

UTILIZAREA ȘI STOCAREA CARBONULUI PRIN TEHNOLOGII AGRICOLE SUSTENABILE

Masterand:

URSACHI Cătălin

Coordonator:

**DUBIȚ Daniela,
Conferențiar universitar, doctor**

Chișinău, 2026

REZUMAT

Tema: Utilizarea și stocarea carbonului prin tehnologii agricole sustenabile.

Scopul lucrării: a constatat în cercetare, studierea și analiza tehnologiilor agricole privind utilizarea și stocarea carbonului în sol.

Volumul total al lucrării: 72 pagini, 4 capitole, concluzii și anexe. Lista bibliografică cuprinde 52 surse publicate în țară și peste hotare.

Cuvinte cheie: carbon sechestrat, culturi de acoperire, culturi de câmp, materie organică.

Cercetările efectuate au evidențiat următoarele:

- Recoltele cele mai înalte și mai stabile au fost obținute pe solurile cu materie organică de peste 3,4% și un raport C:N echilibrat (11-12 unități), în zona de nord și centru, în zona de sud-vest pe câmpurile cu materie organică sub 3,1% și raport C:N dezechilibrat (până la 19,4), au realizat cele mai scăzute recolte;
- Tehnologia care a contribuit la sechestrarea carbonului și majorarea materiei organice a fost no-till, cu valori pozitive de 0,2-0,8 t CO₂/ha/an și o acumulare a humusului de 0,1- 0,5%;
- Calculele și analiza datelor au demonstrat că partea epigeică a culturilor de câmp studiate a contribuit cel mai mult la sechestrarea carbonului porumbul, cu valori de până la 40-50 kg CO₂/ha/zi datorită fotosintezei de tip C₄ și masei vegetale mari. Floarea-soarelui a prezentat cele mai reduse rate de absorbție, iar eficiența generală a culturilor privind sechestrarea carbonului a scăzut de la Nord spre Sud-Estul Republicii Moldova;
- Conform literaturii de specialitate culturile de acoperire înregistrează o capacitatea bună de sechestrare a carbonului și în aportul de nutrienți, iar lucerna este cea mai valoroasă cultură, având cel mai mare aport de azot (100-200 kg/ha) și unul dintre cele mai înalte niveluri de sechestrare a carbonului (800-2000 kg CO₂/ha), în timp ce hrișca prezintă cele mai mici valori la ambii indicatori;
- Calculul indicatorilor economici a evidențiat că tehnologia no-till își dovedește eficiența economică, față de sistemul convențional, prin reducerea consumului de motorină cu 40-50% și reducerea costurilor la lucrările mecanizate cu până la 1400 lei/ha, contribuind astfel la o rentabilitate net superioară;
- Conform analizei datelor cercetărilor și a studiului literaturii de specialitate se recomandă implementarea tehnologiei no-till în gospodăriile agricole care prezintă o soluție agricolă mai performantă atât economic, cât și energetic.

SUMMARY

Topic: Carbon Use and Storage through Sustainable Agricultural Technologies.

Purpose of the paper: The work consisted of researching, studying, and analyzing agricultural technologies related to carbon use and storage in the soil.

Total volume of the work: 72 pages, 4 chapters, conclusions, and appendices. The bibliography includes 52 sources published in the country and abroad.

Keywords: sequestered carbon, cover crops, field crops, organic matter.

The conducted research highlighted the following:

- The highest and most stable yields were obtained on soils with organic matter content above 3.4% and a balanced C:N ratio (11–12 units) in the northern and central regions. In the south-western region, fields with organic matter below 3.1% and an unbalanced C:N ratio (up to 19.4) recorded the lowest yields;
- The technology that contributed to carbon sequestration and the increase of organic matter was no-till, with positive values of 0.2–0.8 t CO₂/ha/year and humus accumulation of 0.1–0.5%;
- Calculations and data analysis showed that the above-ground biomass of the studied field crops contributed most to carbon sequestration in maize, with values of up to 40–50 kg CO₂/ha/day due to its C₄-type photosynthesis and large vegetative mass. Sunflower showed the lowest absorption rates, and the overall efficiency of the crops in carbon sequestration decreased from the North towards the South-East of the Republic of Moldova;
- According to the scientific literature, cover crops demonstrate good carbon sequestration capacity and nutrient contribution. Alfalfa is the most valuable crop, with the highest nitrogen input (100–200 kg/ha) and one of the highest levels of carbon sequestration (800–2000 kg CO₂/ha), while buckwheat shows the lowest values for both indicators;
- The calculation of economic indicators showed that the no-till technology proves its economic efficiency compared to the conventional system by reducing diesel consumption by 40–50% and lowering mechanized operation costs by up to 1400 MDL/ha, thus contributing to significantly higher profitability;
- Based on the analysis of research data and the review of specialized literature, the implementation of no-till technology in agricultural enterprises is recommended, as it represents a more efficient agricultural solution both economically and energetically.

