121-129.
- DUPONT, J., WHITE, P., CARPENTER, M., SCHAEFER, E., MEYDANI, S., NELSON, C.E., WOODS, M., GORBACH, S.L., 1990 – *Food uses and health effects of corn oil*. Journal of the American College of Nutrition, 9: 438-470.
- GRIFFITH, D.R., MANNERING, J.V., MENGEL, D.B., PARSONS, S.D., BAUMAN, T.T., SCOTT, D.H., EDWARDS, C.R., TURPIN, F.T., DOSTER, D.H., 1982 – *A guide to no-till planting after corn or soybean*. Cooperative extension service publication ID-154. Perdue University W. Lafayette, Indiana.
- GUȘ, P., RUSU, T., BOGDAN, I., 2003 – *Sisteme convenționale și neconvenționale de lucrare a solului*. Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
- HAȘ, I., 2001 – *Priorități în ameliorarea hibrizilor de porumb timpurii*. Probleme de genetică teoretică aplicată, XXXIII(1-2): 1-25.
- HAȘ, V., COPÂNDEAN, A., VARGA, A., VANA, C., CĂLUGĂR, R., MUREȘANU, F., 2019 – *Progrese în ameliorarea porumbului la SCDA Turda - crearea hibrizilor semitimpurii, performanți*. Acta Agricola Romanica, Cultura plantelor de câmp. Tom 1, nr. 1, București.
- HELMS, T.C., DECKARD, E.L., GREGOIRE, P.A., 1997 – *Corn, sunflower, and soybean emergence influenced by soil temperature and soil water content*. Agronom. J., 89: 59-63.
- HUMA, B., HUSSAIN, M., NING, C., YUESUO, Y., 2019 – *Human benefits from maize*. Sch. J. Appl. Sci. Res., 2(2): 4-7.
- ION, V., 2010 – *Fitotehnie. Cereale și leguminoase pentru boabe*. Ed. “Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
- LUPU, C., 2009 – *Influența lucrărilor de bază ale solului asupra producției la porumb și a unor însușiri ale solului în condițiile de la SCDA Secuieni*. An. INCDA Fundulea, LXXVII: 95-104.
- NAGY, C., IGNEA, M., 2007 – *Combaterea burienilor cu ierbicide la porumb în sistemul de agricultură conservativ*. Compactarea solurilor, procese și consecințe, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca: 237-242.
- PINTILIE, C., SIN, G., NICOLAE, H., SANDU, F., 1976 – *Experimental results on the effect of rotary cultivation on the physical properties of the soil and yield of irrigated maize at Fundulea*. An. ICCPT Fundulea, XLI: 155-159.
- PINTILIE, C., SIN, Gh., ARFIRE, A., NICOLAE, H., BONDAREV, I., IONESCU, F., TIMIRGAZIU, E., LEȘ, M., 1979 – *Lucrările minime ale solului și perspectiva lor în România*. Probleme de Agrofitotehnie Teoretică și Aplicată, vol. I, nr. 2, București.
- POPA, A., RUSU, T., ȘIMON, A., BĂRDAȘ, M., CHEȚAN, F., OLTEAN, V., 2019 – *The influence of tillage systems and foliar fertilization on assimilation and yield in maize crop in the Transylvanian field*. ProEnvironment, 12: 106-111.
- RANUM, P., PEÑA-ROSAS, J.P., GARCIA-CASAL, M.N., 2014 – *Global maize production, utilization, and consumption*. Ann. N.Y. Acad. Sci., 1312: 105-112.
- RUSU, T., IMRE, A., BODIȘ, A., 2005 – *Metode și tehnici de producție în agricultura ecologică*. Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.

- RUSU, T., PAULA, I., MORARU, C., COSTE, L., CACOVEAN, H., CHEȚAN, F., CHEȚAN, C., 2014 – *Impact of climate change on climatic indicators in Transylvanian Plain, Romania*. Journal of Food, Agriculture and Environment, 12(1): 469-473.
- RUSU, T., BOGDAN, I., CHEȚAN, F., SZAJDAK, L.W., IOANA, P., MORARU POP, A.I., ȘIMON, A., DEAC, V., 2019 – *Influence of soil tillage system on soil moisture and temperature, maize and soybean production*. ProEnvironment, 12: 41-46.
- SCHUSSLER, J.R., EDMEADES, G.O., CAMPOS, H., WINK, B., IBAÑEZ, M., 2002 – *Use of synchronous pollination to investigate kernel set in drought-stressed maize*. Abstracts of the CSSA. CDROM, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- ȘIMON, A., ȘOPTERAN, L., VĂLEAN, A.M., CHEȚAN, F., CHEȚAN, C., IGNEA, M., MUREȘANU, F., 2015 – *Influence of technological and biotic factors on some elements the maize production grown in the classical system and with minimum tillage at ARDS Turda*. Pro Environment, 8(22): 142-149.
- *** Biofuel expansion and land use change, Biomass Research Report, Wageningen, July 2013.
- *** European Commission's Green deal Project.
- *** <https://eagronom.com/ro>.
- *** https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ro/qanda_21_5917.
- *** <https://maize.org/why-maize>.
- *** Oficiul pentru Studii Pedologice și Agrochimice (OSPA) Cluj.
- *** Organizația Food and Agriculture Organization (FAO).
- *** Polifact, 2015. ANOVA Program.
- *** Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS), 2012.
- *** Stația meteorologică Turda.
- *** www.scrigroup.com.