

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIETII  
„ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI  
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ  
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI  
DOMENIUL: AGRONOMIE  
SPECIALIZAREA: AGROTEHNICĂ**

# **TEZĂ DE DOCTORAT**

Conducător de doctorat,  
**Prof. univ. Dr. H.c. Gerard JITĂREANU**

Doctorand,  
**Cristina Vasilica CUCONOIU  
(CUIBĂREANU)**

Iași - 2023



**„ION IONESCU DE LA BRAD” IASI  
UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES  
FACULTY OF AGRICULTURE  
DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES  
DOMAIN: AGRONOMY  
SPECIALIZATION: AGROTECHNICS**

# **PhD THESIS**

PhD Coordinator,  
**Prof. Dr. H.c. Gerard JITĂREANU**

PhD Student,  
**Cristina Vasilica CUCONOIU  
(CUIBĂREANU)**

Iași - 2023



**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚELE VIEȚII  
„ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI  
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ  
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI  
DOMENIUL: AGRONOMIE  
SPECIALIZAREA: AGROTEHNICĂ**

**INFLUENȚA SISTEMULUI DE LUCRARE  
APLICAT LA CULTURA GRÂULUI DE  
TOAMNĂ ASUPRA UNOR COMPONENTE ALE  
POPULAȚIEI SOLULUI**

Conducător de doctorat,  
**Prof. univ. Dr. H.c. Gerard JITĂREANU**

Doctorand,  
**Cristina Vasilica CUCONOIU  
(CUIBĂREANU)**

Iași - 2023



**„ION IONESCU DE LA BRAD” IASI  
UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES  
FACULTY OF AGRICULTURE  
DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES  
DOMAIN: AGRONOMY  
SPECIALIZATION: AGROTECHNICS**

**INFLUENCE OF THE TILLAGE SYSTEM  
APPLIED TO THE WINTER WHEAT CROP ON  
SOME COMPONENTS OF THE SOIL  
POPULATION**

PhD Coordinator,  
**Prof. Dr. H.c. Gerard JITĂREANU**

PhD Student,  
**Cristina Vasilica CUCONOIU  
(CUIBĂREANU)**

Iași - 2023



## CUPRINS

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| <b>REZUMAT .....</b>     | <b>11</b> |
| <b>INTRODUCERE .....</b> | <b>15</b> |

### *Partea I - STUDIUL BIBLIOGRAFIC*

|                                                                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capitolul 1 - CONTEXTUL ISTORIC .....</b>                                                                                                                                      | <b>19</b> |
| 1.1. Scurtă prezentare a conceptului No-tillage - viziuni și considerente .....                                                                                                   | 19        |
| 1.2. Grâul de toamnă - o cultură esențială .....                                                                                                                                  | 24        |
| <b>Capitolul 2 - STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRIILOR PRIVIND INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA UNOR PROPRIETĂȚI FIZICE ȘI ASUPRA UNOR COMPONENTE ALE POPULAȚIEI SOLULUI.....</b> | <b>27</b> |
| 2.1. Influența sistemelor de lucrare asupra proprietăților fizice și hidrofizice ale solurilor .....                                                                              | 27        |
| 2.1.1 Influența asupra densității aparente a solului.....                                                                                                                         | 29        |
| 2.1.2. Influența asupra structurii solului .....                                                                                                                                  | 35        |
| 2.1.3. Influența asupra umidității solului .....                                                                                                                                  | 40        |
| 2.2. Influența sistemelor de lucrare asupra populației solului .....                                                                                                              | 44        |

### *Partea a II-a - CERCETĂRI PROPRII*

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capitolul 3 - SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII, MATERIALUL ȘI METODELE DE CERCETARE.....</b> | <b>55</b> |
| 3.1. Scopul și obiectivele cercetării.....                                                      | 55        |
| 3.2. Experiențe în teren .....                                                                  | 57        |
| 3.3. Tehnologia de cultivare .....                                                              | 59        |
| 3.4. Datele meteorologice.....                                                                  | 60        |
| 3.5. Materialul prelevat .....                                                                  | 61        |
| 3.6. Activități desfășurate în laborator .....                                                  | 62        |
| 3.6.1. Analize fizice și hidrofizice .....                                                      | 62        |
| 3.6.2. Analize microbiologice.....                                                              | 64        |
| 3.6.3. Analize de productivitate .....                                                          | 66        |
| 3.7. Analiza statistică .....                                                                   | 67        |

|                                                                                                                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Capitolul 4 - ANALIZA DATELOR CLIMATICE CARACTERISTICE PERIOADEI STUDIAȚE ȘI CARACTERIZAREA CADRULUI NATURAL ÎN CARE S-AU DESFĂȘURAT CERCETĂRILE.....</b> | <b>69</b>  |
| 4.1. Așezarea geografică .....                                                                                                                               | 69         |
| 4.2. Condițiile climatice ale zonei .....                                                                                                                    | 69         |
| 4.2.1. Regimul termic .....                                                                                                                                  | 71         |
| 4.2.2. Regimul pluviometric .....                                                                                                                            | 74         |
| 4.3. Vegetația .....                                                                                                                                         | 74         |
| 4.4. Condițiile în care s-au efectuat cercetările .....                                                                                                      | 75         |
| 4.4.1. Amplasarea experiențelor .....                                                                                                                        | 75         |
| 4.4.2. Caracterizarea solului din câmpul experimental.....                                                                                                   | 75         |
| 4.5. Caracterizarea factorilor climatici pentru perioada luată în studiu...                                                                                  | 80         |
| 4.5.1. Regimul temperaturilor.....                                                                                                                           | 80         |
| 4.5.2. Regimul precipitațiilor.....                                                                                                                          | 84         |
| <b>Capitolul 5 - REZULTATE PRIVIND INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA UNOR PROPRIETĂȚI FIZICE ȘI HIDROFIZICE ALE SOLULUI .....</b>                       | <b>89</b>  |
| 5.1. Influența sistemelor de lucrare asupra indicelui de compactare.....                                                                                     | 89         |
| 5.1.1. Densitatea aparentă a solului .....                                                                                                                   | 89         |
| 5.1.2. Rezultate obținute în perioada 2016-2019 .....                                                                                                        | 90         |
| 5.2. Influența sistemelor de lucrare asupra structurii solului.....                                                                                          | 97         |
| 5.2.1. Stabilitatea hidrică a agregatelor macrostructurale.....                                                                                              | 97         |
| 5.2.2. Interpretarea rezultatelor din perioada 2016-2019.....                                                                                                | 98         |
| 5.2.3. Distribuția agregatelor de structură.....                                                                                                             | 101        |
| 5.2.4. Valori medii obținute din perioada 2016-2019.....                                                                                                     | 102        |
| 5.3. Influența sistemelor de lucrare asupra umidității solului .....                                                                                         | 105        |
| 5.3.1. Rezultate obținute în perioada 2016-2019 .....                                                                                                        | 105        |
| <b>Capitolul 6 - REZULTATE PRIVIND INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA POPULAȚIEI SOLULUI .....</b>                                                       | <b>117</b> |
| 6.1. Ponderea microorganismelor în sol .....                                                                                                                 | 117        |
| 6.2. Dinamica bacteriană a solului .....                                                                                                                     | 120        |
| 6.3. Spectrul de micromicete .....                                                                                                                           | 129        |
| 6.3.1. Imaginea macro și microscopică a micromicetelor izolate.....                                                                                          | 146        |
| <b>Capitolul 7 - REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA ELEMENTELOR DE PRODUCTIVITATE LA GRÂUL DE TOAMNĂ .....</b>             | <b>153</b> |
| 7.1. Parametrii biometrici.....                                                                                                                              | 156        |
| 7.2. Elementele de productivitate .....                                                                                                                      | 158        |
| 7.3. Producțiile obținute .....                                                                                                                              | 160        |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| <b>Capitolul 8 - CONCLUZII GENERALE .....</b>        | <b>163</b> |
| <b>RECOMANDĂRI .....</b>                             | <b>169</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIE .....</b>                            | <b>171</b> |
| <b>ACRONIME ȘI ABREVIERI UTILIZATE ÎN TEXT .....</b> | <b>193</b> |
| <b>LISTA TABELELOR.....</b>                          | <b>194</b> |
| <b>LISTA FIGURILOR .....</b>                         | <b>196</b> |
| <b>LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE .....</b>  | <b>198</b> |



## CONTENTS

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>SUMMARY .....</b>  | <b>XI</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b> | <b>XV</b> |

### *First Section - BIBLIOGRAPHIC STUDY*

|                                                                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CHAPTER 1 - HISTORICAL BACKGROUND .....</b>                                                                                                           | <b>19</b> |
| 1.1. Brief presentation of the No-tillage concept - visions and considerations.....                                                                      | 19        |
| 1.2. Winter wheat - a staple crop.....                                                                                                                   | 24        |
| <b>CHAPTER 2 - CURRENT STATE OF RESEARCH ON THE INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON SOME PHYSICAL PROPERTIES AND COMPONENTS OF THE SOIL POPULATION .....</b> | <b>27</b> |
| 2.1. The influence of tillage systems on physical and hydro-physical properties of the soil .....                                                        | 27        |
| 2.1.1 The influence on soil bulk density .....                                                                                                           | 29        |
| 2.1.2. The influence on soil structure.....                                                                                                              | 35        |
| 2.1.3. The influence on soil moisture.....                                                                                                               | 40        |
| 2.2. The influence of tillage systems on the soil population .....                                                                                       | 44        |

### *Second Section - PERSONAL RESEARCH*

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CHAPTER 3 - AIM AND OBJECTIVES OF RESEARCH, RESEARCH MATERIALS AND METHODS .....</b> | <b>55</b> |
| 3.1. Aim and objectives of research .....                                               | 55        |
| 3.2. Field experiment.....                                                              | 57        |
| 3.3. Cultivation technology .....                                                       | 59        |
| 3.4. Meteorological data .....                                                          | 60        |
| 3.5. Sampling material.....                                                             | 61        |
| 3.6. Lab activities .....                                                               | 62        |
| 3.6.1. Physical and hydro-physical analyses.....                                        | 62        |
| 3.6.2. Microbiological analysis.....                                                    | 64        |
| 3.6.3. Productivity analysis.....                                                       | 66        |
| 3.7. Statistical data analysis.....                                                     | 67        |

|                                                                                                                                                   |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>CHAPTER 4 - ANALYSIS OF CLIMATE DATA OF THE STUDY PERIOD AND EVALUATION OF THE NATURAL FRAME IN WHICH THE RESEARCH HAS BEEN CONDUCTED.....</b> | 69     |
| 4.1. Geographical location.....                                                                                                                   | 69     |
| 4.2. Climatic factors .....                                                                                                                       | 69     |
| 4.2.1. Thermal regime.....                                                                                                                        | 71     |
| 4.2.2. Hydric regime .....                                                                                                                        | 74     |
| 4.3. Vegetation .....                                                                                                                             | 74     |
| 4.4. Research conditions.....                                                                                                                     | 75     |
| 4.4.1. Experiment lay-out .....                                                                                                                   | 75     |
| 4.4.2. The characterization of the soil from the experimental field ..                                                                            | 75     |
| 4.5. Characterization of climatic factors for the period studied .....                                                                            | 80     |
| 4.5.1. The thermal regime .....                                                                                                                   | 80     |
| 4.5.2. The hydric regime .....                                                                                                                    | 84     |
| <b>CHAPTER 5 - RESULTS REGARDING THE INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON PHYSICAL AND HYDRO-PHYSICAL SOIL PARAMETERS .....</b>                        | 89     |
| 5.1. The influence of tillage systems on the compaction index.....                                                                                | 89     |
| 5.1.1. Bulk density of soil .....                                                                                                                 | 89     |
| 5.1.2. Results obtained in the period 2016-2019 .....                                                                                             | 90     |
| 5.2. The influence of tillage systems on the soil structure .....                                                                                 | 97     |
| 5.2.1. The water-stable aggregates.....                                                                                                           | 97     |
| 5.2.2. Interpretation of the results from 2016-2019 .....                                                                                         | 98     |
| 5.2.3. Aggregate size distribution .....                                                                                                          | 101    |
| 5.2.4. Mean values obtained from 2016-2019 .....                                                                                                  | 102    |
| 5.3. The influence of tillage systems on the soil moisture .....                                                                                  | 105    |
| 5.3.1. Results obtained during 2016-2019 .....                                                                                                    | 105    |
| <b>CHAPTER 6 - RESULTS ON THE INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON SOIL POPULATION.....</b>                                                            | 117    |
| 6.1. Amount of soil microorganisms .....                                                                                                          | 117    |
| 6.2. Bacterial dynamics of soil .....                                                                                                             | 120    |
| 6.3. The micromycetes spectrum.....                                                                                                               | 129    |
| 6.3.1 Macro and microscopic image of isolated micromycetes.....                                                                                   | 146    |
| <b>CHAPTER 7 - RESULTS AND DISCUSSIONS ON THE INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON ELEMENTS OF PRODUCTIVITY AT WINTER WHEAT CROP.....</b>              | 153    |
| 7.1. Biometric parameters .....                                                                                                                   | 156    |
| 7.2. Productivity elements .....                                                                                                                  | 158    |
| 7.3. Yields.....                                                                                                                                  | 160    |
| <b>CHAPTER 8 - GENERAL CONCLUSIONS.....</b>                                                                                                       | CLXIII |
| <b>RECOMMENDATION .....</b>                                                                                                                       | CLXIX  |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| <b>REFERENCES.....</b>                               | <b>171</b> |
| <b>ACRONYMS AND ABBREVIATIONS USED IN TEXT .....</b> | <b>193</b> |
| <b>LIST OF TABLES .....</b>                          | <b>194</b> |
| <b>LIST OF FIGURES .....</b>                         | <b>196</b> |
| <b>LIST OF PUBLISHED SCIENTIFIC PAPERS .....</b>     | <b>198</b> |



## REZUMAT

### **Cuvinte cheie:**

No-tillage, lucrarea convențională a solului, *Triticum aestivum* L., ponderea microorganismelor în sol, producție

Una dintre provocările majore ale zilelor noastre constă în producerea de alimente și fibre pentru populația globală, care se estimează că va fi cuprinsă între 9 și 11 miliarde de oameni până în 2050, iar pe lângă asigurarea securității alimentare, un real interes îl reprezintă calitatea și funcționalitatea solului.

De-a lungul timpului, nevoia de a produce cât mai mult a condus la intensificarea agriculturii, care a contribuit pe de o parte la creșterea producției de alimente și la îmbunătățirea profitabilității economice, iar pe de altă parte a accelerat degradarea calității solului.

Din punct de vedere istoric, lucrarea solului este esențială pentru pregătirea patului germinativ și controlul buruienilor, dar totodată ea a condus la degradarea solului și pierderea materiei organice. Prin apariția agriculturii conservative, în special prin utilizarea sistemelor no-tillage, introduse în anii 1990 și adoptate apoi la scară largă, s-a dovedit că se pot obține avantaje substanțiale față de sistemele clasice, prin menținerea productivității culturilor, a fertilității solului și implicit a sustenabilității mediului.