CUPRINS

	Pag.
INTRODUCERE	8
.....	
1. SINTEZA	10
LITERATURII	
2. OBIECTELE ȘI METODELE DE	Error!
CERCETARE	Bookmar
	k not
	defined.
2.1 Condițiile agrometeorologice pe parcursul anului	34
. 2024.....	
2.2 Obiectele de	36
. cercetare.....	
2.3 Metodele de	Error!
. cercetare.....	Bookmar
	k not
	defined.
3. REZULTATE ȘI	Error!
DISCUȚII	Bookmar
	k not
	defined.
3.1 Conținutul și mineralizarea materie organice în	Error!
. sol.....	Bookmar
	k not
	defined.
3.2 Pierderile de carbon în funcție de sistemul de lucrare a	Error!
. solului.....	Bookmar
	k not
	defined.
3.3 Stocarea carbonului de către culturile de	Error!
. câmp.....	Bookmar
	k not
	defined.

3.4	Culturile de acoperire.....	Error! Bookmar k not defined.
4.	EFICIENTA ECONOMICĂ.....	Error! Bookmar k not defined.
	CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI.....	Error! Bookmar k not defined.
	BIBLIOGRAFIE.....	7
		
	Anexe.....	Error!
		Bookmar k not defined.

INTRODUCERE

Dezvoltarea agriculturii și a sistemului de producție agroalimentară, în ultimele decenii, la nivel mondial, determinat creșterea consumului de carbon din sol și o dezechilibrare a raportului dintre fenomenele de înmagazinare și de emisie a acestuia. În contextul încercărilor de reducere globală a emisiilor de gaze cu efect de seră și de recuperare a fertilității solurilor, prin refacerea rezervelor de carbon, specialiștii atrag atenția asupra necesității de a valorifica urgent inclusiv oportunitățile deosebite oferite de funcțiile sistemice ale agroecosistemelor [3].

Agricultura conservativă promovează semănatul direct în covorul vegetal, asigurând o acoperire permanentă a terenului. Această metodă s-a dovedit eficientă în controlul buruienilor și în reducerea utilizării pesticidelor. Acoperirea solului cu plante vii sau resturi vegetale reprezintă o măsură importantă de prevenire a eroziunii cauzate de vânt și apă. Aceasta protejează structura și porozitatea solului, reducând impactul direct al picăturilor de ploaie. În general, reziduurile vegetale aflate în contact cu solul oferă o protecție mai bună decât plantele aflate în faza activă de creștere. Acoperirea solului favorizează infiltrarea apei, reduce evaporarea și menține umiditatea, jucând un rol esențial în conservarea resurselor de apă, în special în regiunile aride. De asemenea, contribuie la reglarea temperaturii solului și la încetinirea procesului de mineralizare a substanțelor organice. Aplicarea compostului și a îngrășămintelor organice are efecte benefice asupra structurii și fertilității solului. Totuși, în unele regiuni există o competiție între utilizarea resturilor vegetale ca sursă de hrană pentru animale și folosirea acestora ca îngrășămintă. Printr-o gestionare durabilă a resurselor agricole și zootehnice, aceste materiale pot fi reintroduse eficient în sol, contribuind la menținerea fertilității și sănătății ecosistemelor agricole [2].