Creșterea volumului cunoștințelor cu privire la efectele practicilor agricole asupra calității solurilor, este esențială pentru dezvoltarea sistemelor de lucrare durabile ale solului, cu ajutorul cărora se poate asigura o productivitate stabilă a culturilor, reducând în același timp degradarea acestuia.

Data fiind multitudinea de studii realizate în urma apariției conceptului no-tillage (NT) care arată eficiența acestora față de calitatea solului, s-a considerat oportună demararea cercetărilor privind elaborarea tezei de doctorat cu titlul **„Influența sistemului de lucrare aplicat la cultura grâului de toamnă asupra unor componente ale populației solului”** care are ca scop investigarea efectului lucrărilor solului (convențional și no-tillage) aplicate culturii grâului de toamnă asupra activității microbiologice, unor indicatori fizici și hidrofizici, dar și asupra elementelor de productivitate, urmărind implementarea și dezvoltarea tehnologiilor

agricole cu implicații ce pot contribui la îmbunătățirea calității solurilor și la creșterea producției culturii de grâu de toamnă. Cercetarea este importantă deoarece grâul este o cultură vitală, ce se clasează pe locul al treilea în ceea ce privește producția globală, după porumb și orez, ocupând 22 % din totalul terenurilor cultivate (18 milioane km<sup>2</sup>) în lume.

Datorită importanței microorganismelor care joacă un rol cheie în ceea ce privește circuitul nutrienților și mai ales cunoscând faptul conform căruia comunitățile microbiene se caracterizează printr-o schimbare puternică, radicală și dinamică, datorită tehnologiilor de lucrare a solului aplicate, consider că este esențial să înțelegem reacția comunităților microbiene din sol survenite în urma activităților de prelucrare a acestuia, deoarece aceste informații vor promova adoptarea de tehnologii care optimizează pe lângă productivitate și alte însușiri ale solului.

Ținând cont de informațiile anterior menționate, în lucrarea de față s-a urmărit realizarea unor obiective legate de influența sistemelor de lucrare asupra unor proprietăți ale solurilor în funcție de condițiile climatice specifice zonei studiate.

Atingerea obiectivelor a presupus desfășurarea următoarelor activități:

- Organizarea experienței privind pregătirea terenului din punct de vedere agrotehnic (în cazul variantei lucrare convențional (CV) - executarea lucrării de bază, pregătirea patului germinativ) și fitotehnic (respectarea epocilor de semănat și recoltat);
- Prelevarea probelor de sol în vederea determinării unor însușiri fizice și hidrofizice ale solului, cum sunt: densitatea aparentă, stabilitatea hidrică și umiditatea solului.
- Pentru a evidenția cât mai clar diferențele între cele două tehnici de lucrare a solului, probele de sol au fost recoltate în câte trei repetiții, de pe ambele versiuni de lucrare a solului, pe diagonală;
- Recoltarea probelor pentru analize ce țin de determinarea microbiologiei solului. Prin această activitate s-a determinat: numărul total de microorganisme, ponderea ciupercilor, numărul de bacterii G<sup>+</sup> și G<sup>-</sup>, fixatorii de azot aerobi și anaerobi liberi, *Azotobacter chroococcum* și *Clostridium pasteurianum*.
- Recoltarea experiențelor și analizarea elementelor de productivitate;
- Aprecierea producției;

Experiența s-a realizat pe parcursul a trei ani agricoli, în perioada 2016-2019, fiind amplasată pe un teren din cadrul fermei Ezăreni ce aparține Stațiunii Didactice a Universității de Științe Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași.

Lucrarea conține 198 pagini, este structurată în două părți, cuprinzând opt capitole, tabele și figuri. Prima parte, structurată în două capitole, prezintă o sinteză a datelor bibliografice, iar în cea de-a doua parte, structurată în șase capitole, sunt

prezentate materialul și metoda de cercetare, sunt caracterizate condițiile climatice a celor trei ani de experiență și rezultatele obținute și interpretate ale cercetărilor proprii.

Pentru întocmirea primei părți a tezei, s-au efectuat studii documentare din diferite surse precum: articole științifice, reviste, cărți, teze de doctorat, tratate de specialitate ș.a. Primul capitol din teză cuprinde informații și viziuni diferite care ajută la înțelegerea conceptului no-tillage, precum și unele aspecte importante ale culturii grâului de toamnă.

În cel de-al doilea capitol este prezentată o sinteză a stadiului actual al cercetărilor cu privire la influența sistemelor de lucrare asupra proprietăților fizice, hidrice și microbiologice ale solului.

Partea a doua a tezei debutează cu capitolul al treilea care prezintă scopul și obiectivele cercetării, materialul și metode de cercetare.

Pentru stabilirea densității aparente a solului s-au recoltat probe de sol în structură naturală de pe adâncimea 0-40 cm, din 10 în 10 cm, urmată de raportarea masei solului uscat în etuvă la volumul total al probei.

Probele în așezare modificată au fost recoltate tot până la adâncimea de 40 cm, fiind analizate atât prin cernere uscată prin site cu ochiuri de diferite mărimi, pentru a determina dimensiunea elementelor structurale cât și prin cernere în apă distilată, în vederea evidențierii stabilității hidrice. Pentru aceste determinări, probele au fost recoltate și analizate, în toți cei trei ani agricoli studiați, la semănat, pe vegetație și la recoltarea culturii grâului de toamnă.

Umiditatea solului s-a determinat pe adâncimea 0-90 cm, din 10 în 10 cm până la adâncimea de 30 cm și din 20 în 20 cm până la adâncimea de 90 cm, folosind *metoda gravimetrică*. Perioada de recoltare a probelor a fost similară determinărilor anterioare cu mențiunea că pe timpul perioadei de vegetației și până la recoltarea culturii, s-a urmărit prelevarea lor pe decade, în funcție de cât au permis condițiile climatice.

Probele pentru evidențierea activității biologice au fost recoltate de la adâncimea de 7 cm, din jurul rădăcinilor, pe parcursul a patru stadii de vegetație, înfrățire, alungire a paiului, înflorire și recoltare.

În cel de-al patrulea capitol sunt prezentate datele climatice înregistrate în cei trei ani de experiență și cuprinde caracterizarea cadrului natural din cadrul fermei Ezăreni unde a fost realizată cercetarea. O prezentare a acestor condiții a evidențiat că din punct de vedere al precipitațiilor, primul an de experiență, 2016-2017 a fost cel mai ploios, înregistrând o cantitate anuală de 871,1 mm, iar în ceea ce privește temperatura medie anuală, cel de-al doilea an agricol a înregistrat o abatere anuală de 1,61 °C față de media multianuală.

În capitolul cinci sunt prezentate și interpretate rezultatele proprii privind influența celor două variante de lucrare asupra unor însușiri fizice și hidrofizice ale solului.

Investigațiile au arătat valori inferioare ale densității aparente în cazul variantei no-tillage, datorită faptului că în cazul acestei variante, lucrările solului se execută cu ajutorul unui echipament complex care realizează atât prelucrarea, afânarea, însămânțarea cât și fertilizarea acestuia, printr-o singură trecere, astfel încât solul a fost mai puțin tasat, comparativ cu varianta convențională.

Rezultatele au arătat că în cazul variantei no-tillage, au fost influențate pozitiv stabilitatea hidrică cât și umiditatea solului, atât la semănat cât și în cursul perioadei de vegetație.

Capitolul șase cuprinde rezultate referitoare la influența sistemelor de lucrare convențional și no-tillage asupra activității biologice din sol și a avut mai multe obiective majore cum ar fi:

- determinarea ponderii microorganismelor în sol;
- determinarea bacteriilor Gram-pozitive și Gram-negative din probele de sol analizate;
- determinarea numărului de genuri de micromicete din variantele studiate;

Îndeplinirea acestor obiective a presupus recoltarea probelor de sol și efectuarea de diluții pentru realizarea metodei culturilor în plăci Petri, identificarea pe medii solide a caracteristicilor culturale specifice microorganismelor, realizarea de preparate în lactofenol și utilizarea tehnicilor de microscopie optică pentru examinarea fungilor.

Analizele efectuate au evidențiat faptul că distribuția procentuală a principalelor genuri de micromicete a fost direct influențată, pe de o parte de sistemele de lucrare aplicate, iar pe de altă parte de stadiul de vegetație al culturii grâului de toamnă.

Media celor trei ani de studiu a arătat că în cazul ambelor variante de lucrare, predominante au fost speciile ce aparțin genului *Penicillium*, care pe durata întregului studiu au înregistrat proporții maxime (67,2 % până la 73,1 % în NT și 54,0 % până la 69,8 % în CV).

În cel de-al șaptelea capitol sunt prezentate și interpretate rezultatele proprii obținute, privind influența celor două variante de lucrare a solului asupra parametrilor biometrici, elementelor de productivitate și producției la cultura de grâu de toamnă, de unde reiese că varianta no-tillage a influențat pozitiv atât parametrii biometrici și elementele de productivitate, dar și producția.

Cel mai bun an în privița producțiilor obținute a fost cel de-al doilea an de experiență, în care ambele variante de lucrare studiate au obținut producții superioare atât anului anterior, cât și ultimului an agricol studiat.

În finalul tezei de doctorat, mai exact în capitolul opt, sunt evidențiate concluziile generale ale tezei din care rezultă că obiectivele stabilite au fost îndeplinite, urmate de recomandări și referințele bibliografice analizate pentru întocmirea acestei lucrări.

## ABSTRACT

### **Keywords:**

No-tillage, conventional tillage, *Triticum aestivum* L., amount of soil microorganism, physical properties, crop yield

The main challenge today is to produce enough food and fiber for the world's population, which is expected to grow to about 9-11 billion people by year 2050. In addition to ensuring food security, the quality and functionality of the soil are major concerns.

Over the years, the need to produce as much as possible has led to an intensification of agriculture, which has led to increased food production and improved economic profitability on the one hand, but also accelerated soil quality degradation on the other.

From a historical point of view, soil tillage has been necessary for seedbed and weed control, although it has also resulted in soil degradation and loss of organic matter.

Thus, with the advent of conservation agriculture in the 1990s, especially the use of no-tillage systems, it has been proved that maintaining crop productivity, soil fertility, and environmental sustainability could provide potential advantages over conventional systems.

The development of sustainable tillage systems, which can assure constant crop productivity while reducing soil degradation, involves substantial knowledge about the effects of agricultural practices.

If the multitude of research studies after the NT concept's emergence showed its efficiency in connection to soil quality, it was deemed suitable to conduct research on the PhD thesis entitled „***The influence of tillage system applied to the crops of autumn wheat on some components of the soil population***”. The experiments are aimed at measuring the effects of tillage (both conventional and no-tillage) on microbiological activity, physical and hydrophysical indices, as well as productivity parameters in winter wheat. Researching the implementation and development of agricultural technologies that have the potential to enhance soil quality and increase winter wheat crop productivity, wheat is an important cereal crop that ranks third in

global production after corn and rice, covering 22 % of the world's total cultivated land (18 million km<sup>2</sup>).

Considering the importance of microorganisms in the cycling of nutrients, and in particular the fact that microbial communities are subject to significant, radical, and dynamic change as a result of applied tillage methods, I believe it is essential to understand how soil microbial communities respond to tillage activities in my opinion, considering this research will help to promote soil applied technologies that enhance productivity as well as other soil properties.

Considering the information presented in this paper, the aim was to accomplish the project objectives related to the effects of tillage systems on soil characteristics as a factor of the climatic conditions in the study region.

The following activities were required to meet the objectives:

- Organizing the experience of soil preparation from an agrotechnical approach (in the case of the CV variant, execution of basic ploughing and seedbed preparation) and phytotechnics (following sowing and harvesting dates);
- Soil sampling to determine the soil's physical and hydrophysical properties, such as bulk density, water stability, and soil moisture. They were collected in three stages, diagonally, from each variant of tillage in order to highlight the differences between them as clearly as possible.
- Collecting samples for analysis relevant to soil microbiology determination. The total number of microorganisms, the proportion of fungus, the number of G<sup>+</sup> and G<sup>-</sup> bacteria, free aerobic and anaerobic nitrogen fixers, *Azotobacter chroococcum*, and *Clostridium pasteurianum* all were determined during this activity.
- Harvesting experiences and analyzing the elements of productivity;
- Assessing production.

The experiment took place during three agricultural years, from 2016 to 2019, on a plot of land within the Ezăreni farm, which is part of the University of Life Sciences' "Ion Ionescu de la Brad" Teaching Station in Iasi.

The thesis contains 198 pages and is divided into two parts, comprising eight chapters, tables, and figures.

The first part, which is divided into two chapters, contains a synthesis of bibliographic data, while the second part, which is divided into six chapters, contains the study material and method, as well as the climatic conditions of the three years of experience and the outcomes.

Documentary studies were conducted for the first part of the thesis from various sources, including scientific articles, journals, books, doctoral theses, and specialized treatises, resulting in the first chapter of the thesis containing various information and visions that help understand the concept of tillage, as well as some important aspects of winter wheat cultivation.

The second chapter provides an overview of current studies on the impact of tillage systems on soil's physical, hydrologic, and microbiological qualities.

The goal and objectives of the research, as well as research materials and techniques, are presented in chapter three of the thesis.

Soil samples were taken in a natural setting from a depth of 0-40 cm, from every 10 cm layer, to measure the bulk density, using the ratio of the dry soil mass in the oven to the entire volume of the sample.

The samples modified settlement were also collected down to a depth of 40 cm and examined in terms of structural element size by sifting on a sieve with different mesh sizes and water stability by sieving in distilled water.

Samples were collected and evaluated in all three agricultural years, at sowing, during vegetation, and at harvesting of winter wheat, in order to make these determinations.

The gravimetric method was used to determine soil moisture at depths of 0-90 cm, every 10 cm down to 30 cm, and every 20 cm down to 90 cm. The sampling period was identical to earlier determinations, with the caveat that during the vegetation period and until crop harvest, the goal was to collect samples every decade, or every 10 days, depending on climatic conditions.

During four stages of vegetation, tillering, stem elongation, flowering and harvesting, samples were taken from 7 cm around the roots to emphasize biological activity.

The fourth chapter summarizes the climatic data collected over the three years of research and includes a description of the natural environment on the Ezăreni farm.

In terms of rainfall, the first year of experience, 2016-2017, was the wettest, with an annual amount of 871.1 mm, while in terms of average annual temperature, the second agricultural year had an variation of 1.61 °C compared to the multiannual average.

The fifth chapter presents and evaluates personal data regarding the impact of the two tillage systems on some soil physical and hydro-physical parameters.

The no-tillage system had lower bulk density values due to the fact that all soil work is done in a single pass with the help of a complex equipment that handles loosening, processing, fertilizing, and planting in a single passing. As a result, the soil was less compacted than in the conventional version.

The results showed that under the no-tillage variation, water stability and soil moisture were positively influenced, both at sowing and during the vegetation period.

The results of chapter six on the influence of conventional tillage and no-tillage systems on soil biological activity had several main objectives, including:

- determining the amount of microorganisms in soil;

- determining the number of genera of micromycetes from the studied variants;
- determining the number of Gram-positive and Gram-negative bacteria from the analysed soil samples.

The achievement of these goals required the collection of soil samples and dilutions in order to develop Petri dish culture methods, the identification of specific cultural characteristics in microorganisms using solid media, the preparation of lactophenol preparations, and the use of optical microscopy techniques to examine fungi.

The results of the analyses revealed that the percentage distribution of the major micromycetes genera was directly influenced by the applied tillage systems on the one hand, and the growth stage of the fall wheat crop on the other.

The average of the three years of research revealed that in the case of both variants of production, the most common were species belonging to the *Penicillium* genus, which had the highest proportions throughout the study (67,2 % percent to 73,1 % percent in no-tillage and 54,0 % percent to 69,8 % percent in conventional).

The results of the influence of the two tillage variants on some morpho-physiological properties, productivity elements, and production at winter wheat crop are presented and interpreted in the seventh chapter, which appears that the no-tillage variant has influenced positively both biometric parameters and productivity elements, as well as production.

The second year of experience yielded the best results in terms of productivity, with both forms of ploughing achieving higher yields both the previous year and the last agricultural year evaluated.

The main conclusions of the thesis, which show that the specified objectives were realized, are offered at the end of the doctoral thesis, specifically chapter eight, followed by the bibliographic references, which were studied for the construction of this paper.

## INTRODUCERE

*”Nu se poate îndruma temeinic agricultura  
dacă nu vom avea întinse cercetări științifice  
aplicate la condițiile noastre de pământ și climă,  
la plantele și animalele adaptate la mediu nostru,  
la organizarea cea mai potrivită pentru condițiile  
economice și sociale în care ne găsim.”*

**Gheorghe Ionescu ȘIȘEȘTI (1885-1967)**

Studiul agriculturii este o temă străveche, iar ambițiile de a crește fertilitatea solului, de a preveni declinul acestuia și de a evita oscilațiile randamentelor datează din zorii agriculturii (Zeder, 2011).

Calitatea solului este crucială pentru menținerea productivității culturilor, fiind direct legată de condițiile de supraviețuire umane, precum și de capacitatea de producție a alimentelor (Li ș.a., 2019), iar prin evaluarea sa se încurajează adoptarea unor tehnologii agricole adecvate.

Potrivit *United Nations Department of Economic and Social Affairs*, 2019, între 1950 și 2019 populația lumii a crescut cu 1 %, 2 % în fiecare an, numărul persoanelor ajungând de la 2,5 miliarde la peste 7,7 miliarde, fiind totodată estimat de către *Food and Agriculture Organization* că până în anul 2050 întreaga populație a planetei va depăși 9,8 miliarde de locuitori (FAO, 2017), ceea ce prevede că producția de alimente ar trebui să crească cu cel puțin 70 % (Maharjan ș.a., 2018).

O populație mai bogată a țărilor în curs de dezvoltare, va conduce către o extindere a suprafețelor de teren destinate culturilor de cereale, reprezentate în principal de grâu, orez și porumb, care ocupă cea mai mare suprafață agricolă la nivel mondial.

La *World Congress of Soil Science*, 1994 laureatul Premiului Nobel pentru Pace (1970), Norman Borlaug a estimat că producția mondială de cereale, care reprezintă 69 % din aprovizionarea cu alimente, trebuie majorată cu 24 % până în anul 2000 și dublată până în anul 2025 (Baker ș.a., 2007).

Grâul comun (*Triticum aestivum* L.) este o cultură vitală de cereale ce se clasează pe locul al treilea în ceea ce privește producția globală după porumb și orez, ocupând 22 % din totalul terenurilor cultivate (18 milioane km<sup>2</sup>) în lume.

De-a lungul timpului, intensificarea agriculturii a contribuit la creșterea producției de alimente și la îmbunătățirea profitabilității economice, dar cu toate acestea datorită metodelor de prelucrare a solului s-a deteriorat calitatea terenurilor, conservarea apei și s-au intensificat procesele de eroziune și emisia de gaze cu efect de seră (Kirschenmann, 2010; Micucci și Taboada, 2006).

Așa cum susținea și Steffan - Dewenter ș.a. (2007), una dintre cele mai mari provocări ale zilelor noastre o reprezintă satisfacerea cererii tot mai mari de bunuri și alimente fără a degrada mediul. În acest context este necesar să se dezvolte gestionarea alternativă a resurselor care să satisfacă atât nevoile producției de alimente, cât și asigurarea conservării solului.

Prin urmare, este de o importanță primordială să se utilizeze sisteme de prelucrare a solului care să determine randamente mari ale culturilor și în același timp, să păstreze calitatea solului, apa și biodiversitatea (Franchini ș.a., 2012).

Dezvoltarea cunoștințelor cu privire la efectele practicilor agricole este esențială pentru dezvoltarea unor sisteme durabile, sisteme care să asigure o productivitate bună, reducând în același timp degradarea solului (Van Eerd ș.a., 2014).

De aceeași părere este și Bogunovic ș.a. (2018) care consideră că este necesar să se renunțe la tehnicile care duc la deteriorarea solului, cum ar fi eroziunea și să se depisteze cele mai convenabile metode pentru a menține fertilitatea solului și productivitatea culturilor, întrucât utilizarea practicilor agricole durabile sunt de o importanță majoră pentru păstrarea fertilității solului pe termen lung, respectiv diminuarea impactului asupra deteriorării mediului.

Știința și tehnica modernă permit modificarea radicală a proprietăților solului cu efecte favorabile pentru ridicarea capacității sale de producție. Funcția de bază a lucrărilor solului, care a rămas la fel de importantă în decursul istoriei cultivării plantelor, este aceea de refacere periodică a structurii solului și prin aceasta, de reglare a factorilor fizici, chimici și biologici din sol.

În același context, este neapărat nevoie să ținem cont de faptul că solul este unul dintre cele mai bune rezervoare care adăpostește microorganisme, iar microorganismele joacă un rol cheie în ecosistemul natural, în special în sol, sporind productivitatea, îmbunătățind structura solului și sănătatea plantelor (Acosta-Martinez ș.a., 2007).

Deși microbiota solului este rareori luată în considerare în practicile agricole, activitatea pe care o exercită microorganismele asupra creșterii și dezvoltării plantelor este imensă, contribuind la stimularea absorbției, producerea de antibiotic ce inhibă creșterea microorganismelor patogene, fixarea azotului atmosferic etc.

Ținând cont de aspectele prezentate în paragrafele anterioare, prin cercetarea cuprinsă în teza de doctorat **„Influența sistemului de lucrare aplicat la cultura grâului de toamnă asupra unor componente ale populației solului”** este vizat un criteriu major în domeniul agriculturii, reprezentat de identificarea celei mai potrivite metode de lucrare a solului care să favorizeze creșterea biomasei și a diversității microbiene din sol, care să aibă efect pozitiv asupra dezvoltării și productivității culturilor ce contribuie la producerea de alimente pentru a satisface populația în creștere. Acestea trebuie să se manifeste cu responsabilitatea menținerii în același timp a calității solului, deoarece valoarea socială a unei comunități agricole nu constă doar în nivelul producției ci și în producerea în armonie cu mediul, pentru îmbunătățirea calității solului, apei, aerului și a diversității biologice.

De asemenea, prin rezultatele obținute în urma cercetării realizate pe parcursul celor trei ani agricoli, 2016-2019, se dorește o mai bună înțelegere a avantajelor conceptului no-tillage în special de către fermieri.

Prin conștientizarea numeroaselor avantaje și beneficii, în următorii ani este de așteptat să crească rata de adoptare a acestor tehnologii pe cât mai multe suprafețe.



## INTRODUCTION

*"Agriculture cannot be properly guided  
if we do not have extensive scientific research  
applied to our soil and climate conditions,  
to plants and animals adapted to our environment,  
at the most suitable organization for the conditions  
economic and social situation in which we find ourselves."*

**Gheorghe Ionescu ȘIȘEȘTI (1885 -1967)**

Agriculture is an ancient subject, and the need to improve soil fertility, prevent its decline, and eliminate yield fluctuations dates back to the beginning of agriculture (Zeder, 2011).

Soil quality is important for crop productivity since it is linked to human survival and food production capacity (Li et al., 2019), and its assessment facilitates the use of appropriate agricultural technologies.

According to the United Nations Department of Economic and Social Affairs, between 1950 and 2019, the world's population increased by 1%, 2% per year, from 2.5 billion to over 7.7 billion, with the Food and Agriculture Organization estimating that by 2050, the total population of the planet will exceed 9.8 billion (FAO, 2017), implying that food production to support the global population should increase by at least 70 % (Maharjan et al., 2018).

A growing population in developing countries will lead to an increase in land area dedicated to cereals, primarily wheat, rice, and maize, which occupy the majority of the world's agricultural land.

Nobel laureate Norman Borlaug estimated at the World Congress of Soil Science in 1994 that world grain production, which accounts for 69 % of food supplies, should be increased by 24 % by the year 2000 and doubled by 2025 (Baker et al., 2007).

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is an important cereal crop that ranks third in total production after maize and rice, occupying 22 % of the world's total cultivated land (18 million km<sup>2</sup>).

Agricultural intensification has contributed to increased food production and improved economic profitability over time, but land quality has deteriorated, water

conservation and or intensified erosion processes, and greenhouse gas emissions have occurred as a result of soil cultivation methods (Kirschmann, 2010; Micucci și Taboada, 2006).

According to Steffan-Dewenter et al. (2007), one of the most difficult challenges of our time is meeting rising demand for goods and food without negatively impacting the environment. In this context, alternative resource management that meets both food production needs and soil conservation is required.

As a result, it is critical to employ tillage systems that determine high crop yields while also preserving soil quality, water, and biodiversity (Franchini et al., 2012).

Increasing understanding of the effects of agricultural practices is critical for the development of long-term systems that ensure high productivity while minimizing soil degradation (Van Eerd et al. 2014).

Bogunovic et al. (2018) of the same opinion, stating that it is critical to avoid practices that cause soil deterioration for example erosion and to discover the best methods for maintaining soil fertility and crop productivity. Sustainable land use techniques are necessary to limit agriculture's influence on soil environmental degradation and to maintain long-term soil fertility.

Modern science and technology allow for significant changes in soil quality that have a positive impact on its productive potential. Soil tillage's primary function, which has remained unchanged throughout the history of plant cultivation, is to repair the soil structure on a regular basis and so manage the physical, chemical, and biological variables in the soil.

In the same vein, soil is one of the best reservoirs for microorganisms, and microorganisms play a critical function in the natural environment, particularly in the soil, enhancing production, improving soil structure, and improving plant health (Acosta-Martinez et al., 2007).

Although soil microbiota is rarely considered in agricultural practices, its impact on plant growth and development is enormous, contributing as absorption stimulation, antibiotic production that inhibits pathogen growth, nitrogen fixation, and so on.

Taking into account the points made in the preceding paragraphs, the research presented in the PhD thesis "***The influence of the tillage system applied to winter wheat on some components of the soil population***" is a major criterion in agriculture that entails determining the best methods for increasing soil biomass and microbial diversity, which has a positive impact on the development and productivity of crops that contribute to food production. An agricultural community's social worth is not simply production, but production in harmony with the environment to increase soil, water, air, and biological diversity.

We also hope to improve farmers' comprehension of the concept of no-tillage by using the findings of the research conducted over three agricultural years, from 2016 to 2019.

With increased awareness of the numerous advantages and benefits, in the next years, adoption rates of these technologies are projected to rise in as many sectors as feasible.



**Partea I**  
**STUDIUL BIBLIOGRAFIC**

*First Section*  
*BIBLIOGRAPHIC STUDY*



## **Capitolul 1**

### **CHAPTER 1**

## **CONTEXTUL ISTORIC**

### ***HISTORICAL BACKGROUND***

#### **1.1 Scurtă prezentare a conceptului no-tillage - viziuni și considerente**

#### ***1.1 Brief presentation of the no-tillage concept - visions and considerations***

Numeroase studii au arătat că în ultima perioadă avem de-a face cu o degradare a mediului datorată epuizării resurselor de apă și sol, transformare indusă de către om. Printre principalii factori care cauzează degradarea mediului se numără sistemele și tehnologiile de prelucrare a solului.

În agricultura zilelor noastre, adoptarea sistemului de agricultură sustenabilă prezintă un interes major, care contribuie la intensificarea analizelor și cercetărilor din sfera sistemelor de lucrare a solului.

Înainte ca agricultura să se răspândească, oamenii își petreceau timpul căutând hrană, vânând animale sălbatice și culegând plante sălbatice. Odată cu revoluția agricolă, care a reprezentat un salt crucial în istorie, oamenii și-au organizat o viață bazată pe agricultură, transformându-se din vânători și culegători în agricultori.

În urmă cu aproximativ 11500 de ani oamenii au început domesticirea animalelor pentru a le folosi în viața de zi cu zi. Astfel, primele animale domesticite au fost câinii, care erau folosiți la vânătoare, apoi oile, caprele și bovinele, fiind surse bogate de lapte, brânză și unt, precum și boii care au fost folosiți pentru arat, transportat.

La început, omul primitiv a realizat producția de bunuri alimentare prin folosirea unor elemente rudimentare din piatră și lemn, mai apoi descoperirea bronzului și a fierului a dus la confecționarea unor unelte mai eficiente, iar cu timpul au fost dezvoltate instrumente agricole îmbunătățite.

Agricultura Evului Mediu se caracterizează prin deschiderea de brazde, mărunțirea stratului superficial, asigurând condiții de germinare a semințelor și distrugere a buruienilor.

O nouă perioadă de dezvoltare agricolă a fost la începutul anilor 1700, când prin utilizarea noilor invenții agricole a crescut substanțial producția de alimente în Europa și în coloniile europene, în special în Statele Unite și Canada.

Una dintre cele mai importante invenții a fost semănătoarea trasă de cai, inventată de Jethro Tull în Anglia, un lucru deosebit de util având în vedere că până atunci semănatul se realiza manual. Ulterior, plugul lui John Deere, introdus în 1837 a făcut posibilă prelucrarea mai ușoară a solului.

Apariția industriei constructoare de mașini și modernizarea tehnologiilor agricole s-a realizat în epoca modernă. Scopul obținerii unor profituri din ce în ce mai mari a impus un ritm accelerat de intensificare a producției agricole prin perfecționarea tehnologiilor de cultură și aplicarea mecanizării, lucru semnalat încă din 1930, ceea ce a condus la degradarea rapidă a solului prin afectarea proprietăților fizico-chimice și apariția accentuată a eroziunii.

Lucrarea solului este o operațiune de câmp primară care a făcut parte din majoritatea sistemelor agricole de-a lungul anilor (Busari ș.a., 2015).