Carbonul din sol este cel mai important pentru creșterea și sănătatea adecvată a plantelor, inclusiv pentru toate formele de viață cunoscute, fiind un micronutrient. Fiind atât de răspândit în aproape toți compușii cu importanță biologică majoră (exceptând sărurile, apa și restul compușilor bioanorganici), carbonul poate fi considerat cel mai important element pentru existența vieții așa cum este ea cunoscută. De la dioxidul de carbon expirat de animale și utilizat de plante și până la macromoleculele complexe, carbonul este elementul de bază, fără de care acești compuși nu ar exista. În condițiile naturale de pe Pământ, conversia unui element într-altul este un fenomen foarte rar întâlnit. De aceea, cantitatea de carbon care se află pe Pământ este efectiv constantă. Astfel, procesele care utilizează carbon trebuie să procure de undeva elementul, iar apoi să-l depună într-un anumit loc. Totalitatea acestor schimburi ale carbonului sunt cunoscute sub numele de circuitul carbonului în natură. De exemplu, plantele fotosintetizatoare extrag dioxidul de carbon din atmosferă (sau din apa de mare) și îl folosesc pentru a construi biomasă printr-un proces numit fixarea carbonului. O parte din această biomasă este consumată de către animale ca parte a lanțului trofic, iar o altă cantitate de carbon este eliminată înapoi în atmosferă prin expirarea dioxidului de

carbon de către acestea. Totuși, circuitul carbonului este mult mai complicat decât atât, deoarece în transportul acestui element sunt implicate și elementele abiotice. De exemplu, o parte din dioxidul de carbon se dizolvă în oceane, iar dacă bacteriile nu îl consumă, atunci plantele sau animalele moarte se pot transforma în timp în petrol sau cărbune, care eliberează carbonul prin ardere [1, 10].

De-a lungul timpului, pământul a pierdut o cantitate considerabilă de carbon din cauza diferitelor activități ale omului, cum ar fi agricultura, distrugerea pădurilor, și a terenurilor verzi, dezvoltarea urbană și industrială etc. Pierderea de carbon nu se limitează doar la infertilitatea terenului. O parte din carbonul astfel pierdut se transformă în dioxid de carbon, un gaz responsabil pentru încălzirea globală. În cazul în care, o bucată de teren este lipsită de carbon, devine sterilă sau infertilă, pentru creșterea plantelor. Solul este un rezervor foarte mare pentru stocarea carbonului. În consecință, doar un metru de sol stochează în jur de 2.200 miliarde de tone de carbon, ceea ce reprezintă de trei ori nivelul prezent în atmosferă. Se poate imagina cu ușurință impactul pierderii unei cantități atât de mare de carbon, atât în ceea ce privește infertilitatea terenului, cât și efectul de seră. Păstrarea carbonului în sol cât mai mult devine imperativă atât din motive de fertilitate a solului, cât și pentru atenuarea efectului de seră [3].

Sechestrarea carbonului în sol este una dintre cele mai importante măsuri care pot fi implementate împotriva schimbărilor climatice, prin implementarea tehnologiilor agricole sustenabile ce vor include beneficii atât la nivel micro (prin îmbunătățirea calității solului, reducerea unor costuri, obținerea produselor alimentare cu valoare nutritivă înaltă, etc.), precum și la nivel global (neutralizarea emisiilor de CO₂ și, implicit, combaterea schimbărilor climatice globale) [30, 34].

Scopul lucrării a constat în cercetare, studierea și analiza tehnologiilor agricole privind utilizarea și stocarea carbonului în sol.

Obiectivele de cercetare au constat din:

- Analiza condițiilor de agrometeorologice în funcție de zona, raionul de cercetare;
- Analiza conținutului materiei organice pe câmpurile din unitățile agricole luate în studiu;
- Analiza unor elemente de fertilitate a solului asupra nivelului de recoltă asigurat;
- Calculul pierderilor de carbon în funcție de sistemul de lucrare a solului;
- Determinarea ratei de carbon sechestrată pe vegetație la culturile analizate;
- Identificarea celor mai pretabile culturi de acoperire și influența lor asupra solului;
- Calculul eficienței economice privind costurile de producere a culturilor analizate în diverse sisteme de lucrare a solului.