Deși se întâlnesc o multitudine de clasificări și denumiri ale sistemelor de lucrare, în prezent se deosebesc două categorii distincte: *sistemul neconvențional* și *sistemul convențional* (Jităreanu ș.a. 2020).

*Sistemul neconvențional (lucrări minime)* permite crearea condițiilor favorabile pentru conservarea solului, precum și dezvoltarea plantelor de cultură și conservarea solului prin renunțarea totală sau parțială la arătură, reducerea numărului de lucrări și păstrarea resturilor vegetale la suprafața solului.

*Sistemul convențional (clasic)* este caracterizat prin efectuarea arăturii și întoarcerea brazdei ca lucrare de bază a solului, utilizând plugul cu cormană.

De-a lungul timpului, numeroase cercetări au raportat ideea conform căreia, degradarea solului datorată îndeosebi tehnologiilor de prelucrare agricolă ar putea fi diminuată prin trecerea de la prelucrarea convențională a solului, care amplifică degradarea, la sistemele de conservare a solului, ce promovează calitatea solului.

Fabrizzi ș.a. (2005) confirmă faptul că intensificarea agriculturii a dus la pierderea calității solului, iar sistemele ce nu necesită prelucrarea acestuia au apărut ca strategie pentru conservarea lui.

Kassam ș.a. (2017) sunt de părere că noile sisteme de prelucrare a solului, împreună cu tehnicile de atenuare a eroziunii, au fost introduse pentru a depăși problema degradării solului, acesta fiind una dintre cele mai importante resurse naturale, iar protecția sa e de o importanță majoră, însă conform lui Oldeman ș.a. (1991), în Europa, 12 % din soluri sunt expuse degradării din cauza agriculturii intensive.

Practic, sistemul convențional de lucrare se caracterizează prin inversarea completă a stratului superficial prin arătură, iar potrivit Ashapure ș.a. (2019), această variantă de lucrare a solului a jucat un rol cheie în evoluția agriculturii moderne, prin promovarea culturilor cu randament ridicat și combaterea buruienilor, în timp ce sistemele de conservare (lucrarea minimă a solului, MT) includ practici de prelucrare a solului fără inversare și semănat direct (NT) și constau în semănatul culturilor cu perturbări minime sau zero ale solului, lăsând o acoperire cu mulci de minim 30 % (Giller ș.a., 2015).

Potrivit FAO (2011), lucrările de conservare a solului au apărut ca o soluție pentru menținerea productivității culturilor, a fertilității solului și a durabilității mediului și se bazează pe trei principii: semănatul direct al semințelor cu perturbări minime ale solului, acoperirea permanentă a solului și rotația culturilor.

De asemenea, o multitudine de studii atrag atenția asupra avantajelor prelucrării conservative a solului care implică lucrările reduse și perturbări minime ale ecosistemului solului care servesc la îmbunătățirea structurii acestuia (Govaerts ș.a., 2007; Machado ș.a., 2015), creșterea agregării și a conținutului de materie organică (Mitchell ș.a., 2017), creșterea umidității solului (Baumhardt ș.a., 2017) și îmbunătățirea ratei de infiltrare a apei (Kahlon ș.a., 2013; Mitchell ș.a., 2017; Roper ș.a., 2013).

Sistemele no-tillage au numeroase avantaje în comparație cu cele convenționale având costuri mai mici de producție, timp redus de lucru, reducând în același timp eroziunea, îmbunătățind stabilitatea agregatelor, conservarea solului și sechestrarea carbonului (Viglizzo și Jabbagy, 2010).

În cartea intitulată „Plowman’s Folly” scrisă de către Faulkner (1943), aratul este descris ca fiind cel mai greșit pas în avansarea agriculturii, sugerând fermierilor să lase reziduurile de cultură la suprafața solului, lucrându-le doar în stratul superficial folosind grapa cu discuri sau alte instrumente ce asigură prelucrarea solului la suprafață. Deși cartea a avut un real succes, ideea de a nu folosi plugul înainte de însămânțarea unei culturi a fost întâmpinată cu scepticism de către oamenii de știință (Triplett și Dick, 2008).

De la începutul anilor 1960, fermierii au fost îndrumați să adopte variante de prelucrare pentru conservarea solului, pentru a reduce cantitatea de combustibili, poluarea, eroziunea eoliană, degradarea calității aerului și multe alte cauze care pun în pericol solul.

*„Agricultura durabilă contribuie la gestionarea cu succes a resurselor pentru agricultură pentru a satisface necesitățile umane în schimbare, menținând sau sporind calitatea mediului și conservarea resurselor naturale.”* este definiția dată de către El-Swaify (1999), în care se regăsesc principiile conceptului de agricultură durabilă, concept care necesită o interpretare atât la nivel regional, cât și la nivel local.

Potrivit cercetărilor Holland (2004) și Busari ș.a. (2015), lucrările care asigură conservarea solului sunt cele mai răspândite, fiind eficiente din punct de vedere al costurilor, iar dincolo de atenuarea eroziunii solului, îmbunătățesc securitatea alimentară și reduc degradarea resurselor chiar și în cazul anomaliilor meteorologice cum ar fi seceta și precipitațiile intense.

Spre deosebire de lucrările convenționale, acestea asigură prelucrarea solului fără inversarea orizonturilor, rețin cel puțin 30 % din reziduurile de cultură la suprafață, de asemenea, reduc numărul de treceri ale roților și minimizează perturbarea solului prin omiterea etapelor de prelucrare a solului.

Lucrările de conservare sunt practicate în mai multe variante, în funcție de adâncimea și lățimea de lucru, inclusiv no-till, ridge-till, strip-till, mulch-till și reduced-till. Aceste forme sunt aplicate pe aproximativ 200 mha în întreaga lume (Kassam ș.a., 2019), iar în Europa au fost practicate pe 22 mha din terenurile arabile în 2010 (Kertesz și Madarasz, 2014).

Hobbs (2007) definește NT ca fiind un sistem bazat pe cultivarea solului fără arat în prealabil, în acest fel resturile vegetale rămân pe sol creând un strat permanent care protejează împotriva eroziunii hidrice și eoliene, timp în care materia organică poate fi mai bine oxidată, agregatele solului devin mai stabile la acțiunea apei, iar apa se infiltrează mai ușor.

Tot vis-a vis de eficiența sistemelor de lucrare, în lucrarea lui Zhang ș.a. (2011) este vizată eroziunea stratului arabil care a fost întotdeauna o problemă îngrijorătoare ce a redus productivitatea solului și a dus la pierderea resurselor.

În ceea ce privește beneficiile sistemelor de lucrare este cunoscută calitatea lucrărilor conservative, în special a NT, de a reduce eroziunea solului și degradarea structurii comparativ cu lucrările convenționale, care lasă solul susceptibil la eroziune datorită faptului că resturile vegetale nu sunt păstrate la suprafața acestuia.

Din acest motiv sistemul NT este considerat cea mai promițătoare soluție de conservare a solului, devenind unul dintre cele mai importante subiecte din cercetarea agricolă.

Tot în această lucrare, NT este descris ca un sistem complex ce este în relație directă cu factorii fizici, chimici, biologici. Armonizarea acestor factori este o încercare majoră, ce dă naștere multor dispute.

NT în agricultură implică semănatul pe fâșii de teren înguste, prelucrate în prealabil cu același utilaj, fără a exista necesitatea unor lucrări suplimentare pentru pregătirea patului germinativ. De asemenea, poate fi descris ca introducerea semințelor în sol nearat, în rigole înguste și la adâncime superficială, semințele fiind apoi acoperite cu sol.

Sunt patru principii care stau la baza utilizării sistemelor de lucrare minimă a solului:

- Menținerea solului acoperit cu resturi vegetale;
- Reducerea mobilizării solului prin arătură;

- Restricționarea traficului în câmp cu utilaje;
- Folosirea rotației culturilor pentru creșterea fertilității solului.

No-tillage poate fi relevant pentru producătorii comerciali dar și pentru fermele de subzistență. Reducerea costurilor și timpului de lucru, constituie un aspect important de luat în considerare în viitor, cu implicații specifice în răspândirea tehnicii no-tillage în toate colțurile lumii.

De-asemenea, în urma unei documentări în ceea ce privește evoluția sistemelor NT, Calistru Anca-Elena (2014) susține că datorită beneficiilor sale pe termen lung, sistemul NT este de așteptat să se răspândească în următorii ani pe mai multe terenuri, nu doar în țările în care este utilizat, ci și în altele noi, dar pentru acest lucru este nevoie de o mai bună înțelegere a conceptului, alături de sprijinul fiecărui guvern și instituțiilor din domeniu, astfel încât fermierii să fie conștienți de avantaje: reduce eroziunea solului, necesită mai puține utilaje, costuri mai mici, condiții de umiditate îmbunătățite, recolte crescute datorită capacității mai mari de infiltrare a apei și de stocare, crește eficiența fermei, îmbunătățește structura solului și eficiența utilizării apei.

Derpsch ș.a. (2014) menționează că NT este văzut de mulți cercetători ca o modalitate ce permite intensificarea durabilă a tehnologiilor de cultură pentru a satisface cerințele specifice agriculturii viitorului. Deși aparent NT presupune doar absența sau reducerea lucrărilor solului, în realitate trebuie aplicate mai multe măsuri pentru a garanta randamente egale sau mai mari și performanțe de mediu mai bune decât în cazul sistemelor convenționale de prelucrare a solului. Cercetarea în domeniul sistemului agricol no-tillage/conservativ a fost realizată începând de acum mai mult de o jumătate de secol în multe țări, în general din motive economice, pentru a reduce consumul de forță de muncă, de energie și pentru îmbunătățirea rezultatelor de mediu.

Cu toate acestea, pentru a înțelege acest sistem este necesară o metodologie standardizată de cercetare bazată pe condițiile specifice locației. Lipsa acesteia a condus deseori la obținerea de rezultate conflictuale în cercetare, deoarece au fost aplicate tehnologii, metodologii și definiții diferite ale sistemelor de conservare.

Margulies (2012) descrie NT ca o formă de prelucrare ce asigură conservarea solului, în care culturile sunt însămânțate direct în sol, printre resturile vegetale ale culturii anterioare, menționând că aproape un sfert din terenurile cultivate în SUA folosesc această metodă ce reprezintă una dintre cele mai mari revoluții agricole ale timpurilor moderne.

Totodată, tehnologia NT este promovată datorită capacității de a reduce eroziunea solului, de a sechestra carbonul organic din sol, de a reduce scurgerea apei și de a îmbunătăți habitatul faunei sălbatice pe terenurile agricole, în același timp menținând sau chiar îmbunătățind producția culturilor.

Începutul tehnologiilor NT a fost marcat prin apariția unei noi forme de agricultură, după Al Doilea Război Mondial, agricultură ce folosea erbicide pentru

combaterea buruienilor, împreună cu noi utilaje concepute pentru a însămânța direct printre resturile vegetale ale culturii anterioare.

Cultura plantelor fără arătură sau orice altă lucrare a solului, aparține americanilor și datează din anii 1930, însă nu a putut să devină aplicabilă în practică decât după anii 1957-1960, adică după ce firma Geigy din Elveția a sintetizat atrazinul, erbicidul super selectiv pentru porumb.

În SUA, în anul 1960, se fabricau 18 tipuri de mașini de semănat pentru sistemul minimum și no-tillage (Șarpe., 2008).

Potrivit lui Baker ș.a. (2007), conceptul modern de agricultură de conservare a luat naștere când au fost lansate erbicidele paraquat și diquat, astfel încât buruienile puteau fi controlate eficient fără prelucrarea solului.

Această descoperire în materie de control chimic al buruienilor a dat naștere unei adevărat concept no-tillage, deși ulterior au existat și alte substanțe chimice, cum ar fi glifosfatul și alți compuși generici comercializați, care au extins conceptul și mai mult.

Deși au fost incluse și alte variante precum plivitul cu flacăra, cu abur, manual, acestea nu s-au dovedit la fel de eficace precum pulverizarea cu un erbicid.

Duval ș.a. (2013) au afirmat că în vederea îmbunătățirii calității solurilor agricole au fost introduse în anii 1990 sistemele ce nu necesită prelucrarea solului, în special însămânțarea directă, acestea fiind adoptate la o rată exponențială.

În zilele noastre aproximativ în fiecare țară este utilizată tehnologia NT. Potrivit FAO (2014), valorile prezentate în 2014 arată că această tehnologie s-a răspândit rapid pe aproape 155 milioane de ha, deși în 1999 suprafața cultivată în NT era de 45 milioane de ha, zece ani mai târziu ajungând 111 milioane de ha.

În timp ce în America de Sud suprafețele cultivate în NT au fost de peste 70 % în țări precum Argentina, Brazilia, Paraguay și Uruguay (FAO AQUASTAT, 2014), cea mai mică rată de adopție se găsește în Europa, Asia și Africa.

Conform Nocelli Pac S. (2017), Argentina a aplicat acest sistem la scară largă, ajungând la aproximativ 90 % din totalul terenurilor de cultură.

## **1.2 Grâul de toamnă – o cultură esențială**

### **1.2 Winter wheat – staple crop**

Grâul de toamnă (*Triticum aestivum* L.) este una dintre primele specii cultivate de om, iar dezvoltarea agriculturii este strâns asociată de cultivarea acestuia (Asplund ș.a., 2010).

Prima cultivare a grâului a avut loc în urmă cu aproximativ 10 000 de ani, ca parte a „Revoluției Neolitice”, care a făcut trecerea de la vânătoare și cules de hrană la agricultura așezată.

Grânele cele mai timpurii cultivate erau formele diploide (grâul einkorn) și tetraploide (grâul emmer), provenite din partea de sud-est a Turciei, fapt indicat de relațiile lor genetice (Heun ș.a., 1997; Nesbitt, 1998; Dubcovsky și Dvorak, 2007).

Cultivarea s-a răspândit în Orientul Apropiat cu aproximativ 9 000 de ani în urmă, când grâul de pâine hexaploid și-a făcut prima apariție (Feldman, 2001).

În prezent aproximativ 95 % din grâul cultivat la nivel mondial este grâu de pâine hexaploid, iar cea mai mare parte din restul de 5 % este grâu dur tetraploid (Shewry, 2009).

Grâul de pâine (*Triticum aestivum* L.) este una dintre cele mai importante culturi alimentare, cu o producție globală anuală actuală de peste 680 de milioane de tone, oferind aproximativ o cincime din totalul aportului caloric al populației mondiale (Rasheed ș.a., 2014).

Grâul, considerat ca cel mai bun aliment, reprezintă o sursă principală de carbohidrați ce conține vitamine, minerale și grăsimi, devenind foarte nutritiv la adăugarea unei mici cantități suplimentare de grăsimi de origine vegetală sau animală. Este totodată cea mai cultivată plantă din lume și cea mai utilizată cereală în hrana omului, care a fost alimentul de bază timp de 8 000 de ani pentru marile civilizații ale Asiei de Vest, Europei și Africii de Nord.

La nivel mondial este cultivat pe suprafețe ce depășesc 240 milioane de hectare. China este cunoscută cu cea mai extinsă suprafață de teren cultivată cu grâu, 29 milioane de hectare, urmată îndeaproape de Statele Unite și India cu câte 25 milioane de ha fiecare, Federația Rusă cu 24 milioane de ha, dar și Kazakhstan (12 milioane de ha) și Canada (11 milioane de ha) ([www.faostat.org](http://www.faostat.org)).

Țările din Europa de Vest au cele mai mari producții de grâu din lume, respectiv peste 6 tone/ha. Olanda deține recordul de 8,6 tone/ha, urmată îndeaproape de Regatul Unit cu o medie de 7,7 tone /ha.

În România, suprafața însămânțată cu grâu este în prezent de 2,2 milioane de hectare, iar conform datelor operative, cei mai buni ani din 2007 și până în prezent, au fost 2017 cu 10,03 milioane de tone de grâu, 2018 cu 10,14 milioane de tone, 2019 cu 10,29 milioane de tone și 2021 în care s-a obținut cea mai mare recoltă de grâu de la aderarea la Uniunea Europeană, de peste 11,33 milioane de tone. În 2020 s-au obținut doar 6,4 milioane de tone de grâu, recolta fiind diminuată cu peste 40 % din cauza secetei.

Felicia Chețan ș.a. (2016) este de părere că suprafețele mari pe care este semănat grâul, precum și preocuparea oamenilor față de cultivarea acestuia este rezultatul mai multor factori, precum conținutul mare al boabelor în proteine și hidrați de carbon, conservarea îndelungată a boabelor, plasticitatea ecologică mare, fiind cultivat în zone cu climă și soluri diferite, considerând că este una dintre cele mai importante plante cultivate, cu mare valoare nutritivă.



**Capitolul 2**  
**CHAPTER 2**

**STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRIILOR PRIVIND  
INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA UNOR  
PROPRIETĂȚI FIZICE ȘI COMPONENTE ALE POPULAȚIEI  
SOLULUI**

***CURRENT STATE OF RESEARCH ON THE INFLUENCE OF  
TILLAGE SYSTEMS ON SOME PHYSICAL PROPERTIES AND  
COMPONENTS OF THE SOIL POPULATION***

**2.1 Influența sistemelor de lucrare asupra proprietăților fizice și  
hidrofizice ale solurilor**

***2.1 The influence of tillage systems on physical and hydro-physical  
properties of the soil***

Cultivarea solului este o activitate agricolă importantă datorită impactului său asupra producției vegetale și a proprietăților acestuia (Chatterjee și Lal, 2009; Chivenge ș.a., 2007). Studiarea proprietăților solului reprezintă o necesitate primordială în vederea cunoașterii și înțelegerii modului în care solul reacționează la solicitările la care este supus în vederea efectuării lucrărilor. De asemenea, analiza stării fizice a solului este esențială în vederea creșterii și dezvoltării plantelor cultivate, precum și pentru sporirea randamentului de obținere a unor producții cât mai mari.

Lucrarea solului are ca scop o serie de efecte imediate, rezultate din obiectivele lucrării solului în sine: lucrarea de bază, pregătirea patului germinativ, întreținerea câmpului. Cu toate acestea, efectele prelucrării solului pot avea efecte negative sau pozitive imediate, pe termen scurt sau lung (Marin ș.a., 2012; Molnar ș.a., 2012; Moraru și Rusu, 2012; Ranta ș.a., 2012; Rusu și Bogdan, 2012; Stanila ș.a., 2012; Zhou ș.a., 2012).

Țopa ș.a. (2011) consideră că efectul lucrărilor asupra proprietăților solului depinde de interacțiunea dintre sol și condițiile climatice, precum și de practicile de gestionare a solului și a culturilor. Potrivit rezultatelor publicate de Rusu (2014), este

greu de prezis modul în care culturile răspund la modalitatea de prelucrare a solului, rezultatele depinzând atât de caracteristicile și microclimatul solului, cât și de asocierea diferitelor practici, cum ar fi: pregătirea solului, semănatul, echipamentul folosit, rotația culturilor, specia sau hibridul utilizat, modul în care a fost fertilizat (timpul și modul în care este aplicat) sau controlul buruienilor.

Un impact major îl au și criteriile care conduc la alegerea tehnologiilor flexibile și multifuncționale ce vizează reducerea consumului de energie, precum și obținerea de randamente ridicate, conservarea solului și protecția mediului (Jităreanu ș.a., 2006; Ailincăi ș.a., 2011; Gao ș.a., 2012).

Legat de influența sistemelor de lucrare asupra proprietăților solului nenumărate cercetări au demonstrat că tipul de lucrare a solului poate avea efecte negative și/sau pozitive asupra proprietăților fizice ale acestuia. Astfel, potrivit lui Trolborg ș.a. (2013) alegerea practicilor convenționale de prelucrare a solului, care implică aratul utilizând un plug cu cormană, au efecte precum reducerea conținutului de materie organică din sol, care favorizează creșterea compactării, formarea crustei și apariția eroziunii, cu afectarea microorganismelor din sol (Kladivko, 2001; Birkás ș.a., 2008; Hösl și Strauss, 2016).

Alvarez și Steinbach (2009) consideră că practicile convenționale de prelucrare a solului pot afecta proprietățile fizice ale acestuia, atât pozitiv cât și negativ, ceea ce are ca rezultat randamente foarte variate ale culturilor.

Prin utilizarea sistemelor de lucrare convenționale cât și a celor fără arătură, se modifică proprietățile legate de degradarea solului și apar diferențe în distribuția îngrășămintelor și a reziduurilor de plante în stratul arabil. Potrivit lui Medvedev ș.a. (2006), Berezhnyak (2010), Pikovska (2013), reducerea intensității lucrărilor este un mijloc eficient de îmbunătățire a proprietăților fizice ale solului. Cu toate acestea, Kisil (1984) remarcă faptul că lucrarea fără arătură determină compactarea stratului superior al solului și deteriorarea structurii acestuia.

Lucrările solului cauzează schimbări în ceea ce privește mărimea și distribuția pe clase de mărimi a agregatelor structurale. Prin practicile conservative, de genul lucrărilor minime sau no-tillage, are loc o infiltrare mai eficientă a apei în sol, îmbunătățirea proprietăților fizice și chimice, precum și împiedicarea formării crustei solului (Thierfelder, 2005).

Șarpe (2010) a ajuns la concluzia că în sistemul no-tillage, buruienile anuale și perene au fost combătute în proporție de 100 %, producțiile de porumb au fost practic egale cu producțiile din sistemul convențional și că acest sistem are mari perspective pentru agricultura României.

Și Bogunovic ș.a. (2018) consideră că este nevoie de practici mai durabile de gestionare a solului, iar Lal (2007), Sasal ș.a. (2010) și Mwango ș.a. (2016), sunt de părere că NT conservă calitatea și reduce eroziunea solului.

Conform Derpsch ș.a. (2014), adoptarea sistemelor conservative permit îmbunătățirea proprietăților fizice și chimice ale solului și astfel rezultă o structură a solului mult mai productivă, o menținere a biodiversității, o creștere a cantității de materie organică, îmbunătățirea capacității de infiltrare și de stocare a apei, ameliorând astfel eficiența utilizării apei și calitatea acesteia. Prin tehnologia clasică, unde lucrarea de bază se realizează cu plugul cu întoarcerea brazdei, are loc mărirea emisiilor de CO<sub>2</sub> în atmosferă, reducerea conținutului de materie organică a solului și prin urmare, este afectată calitatea și totodată fertilitatea solului. O modificare a temperaturii și a cantității de precipitații sau o mărire a concentrației de CO<sub>2</sub> atmosferic va leza în mod substanțial ritmul de dezvoltare al plantelor precum și randamentul culturilor.

### 2.1.1 Influența asupra densității aparente a solului

#### 2.1.1 The influence on soil bulk density

Densitatea aparentă (**Da**), este un indicator foarte important al gradului de compactare al solului (Liu ș.a., 2020).

Lazarev ș.a. (2000), consideră **Da** a solului ca una dintre caracteristicile sale importante și un parametru fizic obiectiv, în special în perioada de tranziție de la un sistem de lucrare a solului la altul. Acest parametru influențează în special regimul de apă, aer, temperatură, nutrienți dar și alte regimuri.

**Da** este frecvent utilizată pentru a exprima calitatea structurală a solului și este estimată ca „masa solului pe unitatea de volum ocupat” (Emmet-Booth ș.a., 2019), fiind în general influențată de factori precum textura și structura, materia organică sau conținutul de argilă a solului.

Potrivit Nazarenko ș.a. (2004), **Da** caracterizează nivelul de agregare al solului și depinde de textură, conținutul de humus și determină volumul de apă, aer, mobilitatea și disponibilitatea acestora în plante, dezvoltarea sistemului radicular, afectează creșterea, dezvoltarea culturilor și în final producția.

Și Chen ș.a. (1998), afirmă că **Da** este legată de caracteristicile naturale ale solului, cum ar fi textura, materia organică, structura și conținutul de pietriș (Franzen ș.a., 1994), fiind influențată de la un an la altul de acțiunea proceselor de îngheț-dezghet (Unger, 1991), corelată cu precipitațiile, abundența rădăcinilor și cu activitatea microorganismelor.

**Da** crescută determină o porozitate slabă a solului asociată cu creșterea redusă a plantelor datorată capacității de infiltrare al cărei drenaj este restricționat.

Zhang ș.a. (2011) sunt de părere că, în general, **Da** redusă conduce la un contact slab între sol și rădăcini, iar **Da** ridicată reduce aerarea și crește rezistența la penetrare, limitând creșterea rădăcinilor (Cassel, 1982).

Autori precum Lars ș.a. (2013), Sasal ș.a. (2006), Alvarez și Steinbach (2009) au raportat o densitate mai mare a solului în condiții fără prelucrare comparativ cu alte sisteme de prelucrare a acestuia.

Lucrările mecanice, inclusiv recoltatul, pot degrada calitatea solului și densitatea acestuia. Cu toate acestea, numeroase experiențe realizate pentru a compara **Da** din sistemul NT și cel CV au dat rezultate diferite, de aici luând naștere și controversele conform cărora NT ar afecta negativ proprietățile solului.

Unele cercetări au demonstrat că **Da** este mai mare în cazul NT (Tebrugge și Düring, 1999; Wander și Bollero, 1999; Hill, 1990; Vyn și Raimbault, 1993; Logsdon și Cambardella, 2000) în timp ce alte studii au evidențiat contrariul (Croretto, 1998; Dao, 1996; Shaver ș.a., 2002). Alte grupuri de cercetători au raportat diferențe nesemnificative în ceea ce privește **Da** din solul arat comparativ cu cel fără arătură (Ferrerias ș.a., 2000; Hammel, 1989; Mohammad, 2003).

Interpretarea rezultatelor obținute s-a făcut în corelație cu textura, condițiile climatice, gradul de acoperire cu resturi vegetale, conținutul de apă din sol și perioada în care s-a utilizat NT. Cele mai mari valori ale **Da** se înregistrează în solul neprelucrat, compactat sub acțiunea picăturilor de ploaie, comparativ cu lucrarea convențională care a creat un strat superficial afânat. În timp ce **Da** scăzută este caracteristică lucrărilor în sistem convențional, valorile acestui indicator pot scădea și mai mult în stratul superficial de sol (0-5 cm) către sfârșitul perioadei de vegetație a culturilor prin intensă acțiune a creșterii rădăcinilor, prezenței organismelor în sol, înghețului și dezghețului, precum și creșterii conținutului de apă și a cantității de resturi vegetale.

Din cauza faptului că factorii de influență asupra **Da** sunt interdependenți, se poate ajunge uneori la rezultate înșelătoare. Pentru a obține concluzii corecte privind efectul NT pe diferite tipuri de sol, variabilele trebuie studiate pe perioade lungi de experimentare. De asemenea, este importantă continuarea cercetărilor mai mult de trei ani după practicarea NT (Hammel, 1989; Mohammad, 2003).

Sokolowski ș.a. (2020), au efectuat un studiu pentru a determina influența sistemelor de lucrare NT și CV asupra unor proprietăți fizice printre care și **Da**, înființând o experiență în anul 2006 pe un sol Vertic Argiaquoll din Buenos Aires, Argentina. Pentru studiu, s-au colectat probe de sol de pe două intervale de adâncime (0-10 cm și 10-20 cm), iar **Da** a fost determinată prin *metoda cilindrului* (Blake și Hartge, 1986), folosind cilindrii cu un volum de 250 cm<sup>3</sup>.

În NT (sistemul fără prelucrare) nu s-a efectuat nicio lucrare, iar în CV (sistemul convențional) s-a utilizat plugul, arat 15 cm plus trei treceri cu grapa cu discuri. Semănatul și lucrările au fost efectuate cu un tractor John Deere de dimensiuni medii. Cel mai ridicat nivel al **Da** a fost 1,29 g/cm<sup>3</sup>, care este nivelul critic pentru creșterea plantelor în solurile Argiudoll (Gupta și Allmars, 1987).

Țopa ș.a. (2021) au concluzionat că prelucrarea NT ar putea fi recomandată ca tehnică de prelucrare a solului ce contribuie la îmbunătățirea fertilității acestuia și

la durabilitatea producției după ce au urmărit efectul sistemelor de lucrare a solului pe termen lung, pe baza unui experiment de 10 ani. Prelucrarea NT a redus substanțial **Da** a solului din stratul de la suprafață comparativ cu prelucrarea convențională.

Bogunovic ș.a. (2018) au investigat impactul diferitelor sisteme de prelucrare a solului asupra compactării, eroziunii și producției culturilor, realizând o experiență pe stagnosolurile argiloase din Croația. Au fost studiate trei tipuri de lucrare a solului: CT-arat la 30 cm, NT și DT-arat la 30 cm cu subsolaj până la 50 cm. Diferența între CT și DT a fost direcția de lucrare și ocazional prelucrarea profundă care a avut loc în DT. În ambele variante cu arătură s-au încorporat resturile vegetale în sol, iar în NT solul nu a fost deranjat prin nicio lucrare. Buruienile au fost combătute cu erbicide totale și preemergente. **Da** a fost determinată pe adâncimile 0-10, 10-20, 20-30 și 30-40 cm ale solului. În timpul perioadei luate în considerare, **Da** a fost semnificativ influențată de lucrările aplicate solului și de adâncimea la care acestea s-au realizat în 2007, 2010 și 2014. O interacțiune între lucrări și adâncime a fost identificată pe întreaga perioadă a studiului, cu excepția anilor 2009 și 2013. În cazul variantei NT, **Da** a fost semnificativ mai mare pe adâncimea 0-10 cm în 2007, 2008 și 2010, comparativ cu CT și DT. Pe adâncimea 10-20 cm, nu au existat diferențe semnificative pe parcursul întregii perioade de studiu. Atât în NT cât și în DT la adâncimea de 20-30 cm, **Da** a fost în mod normal mai mare decât CT, cu excepția anului 2007, când NT era mai mică comparativ cu celelalte două variante de lucrare. Această situație a fost inversată la adâncimea de 30-40 cm, unde CT a avut **Da** mai mare decât DT și NT, cu excepția anului 2007. Rezultatele au arătat că modalitățile de prelucrare au influențat parametrii fizici ai solului, eroziunea și producția culturilor.