BIBLIOGRAFIE

1. *Agreena Carbon-Dezvoltarea Mișcării Regenerative*. <https://agreena.com/>
2. *Agricultura conservativă – 3 principii de bază pentru succesul sistemului*. <https://agrobiznes.md/agricultura-conservativa-3-principii-de-baza-pentru-succesul-sistemului.html>
3. BOINCEAN, Boris, VOLOȘCIUC, Leonid, RURAC, Mihail [et al.]. *Agricultura Conservativă: Manual pentru producători agricoli și formatori*. Chișinău: S. n., 2020. 203 p. ISBN 978-9975-56-744-2. https://www.ucipifad.md/wp-content/uploads/2020/07/Agricultura_Conservativa_partea-I_site.pdf
4. BUDOI, Gh., PENESCU, A. 1996. *Agrotehnica*. București: Ceres, 1996. ISBN 973-40-0358-5.
5. *Carbon*. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Carbon>
6. CARLIER, L., ROTAR, I., VIDICAN Roxana. Fixarea dioxidului de carbon: favorabilă pentru producția culturilor agricole și pentru mediu. *ProEnvironment 2* (2009). pp.73–83. [file:///C:/Users/office/Downloads/3282-Article%20Text-12220-1-10-20090904%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/office/Downloads/3282-Article%20Text-12220-1-10-20090904%20(1).pdf)
7. CERBARI, V., ANDRIEȘ, S., RUSU, A., LEAH, Tamara, etc. *Griziomurile (solurile cenușii) și Bruneziomurile (solurile brune) Virgine și Arabile din Silvestea Republicii Moldova*. Chișinău: Lexon, 2021. 200 p. ISBN 978-9975-3502-8-0.
8. CERBARI, V., LEAH, Tamara; ALEXEEV, V., etc. *Cernoziomurile Stagnice. Geneza, geografia, clasificarea, bonitarea*. Chișinău: Pontos, 2012 (F.E.P. Tipogr. Centrală. p. 124. ISBN 978-9975-51-407-1.
9. CERBARI, Valerian. *Monitoringul Calității Solurilor Republicii Moldova (Baza de date, concluzii, prognoze, recomandări)*. Chișinău: Pontos, 2010. 476 p. ISBN 978-9975-51-138-4.
10. *Circuitul Carbonului în natură*. https://ro.wikipedia.org/wiki/Circuitul_carbonului_%C3%AEn_natur%C4%83
11. CRIVOI, Luminița. Sistemul No-Till: cum utilizăm corect resturile de plante. *Agrobiznes*, 8 martie 2022. <https://agrobiznes.md/sistemul-no-till-cum-utilizam-corect-resturile-de-plante.html>
12. DUBIȚ, Daniela, MELNIC, Angela. *Indicații metodice privind realizarea tezei de an la disciplina Fitotehnie*. Ch.: Tehnica-UTM, 2024. 59 p. ISBN 978-9975-64-377-1.
13. DUBIȚ, Daniela, RURAC, M., GAVRILAȘ, S., MELNIC, Angela. *Îndrumări metodice privind elaborarea, prezentarea și susținerea tezei de master la specialitatea Agricultură conservativă*. Ch.: UASM, 2021. 29 p.
14. *Evacuarea substanțelor poluante în aerul atmosferic*. https://statistica.gov.md/ro/evacuarea-substantelor-poluante-in-aerul-atmosferic-9973_60204.html