În experiența realizată de către Răus ș.a. (2011), în care s-a analizat influența a trei variante de lucrare a solului (CV, NT și MT), **Da** s-a majorat în toate variantele de lucrare în funcție de adâncime, cel mai mare grad de compactare fiind întâlnit în straturile superioare la toate variantele. Fenomenul a avut valori mai reduse odată cu creșterea adâncimii. **Da** a avut cele mai mari valori în cazul MT, iar la NT valorile au fost cele mai mici. Sistemul MT a favorizat intensificarea formării structurii, datorită materiei organice de la suprafața solului.

Ramadhan (2021) a înființat un experiment pentru a urmări evoluția **Da** prin utilizarea a trei tehnici de prelucrare a solului (RT-prelucrare redusă cu cultivator; DT-prelucrare profundă, arătură la 30 cm; CT-prelucrare convențională, arătură la 20 cm). Studiul a fost realizat în anul 2020 pe parcursul a două sezoane de vegetație la o cultură de porumb (*Zea mays* L.) din orașul Al-Qurna, situat în nord-vestul provinciei Basrah, Irak, zonă ce are caracteristici climatice continental cald-temperate. Prelevarea probelor de sol pentru a vedea influența sistemelor de lucrare a fost făcută cu o săptămână înaintea semănatului cât și la recoltarea culturilor, în ambele sezoane, pe adâncimea 0-40 cm. Probele au fost uscate în etuvă la 105 °C

timp de 48 de ore. Rezultatele au arătat că **Da** a fost afectată semnificativ de modul de lucrare a solului, aceasta fiind mai scăzută în DT ( $1,38 \text{ g/cm}^3$  în sezonul 1 și  $1,36 \text{ g/cm}^3$  în sezonul 2) și CT ( $1,42 \text{ g/cm}^3$  în sezonul 1 și  $1,39 \text{ g/cm}^3$  în sezonul 2), comparativ cu RT ( $1,45 \text{ g/cm}^3$  în sezonul 1 și  $1,43 \text{ g/cm}^3$  în sezonul 2).

Țopa ș.a. (2011) au realizat un experiment de teren, în anii 2010-2011, la cultura grâului de toamnă la ferma Ezăreni, a USAMV Iași cu scopul de a evalua influența sistemelor CV și MT de cultivare asupra proprietăților fizice ale solului. Au fost folosite cinci variante de lucrare a solului:  $V_1$ -grapa cu discuri,  $V_2$ -plug,  $V_3$ -cizel,  $V_4$ -arat la 20 cm (varianta control),  $V_5$ -arat la 30 cm. În ceea ce privesc rezultatele obținute (tabelul 2.1), **Da** a avut valoarea cea mai mică la însămânțare pe adâncimea de 0-10 cm ( $1,13$ - $1,21 \text{ g/cm}^3$ ), valorile au crescut pe stratul 10-20 cm, înregistrând cea mai mare valoare în varianta lucrată cu grapa cu discuri ( $1,39 \text{ g/cm}^3$ ).

Tabelul 2.1

Table 2.1

**Influența sistemelor de lucrare asupra Densității aparente, la cultura grâului de toamnă (2010/2011) (Țopa, 2011)**

**The influence of tillage systems on Bulk density at winter wheat crop (2010/2011) (Țopa, 2011)**

| Varianta                   | Adâncimea (cm) | Densitatea aparentă( $\text{g/cm}^3$ ) |                         |             |
|----------------------------|----------------|----------------------------------------|-------------------------|-------------|
|                            |                | Semănat                                | Vegetație               | Recoltare   |
| Grapă cu discuri           | 0-10           | 1,21                                   | 1,31                    | 1,39        |
|                            | 10-20          | 1,39                                   | 1,46                    | 1,46        |
|                            | 20-30          | 1,43                                   | 1,52                    | 1,54        |
| Media pe adâncimea 0-30 cm |                | <b>1,34</b>                            | <b>1,43</b>             | <b>1,46</b> |
| <b>Media anuală</b>        |                | <b>1,41</b>                            | <b>xxx</b>              |             |
| Plug                       | 0-10           | 1,13                                   | 1,28                    | 1,33        |
|                            | 10-20          | 1,28                                   | 1,41                    | 1,43        |
|                            | 20-30          | 1,44                                   | 1,47                    | 1,49        |
| Media pe adâncimea 0-30 cm |                | <b>1,28</b>                            | <b>1,39</b>             | <b>1,42</b> |
| <b>Media anuală</b>        |                | <b>1,36</b>                            |                         |             |
| Cizel                      | 0-10           | 1,10                                   | 1,23                    | 1,29        |
|                            | 10-20          | 1,24                                   | 1,35                    | 1,40        |
|                            | 20-30          | 1,30                                   | 1,43                    | 1,47        |
| Media pe adâncimea 0-30 cm |                | <b>1,23</b>                            | <b>1,34</b>             | <b>1,39</b> |
| <b>Media anuală</b>        |                | <b>1,32</b>                            | <b>o</b>                |             |
| Arat 20 cm                 | 0-10           | 1,13                                   | 1,25                    | 1,32        |
|                            | 10-20          | 1,22                                   | 1,35                    | 1,42        |
|                            | 20-30          | 1,41                                   | 1,47                    | 1,53        |
| Media pe adâncimea 0-30 cm |                | <b>1,25</b>                            | <b>1,36</b>             | <b>1,42</b> |
| <b>Media anuală</b>        |                | <b>1,34</b>                            | <b>variantă control</b> |             |
| Arat 30 cm                 | 0-10           | 1,14                                   | 1,25                    | 1,31        |
|                            | 10-20          | 1,21                                   | 1,31                    | 1,39        |
|                            | 20-30          | 1,26                                   | 1,38                    | 1,42        |
| Media pe adâncimea 0-30 cm |                | <b>1,20</b>                            | <b>1,31</b>             | <b>1,37</b> |
| <b>Media anuală</b>        |                | <b>1,30</b>                            | <b>ooo</b>              |             |

DL 5% =  $0,022 \text{ g/cm}^3$ DL 1% =  $0,031 \text{ g/cm}^3$ DL 0,1% =  $0,047 \text{ g/cm}^3$

În urma analizelor efectuate pe stadii de vegetație și la recoltarea grâului de toamnă, în cadrul cercetărilor realizate la Ferma Ezăreni, Iași (2017), s-a constatat că trecerea repetată a utilajelor a determinat o **Da** mai mare în cazul variantei CV, comparativ cu varianta NT deoarece solul afânat se tasează mult mai ușor în cursul sezonului de vegetație (Cristina Cuconoiu ș.a., 2019).

În vederea stabilirii unei variante pentru prelucrarea solului capabile să asigure conservarea solului, productivitate și eficiență energetică, Rusu (2014) a efectuat un experiment în ferma Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca. În studiu au fost luate trei variante de lucrare: CT, MT și NT într-o rotație de porumb, soia-fasole și grâu.

Monitorizarea **Da** s-a realizat prin metoda cilindrului (folosind un cilindru de 100 cm<sup>3</sup>), iar pentru a cuantifica schimbarea acestui indicator în cadrul diferitelor variante de lucrare a solului, s-au făcut determinări pentru fiecare cultură în patru etape vegetative (primăvara, 5-6 frunze, formarea bobului și recoltare). Valorile **Da** au crescut pe adâncimea 10-30 cm cu 0,01 %-0,03 % în cazul sistemelor MT și NT, însă această creștere nu a fost semnificativă în niciuna din variantele experimentale.

Variantele de lucrare a solului, CV și NT, au determinat valori medii superioare ale **Da** (1,41 g/cm<sup>3</sup>-pe vegetație și 1,54 g/cm<sup>3</sup>-la recoltare) pe adâncimea 0-40 cm, în sistemul CV de lucrare a solului.

Yevtushenko ș.a. (2016) au realizat un studiu în cadrul Institutului Agroindustrial Nizhyn din Nules, Ucraina, în perioada 2009-2011. În cadrul experimentului, solul a fost lucrat astfel: tradițional-arat până la adâncimea de 25-27 cm, lucrare superficială până la 10-12 cm adâncime, lucrare diferențiată pe intervalul de adâncime 25-27 cm și lucrare diferențiată pe intervalul 25-27 cm cu afânare adâncă periodică a solului până la 50 cm adâncime. Probele de sol au fost recoltate din straturile 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm în fazele principale de creștere și dezvoltare a porumbului, pentru a determina **Da**. Rezultatele determinărilor au arătat că diferitele metode de prelucrare a solului au o influență mică în stratul 0-10 cm în fazele de germinare și de plantulă, însă straturile de sol mai adânci s-au observat diferențe. În cadrul lucrărilor conservative **Da** a crescut ușor în stratul arabil, dar cu toate acestea, parametrul a fost în limitele optime (1,0-1,30 g/cm<sup>3</sup>) pentru porumbul cultivat pe solul de tip cernoziom. Reducerea lucrărilor solului a contribuit la compactarea stratului 10-20 cm, mai ales în cazul lucrării superficiale, unde valorile parametrului au fost de 1,24 g/cm<sup>3</sup>. În cazul variantei tradiționale, de la începutul până la sfârșitul sezonului de creștere a porumbului a fost înregistrată compactarea accentuată a stratului 30-40 cm, unde **Da** a fost în limitele de 1,25-1,31 g/cm<sup>3</sup>. Pentru toate variantele de lucrare în timpul perioadei de vegetație a fost observată o creștere treptată a **Da**, în special în straturile 10-20 și 20-30 cm, datorită uscării solului și compactării acestuia prin treceri repetate cu mașini și utilaje. În

variante de lucrare diferențiată pe intervalul 25-27 cm, cu afânare adâncă periodică a solului până la 50 cm adâncime, **Da** a avut valoarea cea mai mică în stratul de sol de 0-30 cm (1,16-1,27 g/cm<sup>3</sup>).

În vederea reliefării evoluției **Da** sub acțiunea a patru metode de lucrare a solului (plug, cizel, paraplow și grapă rotativă), Ciucoș (2011) a efectuat o experiență la Stațiunea Didactică Experimentală a USAMV Cluj-Napoca, în locul numit „Șapca Verde”, pe un sol de tip cernoziom cambic și unul de tip aluviosol molic.

Rezultatele analizelor au indicat că lucrările minime efectuate pe ambele tipuri de sol sunt favorabile pentru dezvoltarea culturii de porumb.

În cazul cernoziomului cambic lucrat cu plugul au rezultat valori cuprinse între 1,1-1,27 g/cm<sup>3</sup> în stratul de până la 20 cm, respectiv 1,39-1,42 g/cm<sup>3</sup> în stratul 20-30 cm, în timp ce la variantele sistemului minim valorile obținute în stratul 0-20 cm au fost cuprinse între 1,15-1,38 g/cm<sup>3</sup> și 1,38-1,42 g/cm<sup>3</sup> pe intervalul de adâncime 20-30 cm.

La solul de tip aluvial molic valorile **Da** din stratul de la suprafață la varianta clasică de lucrare a solului, au fost de 1,11-1,26 g/cm<sup>3</sup> și 1,39 g/cm<sup>3</sup> în stratul 20-30 cm, în timp ce variantele conservative au furnizat valori cuprinse între 1,10-1,35 g/cm<sup>3</sup> în primii 20 cm și 1,32-1,39 g/cm<sup>3</sup> în stratul 20-30 cm (tabelul 2.2).

Tabelul 2.2

Table 2.2

Evoluția densității aparente (g/cm<sup>3</sup>), în funcție de sistemul de lucrare al solului, (Ciucoș, 2011)

*Evolution of bulk density (g/cm<sup>3</sup>) depending on soil tillage system, (Ciucoș, 2011)*

| Variantă<br>Tip de sol | Adâncimea<br>(cm) | Plug | Cizel | Paraplow | Grăpă<br>rotativă |
|------------------------|-------------------|------|-------|----------|-------------------|
| Cernoziom<br>cambic    | 0-10              | 1,10 | 1,26  | 1,32     | 1,23              |
|                        | 10-20             | 1,27 | 1,34  | 1,35     | 1,38              |
|                        | 20-30             | 1,39 | 1,42  | 1,38     | 1,38              |
|                        | 30-40             | 1,43 | 1,42  | 1,42     | 1,41              |
|                        | 40-50             | 1,41 | 1,45  | 1,44     | 1,42              |
| Aluviosol molic        | 0-10              | 1,18 | 1,23  | 1,21     | 1,10              |
|                        | 10-20             | 1,26 | 1,33  | 1,28     | 1,35              |
|                        | 20-30             | 1,39 | 1,34  | 1,32     | 1,38              |
|                        | 30-40             | 1,41 | 1,38  | 1,34     | 1,39              |
|                        | 40-50             | 1,45 | 1,45  | 1,45     | 1,46              |

### **2.1.2 Influența asupra structurii solului**

#### **2.1.2 The influence on soil structure**

Mueller ș.a. (2013) descriu structura solului ca fiind un aspect cheie al calității solului, iar potrivit Emmet-Booth ș.a. (2019) structura solului se referă la organizarea fizică a agregatelor de sol.

În 1991, Lal susținea că structura solului se referă la mărimea, forma și aranjarea componentelor solide, a golurilor, a capacității de a reține și de a transmite fluide, substanțe organice și anorganice precum și posibilitatea de a susține rădăcinile, în vederea dezvoltării și creșterii riguroase a plantelor.

Rachel ș.a. (2017) citează pe Kay și Angers (2001) și arată că structura solului este mai mult decât aranjamentul fizic de particule și pori care a fost denumită "formă structurală" și include stabilitatea structurală (adică capacitatea de a rezista la solicitările externe) și rezistența structurală (adică capacitatea de recuperare după îndepărtarea stresului). Autorii susțin totodată că structura solului cuprinde habitatul fizic al microorganismelor ce trăiesc în sol și controlează cele mai importante funcții fizice, chimice și biologice ale acestuia, fiind în general definită ca un aranjament spațial al constituenților solului și golurilor (adică porii de sol), care mai pot fi definiți și ca distribuția spațială a proprietăților solului (Dexter, 1988).

Structura solului este definită ca „modul de grupare și așezare la un loc, în agregate, a elementelor granulometrice elementare” de către Jitoreanu (2015).

Rabot ș.a. (2018) consideră că structura solului este strâns legată de mai multe procese agricole și de mediu, cum ar fi dinamica carbonului din sol, precum și diversitatea și activitatea microorganismelor din sol (Havlicek și Mitchell, 2014), fiind esențială pentru îmbunătățirea fertilității solului și creșterea productivității agricole (Bronick și Lal, 2005).

Potrivit lui Chiriță (1974), formarea structurii solului are loc datorită proceselor de coagulare, presare, aglutinare-cimentare sau alte procese mecanice, reprezentate în special prin îngheț-dezgheț, umezire-uscare, precum și prin acțiunea rădăcinilor și activitatea biologică a rămelor.

Calitatea structurală redusă a solului limitează capacitatea de schimb de gaze între sol și atmosferă, reducând astfel ratele de absorbție a apei și a nutrienților necesare creșterii rădăcinilor plantelor (Verein Deutscher Ingenieure, 2014).

Conform Askari ș.a. (2013) evaluările structurale ale solului pot fi utilizate de către fermieri pentru vedea modul în care tehnologiile agricole afectează calitatea solurilor și pentru a permite detectarea timpurie a problemelor de compactare în curs de dezvoltare.

Pe de altă parte, Onisie și Jitoreanu (2000) sunt de părere că o cunoaștere a structurii solului ca element esențial al fertilității, este importantă deoarece aceasta influențează nu numai condițiile fizice, aerația și regimul nutritiv, ci și accesibilitatea substanțelor hrănitoare pentru plante, descompunerea materiei organice din sol și toată activitatea microbiologică.

Scăderea conținutului de humus prin fertilizare neechilibrată, irigare cu apă nesatisfăcătoare sau acidifierea solului determină schimbarea chimismului solului, acesta fiind un prim factor ce contribuie la degradarea structurii solului, însă impact major are și distrugerea elementelor structurale prin compactarea solului cu utilaje grele, lucrărilor realizate excesiv sau necorespunzător etc. (Canarache, 1990).

Muckel și Mausbach (1996) consideră că deteriorarea structurii solului poate varia în funcție de textura solului, presiunea pe sol a pneurilor și numărul de treceri ale utilajelor agricole, dar în general este datorată conținutului ridicat de umiditate al solului.

Kumhala ș.a. (2013) sunt de părere că de-a lungul timpului a existat mereu tendința de a folosi utilaje mari și grele cu scopul de a spori productivitatea, însă întotdeauna în cazul utilajelor mari, are loc distrugerea structurii solului.

Conform lui Chamen ș.a. (2006) și Kumhala ș.a. (2013) greutatea și puterea medie a mașinilor utilizate în cadrul tehnologiilor agricole au crescut de trei ori din 1966 până în prezent.

Unele manevre ale utilajelor afectează negativ starea structurală a solului, spre exemplu, Bochtis și Vougioukas (2008) susțin că perturbările orizontale ale solului se datorează schimbărilor în direcția de deplasare, în timp ce greutatea efectivă a mașinii cauzează perturbări verticale ale acestuia.

Pentru a reduce riscul de deteriorare a structurii solului și impactul ulterior asupra randamentului datorate traficului cu mașini, se recomandă utilizarea anvelopelor cu presiune scăzută la sol (Alakukku ș.a., 2003; Verein Deutscher Ingenieure, 2014).

Conform Diaz-Zorita ș.a. (2002) rezistența structurii solului la stresul exterior cum ar fi stresul mecanic și hidric, a fost denumită "stabilitate structurală a solului".

Îmbunătățirea stabilității structurale a solului are loc în special prin creșterea sau menținerea cantității de materie organică, care acționează ca un agent de legătură după ce este descompusă de fauna solului și microbiota acestuia (Bronick și Lal, 2005), dar și ca agent de legare prin rădăcini și hife fungice (Degens, 1997).

Agregatele de sol sunt frecvent utilizate în evaluarea stabilității structurale pentru a reflecta calitatea solului și răspunsul acestuia la practicile agricole și factorii de mediu (Gao ș.a., 2017).

Structura solurilor agricole este dificil de caracterizat deoarece este variabilă în spațiu și timp. Caracterizarea structurii se bazează pe măsurători ale proprietăților solului cum ar fi densitatea aparentă, porozitatea, rezistența la penetrare, gradul de infiltrare al apei ori pe descriții vizuale ale profilului de sol (Roger-Estrade ș.a., 2004). Problema principală a acestor metode este că sunt distructive și nu pot fi ușor folosite pentru a obține o monitorizare spațială și temporală a heterogenității structurii solului.

Ca indicatori primari ai stării fizice a solului, multe studii folosesc densitatea aparentă, rezistența la forfecare și rezistența la penetrare (Mueller ș.a., 2009), cu toate că acești indicatori structurali pot fi afectați de umiditatea și structura solului (To și Kay, 2005).

Guimarães ș.a. (2017) au realizat un studiu cu scopul deschiderii unor noi direcții de cercetare prin intermediul metodelor VSE (metodele de evaluare vizuală a solului), având ca obiectiv principal evidențierea potențialului acestor metode în studierea structurii solului, respectiv integrarea în cercetarea existentă, considerând că aceste metode oferă informații spațiale greu de obținut prin intermediul altor metode. Metodele VSE ar putea fi dezvoltate mai detaliat pentru a putea furniza informații despre procesele ce au loc în sol, sau, ar putea fi combinate cu diferite tehnici de detectare în câmp, în contextul agriculturii de precizie.

Autorii susțin că pentru a evalua aspectele structurii solului pot fi utilizate diferite metode, de exemplu, imagistica tomografiei computerizate (CT), care este excelentă pentru vizualizarea și cuantificarea formei structurii solului și poate fi utilizată pentru studierea dinamicii spațiilor poroase ale solului, adică dinamica formei structurii solului prin scanare multiplă, așa cum demonstrează Peth ș.a. (2013).

Și Ball ș.a. (2015), Emmet-Booth ș.a. (2018), spun că metodele VSE pot oferi o evaluare semnificativă a structurii solului în câmp, cu tehnici ce permit explorarea la adâncimi diferite a profilului de sol (Emmet-Booth ș.a., 2016).

Totodata, Mueller ș.a. (2009) susțin că aceste metode permit o analiză statistică cuprinzătoare și o concluzie generală asupra calității structurale a solului.

Dal Ferro ș.a. (2014), pentru a evalua efectele practicilor NT și CV asupra structurii solului și dinamicii rădăcinilor, au realizat un experiment, timp de trei ani, într-o fermă privată din N-E Italiei, la cultura de porumb. Rezultatele au sugerat că practicile de prelucrare a solului au afectat macroporozitatea acestuia, în timp ce microporii nu au prezentat diferențe semnificative, sistemul CV perturbând structura macroporilor. Valorile obținute pentru **Da** au fost corelate negativ cu creșterea rădăcinilor. Cu toate acestea, creșterea rădăcinilor a fost slab afectată de prelucrarea solului, deoarece structura solului nu a atins o nouă arhitectură după introducerea NT.

Mitchell ș.a. (2017) au investigat efectul culturilor de acoperire (CC) și ale NT asupra proprietăților fizice și chimice ale solului, timp de 15 ani în California's San Joaquin Valley (SJV) SUA. Obiectivul a fost de a determina dacă calitatea solului ar putea fi îmbunătățită prin aceste tehnici într-o rotație anuală a culturilor. Impactul pe termen lung a NT și cu CC, singure și combinate, au fost măsurate și comparate cu varianta de prelucrare standard (ST), cu și fără culturi de acoperire (NO).

Zhang și Ni (2017) au investigat efectul modificărilor sezoniere determinate de lucrările de iarnă pentru prelucrarea terenului: NWT (fără lucrarea solului în iarnă) și WT (cu lucrarea solului în iarnă) asupra retenției de carbon organic (SOC) în stratul 0-10 cm, stabilității agregatelor, concentrațiilor de C asociate agregatelor și emisia dioxidului de carbon într-un sol luto-argilos. Experiența s-a realizat în Yunnan, care este una din regiunile majore pentru producția de legume în China, dar unde practicile agricole au condus la degradarea solului și la amplificarea emisiilor de gaze cu efect de seră. După doi ani de experiențe, rezultatele au indicat că parcelele din cadrul NWT au avut un conținut de SOC mai mare cu 4 % și o proporție mai mare de 9 % a macroagregatelor mari (>2 mm) comparativ cu parcelele WT în stratul 0-5 cm. Estimările emisiilor de CO<sub>2</sub> ale solului au fost semnificativ mai mari pe parcelele WT decât în parcelele NWT în timpul sezonului uscat, dar nu au avut o diferență semnificativă între parcelele WT și NWT în timpul sezonului ploios. Rezultatele au demonstrat că adoptarea NWT ar trebui să fie o opțiune de gestionare mai durabilă decât lucrările tradiționale de iarnă pentru menținerea C în sol și reducerea emisiilor de dioxid de carbon.

Agregarea solului, rata de apă infiltrată, conținutul de carbon, azot, carbonul organic extras în apă (WEOC) și azotul organic (WEON), resturile vegetale și activitatea biologică au fost mai mari în cazul NT și CC comparativ cu STNO. Cu toate acestea, efectele au variat în funcție de adâncime, la NT a crescut **Da** a solului cu 12 % pe adâncimea de 0-15 cm și 10 % pe adâncimea de 15-30 cm. Primăvara și toamna, la eșantionările din 2014, niveluri mai ridicate de WEOC au fost găsite pe adâncimea 0-5 cm la CC.

Lucrările nu au afectat WEOC, în primăvară, dar acesta a fost crescut la NT în stratul de la suprafața solului în toamnă. În cazul CC, respirația și structura solului au fost mai ridicate pe adâncimea de 0-5 cm decât la adâncimi de 5-15 cm și 15-30 cm.

Rezultatele au indicat că adoptarea NT și CC în sisteme aride irigate ar putea îmbunătăți structura solului în ceea ce privește indicatorii chimici, fizici și biologici ai solului, menținând în același timp productivitatea culturilor ca și în cazul ST.

Jităreanu ș.a. (2006) au întreprins cercetări în perioada 1985-2005, la Stațiunea de Cercetare și Dezvoltare Agricolă Podu-Iloaiei Iași, pe un cernoziom cambic unde s-a urmărit influența sistemelor de lucrare și fertilizare a solului asupra producției și proprietăților fizice ale solului la culturile de soia, grâu și porumb.

Comparând stabilitatea hidrică a structurii solului, de la varianta lucrată cu cizelul și varianta arată la 20 cm, aceasta a fost în scădere doar la suprafața solului (46,1-46,7 %), iar la adâncimea 10-30 cm a crescut cu 2,3 % la grâu și 3,7 % la porumb.

Într-o experiență realizată pe parcursul anilor 2007-2009 de către Răus ș.a. (2011), pe un cernoziom cambic de la Stațiunea Didactică, ferma Ezăreni, s-a urmărit influența a trei sisteme de lucrare a solului (CV, NT și MT) în rotația culturilor de grâu și rapiță.

Rezultatele au demonstrat că sistemele de lucrare a solului trebuie adaptate la cerințele plantelor și condițiile pedoclimatice ale zonei. Structura solului, analizată din punct de vedere al hidrostabilității agregatelor structurale, arată că variantele la care s-a făcut întoarcerea brazdei au avut valori ridicate în straturile superioare (0-10 cm și 10-20 cm), iar în varianta NT a fost înregistrată cea mai bună stabilitate hidrică pe adâncimea de 0-30 cm. Analiza stabilității hidrice a arătat că agregatele structurale din variantele NT au fost mai stabile la acțiunea dispersantă a apei, valorile indicelui de agregare crescând cu adâncimea și în timpul perioadei de vegetație la toate variantele cu excepția variantei CV datorită stresului cauzat și deteriorării structurii solului.

Jian-Ying Qi ș.a. (2022) au investigat efectele practicilor de prelucrare a solului în orezării asupra stabilității structurale a solului printr-un experiment de teren pe termen lung, cu scopul de a determina efectele NT asupra stabilității hidrice a agregatelor (WSA). WSA a fost măsurată pentru agregatele de 1-2 mm, uscate la aer. Probe de câte 4 g de sol au fost plasate în site cu diametrul ochiurilor de 250 μm și agitate timp de trei minute în fiole de aluminiu umplute cu 100 ml de apă naturală. Experimentul a arătat că NT a avut potențialul de a crește procentul macroagregatelor >2 mm și de a îmbunătăți WSA.

Balasz Madarasz ș.a. (2021) vorbesc despre un experiment inițiat în 2003, în S-V Ungariei, ca parte a proiectului SOWAP (Soil and Surface Water Protection Using Conservation Tillage in Northern and Central Europe) pentru a studia influența lucrărilor convenționale (CV) și conservative (CT) într-o manieră comparativă. Efectele au fost investigate pe termen lung (16 ani), iar până la sfârșitul perioadei de studiu agregatele stabile la apă au fost semnificativ mai numeroase (CV: 20,0 %, CT: 34,4 %).

Valoarea medie mai mare a WST reflectă o structură și o stabilitate îmbogățite, care în cele din urmă pot spori infiltrarea apei, scăzând în consecință erodabilitatea.

Studierea gradului de hidrostabilitate macrostructurală, la cultura grâului de toamnă sub influența variantelor CV și NT de lucrare a solului, din anul agricol 2017-2018, Ferma Ezăreni, Iași a furnizat valori mai ridicate în varianta NT, în ambele stadii de vegetație analizate (semănat și recoltare). De asemenea, în urma investigațiilor realizate, s-a putut remarca o creștere a valorilor indicatorului analizat, începând din stratul de la suprafață (0-10 cm) până la ultimul strat de sol analizat (Cristina Cuconoiu ș.a., 2019).

### 2.1.3 Influența asupra umidității solului

#### 2.1.3 The influence on soil moisture

În vederea îmbunătățirii proprietăților fizico-chimice ale solului și, respectiv pentru utilizarea eficientă a apei în sol, sunt utilizate diferite tehnici de prelucrare a solului. Lucrările solului sunt definite ca fiind elemente importante pentru asigurarea fertilității, conținutului de apă, controlului aerului și căldurii în sol (Bottinelli ș.a., 2017).

Dacă TerAvest ș.a. (2015) sunt de părere că prin efectuarea lucrărilor solului are loc modificarea structurii straturilor solului cultivat, care permit solului să absoarbă și să rețină mai bine precipitațiile, mai mulți autori afirmă că lucrarea excesivă a solului degradează proprietățile solului, amplifică evaporarea apei din sol și reduce disponibilitatea acesteia (Kahlon ș.a., 2013).

De-a lungul timpului, multe studii au arătat că lucrările de conservare a solului au efecte pozitive asupra utilizării apei din sol și asupra îmbunătățirii randamentului culturilor (Mairghany ș.a., 2019; Obia ș.a., 2020).

Și Da Silva ș.a. (2021) susțin că practicile de prelucrare a solului fără nicio perturbare a acestuia, îmbunătățesc structura de suprafață, reduc pierderile de apă și cresc procentul de materie organică și nutrienți din sol.

De asemenea, Nath și Lal (2017) au constatat că lucrările NT îmbunătățesc stabilitatea agregatelor, reduc riscurile de eroziune a solului și degradarea asociată, în timp ce creșterea procentului de agregate stabile în apă îmbunătățește stocarea apei în sol.