15. GÎRLA (DUBIȚ), Daniela, CAZMALÎ, Nicolai. Densitatea aparentă ca indice agrofizic de productivitate a agroecosistemelor. In: *Eficiența utilizării și problemele protejării solurilor*: lucrările conf. șt. cu participare intern. Chișinău, 2012. p. 166-173. ISBN 978-9975-62-315-5.
16. GÎRLA (DUBIȚ), Daniela, CAZMALÎ, Nicolai. *Indicații metodice privind evaluarea stării solului din diferite agroecosisteme pe baza unor indici microbiologici*. Ch: UASM, 2013. 15 p.
17. GÎRLA (DUBIȚ), Daniela. *Variația unor indici ai agroecosistemelor sub influența factorilor climatici și agrofitehnici*: autoref. tz. doct. în șt. agricole. Chișinău: UASM, 2011. 30 p.
18. GUMOVSKI, Andrei. Materia organică, baza fertilității solului. *Agrobiznes*, 25 iunie 2021. <https://agrobiznes.md/materia-organica-baza-fertilitatii-solului-cum-o-majoram.html>
19. *Importanța humusului*. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Humus>
20. JIȚĂREANU, G. și al. *Tratat de agrotehnică*. Iași: Ion Ionescu de la Brad, 2020. 1239 p. ISBN: 978-973-147-353-6.
21. MADJAR, Roxana, DAVIDESCU, Velicica. *Agrochimie*. București, 2009. 226 p.
22. Măsuri pentru reprovizionarea solului cu carbon. *Agroexpert*, 26 februarie 2021. <https://agroexpert.md/rus/articole/masuri-pentru-reprovizionarea-solului-cu-carbon>
23. MORARU, ȘTEFAN ANDREI. *Tratat de Fitotehnie*. Iași: Dosoftei, 1998. ISBN 973-9135-59-5.
24. Prezentare generală SMOS 2025. <https://earth.esa.int/eogateway/missions/smos/description>
25. RURAC, M., DUBIȚ, Daniela, MELNIC, Angela. *Îndrumări metodice cu privire la desfășurarea lucrărilor practice la unitatea de curs Sisteme de agricultură*. Ch.: UASM, 2021. 17 p.
26. RURAC, M., ZBANCĂ, A., BALTAG, G., etc. Raționamentul economic pentru aplicarea agriculturii conservative. În: *Ghid practic în domeniul agriculturii conservative*. Chișinău, 2021. pp. 69-78. ISBN 978-9975-56-860-9 (PDF). https://www.ucipifad.md/wp-content/uploads/2020/07/ghid_Agricultura-conservativ%C4%83-%E2%80%93-solu%C8%9Bie-indispensabil%C4%83_2021_.pdf
27. SIDOROV, M.I., VANICOVICI, Gh. N., COLTUN, V. D., NICOLAEV, N. Gh., BOINCEAN, B. 2006. *Agrotehnica*. Bălți: Presa universitară bălțeană, 2006. ISBN 978-9975-9544-9-5.
28. STARODUB, V. *Fitotehnie*. Chișinău: Pontos, 2011. 600 p. ISBN 978-9975-4187-6-8.
29. TURCU, V. Funcțiile ecologice principale ale solului și impactul lucrărilor solului asupra funcției gazo-atmosferice. În: *Sisteme de lucrări minime ale solului*. Referatele conf. internaționale. Cluj-Napoca, 2008. p. 122-133.
30. AERTSENS, J., LEO DE NOCKER, ANNE GOBIN. Valuing the carbon sequestration

- potential for European agriculture. In: *Land Use Policy*. March 2013, Volume 31. pp. 584-594. DOI:[10.1016/j.landusepol.2012.09.003](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.003)
31. BAKER, J.M., OCHSNER, T.E., VENTEREA, R.T., GRIFFIS, T.J., 2007. Tillage and soil carbon sequestration – what do we really know? In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118, pp. 1–5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880906001617>
 32. BEZNER KERR, R., HASEGAWA, T., LASCO, R., etc. Food, Fibre, and Other Ecosystem Products. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, pp. 713–906. DOI:10.1017/9781009325844.007.
 33. BLANCO-CANQUI, HUMBERTO. Cover crops and carbon sequestration: Lessons from U.S. studies. In: *Soil Science of America Journal*, 2022. DOI: 10.1002/saj2.20378.
 34. BRAR, B.S., KAMALBIR SINGH, DHERI, G.S., BALWINDER-KUMAR. Carbon sequestration and soil carbon pools in a rice–wheat cropping system: Effect of long-term use of inorganic fertilizers and organic manure. In: *Soil and Tillage Research*. Volume 128, April 2013. pp. 30-36. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.10.001>
 35. CALDEIRA, K., MORGAN, M.G., BALDOCCHI, D., BREWER, P.G., CHEN, etc., 2004. A portfolio of carbon management options. In: *The Global Carbon Cycle. Integrating Humans, Climate, and the Natural World*. SCOPE 62. Island Press, Washington, DC, pp. 103–129. https://www.researchgate.net/publication/258432218_A_Portfolio_of_Carbon_Management_Options
 36. CARETTA, M.A., MUKHERJI, A., ARFANUZZAMAN, M., etc. Water. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, pp. 551–712. DOI:10.1017/9781009325844.006.
 37. CERRI, C.C., BERNOUX, M., CERRI, C.E.P., FELLER, C., 2004. Carbon cycling and sequestration opportunities in South America: the case of Brazil. In: *Soil Use and Management* 20, pp. 248–254. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers13-12/010041229.pdf
 38. DINESH MOHAN, KUMAR ABHISHEK, ANKUR SARSWAT, etc. Biochar production and applications in soil fertility and carbon sequestration – a sustainable solution to crop-residue burning in India. In: *Royal Society of Chemistry*. RSC Adv., 2018. DOI: 10.1039/c7ra10353k.
 39. DODMAN, D., HAYWARD, B., PELLING, M., CASTAN BROTO, V., etc. Cities, Settlements and Key Infrastructure. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and*

Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, pp. 907–1040. DOI:10.1017/9781009325844.008.

40. DUBIȚ, Daniela. Variation of Crop Yield in Agrocoenoses under Influence of Climatic Factors. In: *Proenvironment/Promediu*, USAMV Cluj-Napoca. 2013, vol. 6, nr. 14, p. 271-274. ISSN 2066-1363.
41. EMILY E. AUSTIN, KYLE WICKINGS, MARSHALL D. MCDANIEL, etc. Cover crop root contributions to soil carbon in a no-till corn bioenergy cropping system. În: *Global Change Biology Bioenergy*. Bioproducts for a sustainable bioeconomy. https://login.research4life.org/tacsgr1doi_org/10.1111/gcbb.12428.
42. GABRIELLE E. ROESCH-MCNALLY, ANDREA D. BASCHE, ARBUCKLE, J.G., etc. The trouble with cover crops: Farmers' experiences with overcoming barriers to adoption. În: *Renewable Agriculture and Food Systems*, Volume 33, Issue 4 , August 2018. pp. 322-333. <https://doi.org/10.1017/S1742170517000096>
43. HUDEK, C., PUTINICĂ, C., WILFRED OTTEN, SARAH DE BAETS. Functional root trait-based classification of cover crops to improve soil physical properties. În: *European Journal of Soil Science published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of British Society of Soil Science*, 2021. https://login.research4life.org/tacsgr1doi_org/10.1111/ejss.13147
44. NABUURS, G-J., MRABET, R., ABU HATAB, A., etc. Forestry and Other Land Uses (AFOLU). In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA. pp. 33-34. DOI: 10.1017/9781009157926.009.
45. NABUURS, G-J., MRABET, R., ABU HATAB, A., etc. Agriculture. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA. pp. 42-43. DOI: 10.1017/9781009157926.009.
46. O'NEILL, B., VAN AALST, M., ZAITON IBRAHIM, Z., etc. Key Risks Across Sectors and Regions. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, pp. 2411–2538. DOI:10.1017/9781009325844.025.
47. PARMESAN, C., MORECROFT, M.D., TRISURAT, Y., etc. Terrestrial and Freshwater Ecosystems and Their Services. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, pp. 197–377. DOI:10.1017/9781009325844.004.

48. SHELBY C. MCCLELLAND, KEITH PAUSTIAN, MEAGAN E. SCHIPANSKI. Management of cover crops in temperate climates influences soil organic carbon stocks: a meta-analysis. *Ecological Applications*.
https://login.research4life.org/tacsgr1doi_org/10.1002/eap.2278
49. THAPA, V. R., GHIMIRE, R., ADHIKARI, K. P., & LAMICHHANE, S. (2022). Soil organic carbon sequestration potential of conservation agriculture in arid and semi-arid regions: A review. *Journal of Arid Environments*. October. 2023, Volume 217. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2023.105028>
50. VOLKER, Liebig, EINAR-ARNE, Herland, STEPHEN, Briggs, GRASSL, Hartmut. Changing Earth. În: *New Scientific Challenges for ESA's Living Planet Programme-2007*.
<https://earth.esa.int/eogateway/documents/20142/37627/The-Changing-Earth-New-Scientific-Challenges-for-ESAs-Living-Planet-Programme.pdf/eef7e91e-51f6-3944-c669-4625cf2e4e6d?t=1739981460521>
51. ZHANG, M., SONG, X., WU, X., ZHENG, F., LI, S., ZHUANG, Y., etc. Microbial regulation of aggregate stability and carbon sequestration under long-term conservation tillage and nitrogen application. În: *Sustainable Production and Consumption*. 2024, pp. 74-86. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.11.022>
52. МИШУСТИН, Е., ЕМЦЕВ, В. *Микробиология*. Москва: Колос, 1978. 351 с.