Potrivit Eliade ș.a. (1975) apa din sol influențează microorganismele nu numai prin cantitatea și accesibilitatea sa, ci și prin compoziția chimică. Ea conține în stare dizolvată numeroase substanțe organice și anorganice, de mare importanță în procesele metabolice ale microorganismelor. De asemenea, se poate afirma că în circuitul elementelor chimice în natură, apa este cea care asigură transportul acestora de la locul de formare până la nivelul organismelor ce trăiesc în sol.

Printre principalele funcții, apa participă la asimilația clorofiliană și la toate celelalte procese de biosinteză și transformare a produșilor organici în corpul plantelor, fiind și un regulator al temperaturii în procesul de transpirație. Ea conține în permanență o cantitate de săruri dizolvate, formând soluții foarte diluate, de 0,05 % până la 0,5 g/litru în soluri normale, este absorbită în cantități relativ mari de către plante, servind, în primul rând, drept mijloc de transport al substanțelor nutritive pentru acestea (Jităreanu, 2015).

Kodešová Radka ș.a. (2009) punctează că structura solului influențează în mare măsură regimul său hidric, considerând că anumite tipuri de structură pot determina imobilizarea apei sau curgerea preferențială a acesteia, astfel încât distrugerea structurii poate determina migrarea particulelor de sol și formarea unor straturi puțin permeabile sau impermeabile, ceea ce duce la reducerea infiltrării apei pe profil.

Infiltrarea apei în sol este influențată de mai mulți factori, cum ar fi lucrările solului, prezența resturilor vegetale, rugozitatea suprafeței, porozitatea și densitatea solului, cantitatea de carbon organic, dimensiunea și stabilitatea agregatelor și conținutul de apă din sol. Acești factori care influențează infiltrarea, în consecință interferează cu scurgerea. Conform Carlesso ș.a. (2011) utilizarea mulciului și acoperirea terenurilor cu resturi vegetale afectează în mare măsură infiltrarea și are o influență importantă asupra interceptării picăturilor de ploaie.

Variația umidității solului este diferită în funcție de tipul de mulci folosit. De regulă, cantitatea de apă conservată în sol prin diferite variante de mulcire, diferă în funcție de tipul de sol și condițiile climatice. În general, mulcirea duce la o mai bună conservare a apei în sol, comparativ cu variantele în care solul este lăsat descoperit (Chakraborty ș.a., 2008; Zhao ș.a., 2014).

Vis-a-vis de mulcit, Mutetwa și Mtaita (2014), sunt de părere că acesta contribuie la îmbunătățirea structurii și capacității solului de reținere a apei, precum și la diminuarea creșterii buruienilor. De asemenea, atât umiditatea solului, cât și temperatura sunt influențate în mod esențial de mulci, afectând și microbiologia solului, iar potrivit Moreno M.M. și Moreno A., 2008, atât tipul cât și culoarea mulciului influențează proprietățile microbiologice ale solului.

Apa insuficientă din sol duce la o scădere a randamentului, iar amplitudinea fenomenului a crescut odată cu creșterea stresului cauzat de secetă (AbdAllah ș.a., 2021).

Pentru a determina influența tipului de lucrare a solului asupra proprietăților fizice, Ramadhan (2021) evidențiază în lucrarea sa cum este influențat conținutul de apă din sol datorită tehnologiilor de lucrare (RT-prelucrare redusă cu cultivator; DT-prelucrare profundă, arătură 30 cm; CT-prelucrare convențională, arătură 20 cm) aplicate culturii de porumb. Într-un experiment, în decursul a două sezoane de vegetație, au rezultat diferențe semnificative privind conținutul de apă din sol, acesta fiind afectat de tehnicile de lucrare a solului în ambele sezoane.

În rezonul 1, sistemele DT și CT au avut un conținut mai mare de apă în sol și nu au înregistrat diferențe semnificative între ele, având un procent de 30,53 % apă, respectiv 27,03 %, în timp ce în varianta RT procentul a fost de 22,31 %.

În sezonul 2, conținutul mai ridicat de apă din sol a fost determinat tot la variantele DT și CT (27,83 %, respectiv 26,38 %) comparativ cu 21,79 % înregistrat în RT.

Conform rezultatelor obținute în urma analizării impactului variantelor de lucrare CV și NT asupra umidității solului, la cultura grâului de toamnă, din anul 2017, în perioada de vegetație (30 martie, 15 iunie, 26 iunie) și la recoltare, analizele au furnizat valori mai mari ale umidității solului din varianta NT pe toată perioada de vegetație, dar cu valori mai mici ale variantei NT, la recoltarea grâului, comparativ cu varianta CV (Cristina Cuconoiu ș.a., 2018).

Conform Peng ș.a. (2020) un studiu anterior asupra grâului de toamnă a arătat că lucrările NT au crescut randamentul cerealelor și eficiența utilizării precipitațiilor cu 45 %, respectiv 43 %, în comparație cu lucrările CV.

În ultimele decenii, multe studii s-au concentrat asupra metodelor de conservare a apei, folosind mulciul din folie de plastic, care a fost considerat o măsură eficientă de păstrare a apei în sol, pentru a îmbunătăți umiditatea solului, a reduce evaporarea și a schimba temperatura solului (Li ș.a., 2019). Foliile de plastic nu sunt însă biodegradabile și rămân în sol mulți ani, cauzând probleme de mediu, în schimb mulcirea cu paie ar putea îmbunătăți mediul solului, ar reduce pierderile de apă și ar putea furniza mulți nutrienți externi.

În figura 2.1 putem observa cum apa din precipitații s-a infiltrat direct în solul neacoperit, pe când, în celelalte variante, acoperirea solului cu mulci a împiedicat infiltrarea directă. Prin utilizarea mulciului de hârtie s-a asigurat cea mai mare umiditate a solului din cauza faptului că hârtia este inherent poroasă și higroscopică, se extinde și se contractă odată cu modificarea conținutului de apă al acesteia (Daene 2015; Haapala ș.a., 2014). Mulcirea cu folie de plastic (fără perforații) a dus la păstrarea constantă a umidității pe parcursul perioadei de vegetație a culturii de soia, așa cum este ilustrat în figură, comparativ cu alte variante cu sau fără mulcire, în cazul cărora s-au înregistrat variații semnificativ mai mari (Ogundare ș.a., 2015).

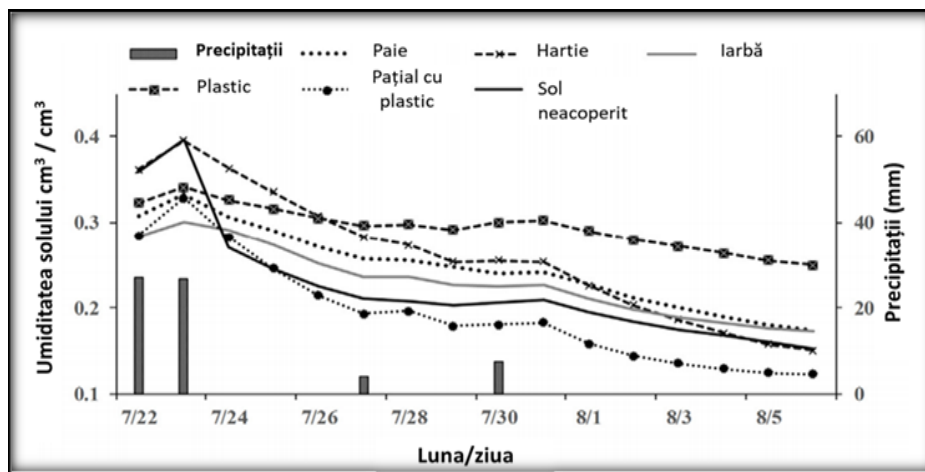


Fig. 2.1 – Variația zilnică a umidității solului la adâncimea de 5 cm sub diferite tipuri de mulci la cultura de soia (iunie – august 2015) la Ferma Universității Gifu, Japonia (Kader ș.a., 2016).

*Fig. 2.1 – Daily soil moisture variation at 5 cm soil depth under different mulching materials during soybean cultivation periods (June–August 2015) observed in Gifu University farm, Japan (Kader, 2016).*

Zhang ș.a. (2022) descriu un experiment efectuat la Stațiunea de Cercetare Agricolă Dryland a Universității Northwest A&F realizat pe parcursul a 12 ani (2007-2019). Pentru realizarea măsurătorilor privind apa din sol la cultura de porumb sub influența sistemelor NT și ST, au fost colectate probe la intervale de 20 cm pe adâncimea 0-200 cm în timpul sezonului anual de creștere, prelevate aleatoriu din trei puncte de pe fiecare parcelă, folosind un burghiu manual, iar ulterior probele au fost uscate la 105 °C. Rezultatele au arătat că lucrările de conservare a solului pot regla disponibilitatea apei în timpul sezonului de vegetație prin stocarea acesteia înainte de însămânțare.

Yonghui Yang ș.a. (2018) au evidențiat efectele diferitelor variante de prelucrare a solului (CV, NT) și tratamentele de acoperire a suprafeței acestuia cu paie și mulci aplicate la cultura grâului asupra umidității și temperaturii solului, pe baza rezultatelor obținute în perioada 2014-2017 într-o stațiune experimentală din vestul provinciei Henan. Acoperirea cu paie și mulcirea, atât în cazul variantei CV de prelucrare a solului, cât și în varianta NT, au sporit într-o oarecare măsură umiditatea solului, iar tehnologia cu mulci a fost superioară celei cu suprafața acoperită cu paie în conservarea apei din sol.

Modurile diferite de lucrare a solului și măsurile de acoperire a suprafeței solului au avut efecte oarecum diferite asupra temperaturii solului, iar aceste reglementări au fost legate de durata de cultivare, de temperatură și de precipitații. Stratul de paie și mulciul au crescut temperatura solului pe adâncimea 10-15 cm atât în cazul variantei CV cât și în NT pe parcursul anului 2014-2015, pe când în anul 2016-2017 s-a observat o scădere a temperaturii solului în varianta CV. Mai mult de atât, s-a observat că în cazul variantei NT, mulciul a redus temperatura stratului superior al solului pe toată durata experienței.

Compactarea solului, cauzată de traficul nerațional și de numărul mare de lucrări agricole, reduce eficiența folosirii apei datorită scăderii porozității, infiltrării apei în sol și disponibilității elementelor nutritive pentru plante. Pentru a reduce efectele negative ale acesteia, Jin ș.a. (2007) au propus adoptarea lucrării conservative a solului combinată cu subsolajul anual în rotația grâu-porumb, des practică în nordul arid al Chinei. Astfel, mulcirea a devenit un element cheie pentru păstrarea apei în sol și creșterea producției, în condițiile scăderii costurilor pentru înființarea și întreținerea celor două culturi (Huanwen, 2009; He ș.a., 2010).

Chakraborty ș.a. (2008) consideră mulciul una dintre cele mai eficace metode de manevrare a factorilor de mediu pentru sporirea randamentului culturilor și îmbunătățirea calității producției prin controlul temperaturii solului, reținerea umidității și reducerea evaporării apei.

Capacitatea mulciului din folie de plastic de a conserva umiditatea solului este mai mare decât cea a mulciurilor organice (Chakraborty și Sadhu, 1994 citat de Kader ș.a., 2017). Folia transparentă de plastic este eficientă pentru solarizarea solului, deoarece crește considerabil temperatura solului (Komariah ș.a., 2011).

Prin utilizarea mulciului din folie de plastic se pot modifica proprietățile solului în mai multe moduri. Suprafețele cu mulci sporesc scurgerea apei în brazde, care devin deosebit de sensibile la eroziunea solului și la pierderea hidrostabilității structurale a acestuia (Rice ș.a., 2001; Wan și El-Swaify, 1999; Zhang ș.a., 2013).

Despre capabilitatea sistemelor de lucrare de a influența umiditatea solului, compactarea, temperatura acestuia și producția cu efect asupra activității microbiologice și respirației precum și despre sustenabilitatea agriculturii, au vorbit și Paula Ioana Moraru și Rusu (2012), în urma unui experiment de teren prin care au evaluat efectul CV, NT și MT asupra umidității solului, care a fost mai mare în NT și MT în momentul însămânțării și în primele stadii de vegetație, cu diferențe semnificative asigurate statistic.

## **2.2 Influența sistemelor de lucrare asupra populației solului**

### ***2.2 The influence of tillage systems on the soil population***

Dacă astăzi cercetările arată imensa importanță economică pe care o manifestă microflora asupra solului, la sfârșitul secolului al XV-lea abia ce fusese lansat conceptul conform căruia procesele biologice din sol pot fi studiate și influențate de către oameni.

Lumea fascinantă a microorganismelor a luat amploare odată cu inventarea și îmbunătățirea microscopului. Primele “animalcules” (animale mici) au fost descoperite și descrise cu ajutorul primului microscop simplu inventat de Antonie van Leeuwenhoek în anul 1673.

Microbiologia solului a apărut în timpul primei jumătăți a secolului al XIX-lea ca o ramură a științei solului, descoperită cu mult timp înainte.

De-a lungul timpului, au fost realizate numeroase studii care au arătat influența pozitivă a microorganismelor asupra solului, dovedind necesitatea studierii parametrilor biologici în evaluarea calității solului.

Datorită numărului mare și diversității microorganismelor în sol, este de la sine înțeles că solul constituie un mediu prielnic și excelent pentru dezvoltarea lor.

Totodată, este cunoscut faptul că răspândirea microorganismelor în sol este în strânsă legătură cu umiditatea, atmosfera solului, temperatura, anotimpul, adâncimea și pH-ul acestuia.

Microorganismele din sol sunt reprezentate de bacterii, actinomicete, fungi, alge, protozoare și virusuri.

Numeroși autori au încercat să evidențieze efectele pe care le au lucrările aplicate solului asupra activității microorganismelor și modificările ce survin asupra acestor populații din punct de vedere calitativ și cantitativ (Miller, 2006).

Este esențial să înțelegem răspunsul microbiologic al comunităților microbiene din sol privind influența metodelor de prelucrare a acestuia, deoarece astfel de informații vor promova adoptarea unor sisteme de lucrare care optimizează productivitatea și biodiversitatea solului. Cu toate acestea, Frey ș.a. (1999) au raportat că nu au existat efecte consistente ale lucrării solului asupra abundenței bacteriene sau a biomasei pe un teren supus practicilor de lucrare mai puțin de 30 de ani, în timp ce alte câteva studii au indicat că solul lucrat poate să nu aibă o diversitate bacteriană mai mare decât solul nelucrat (Ferreira ș.a., 2000).

Potrivit Wang ș.a. (2006) activitatea microorganismelor solului este strâns legată de fertilitatea solului și de calitatea mediului. Un bun indicator pentru activitatea microorganismelor este structura solului, deoarece agregatele de sol delimitează cele mai importante microhabitate pentru microorganisme. Microorganismele precum bacteriile și ciupercile ajută la descompunerea resturilor de la plante și animale care sunt amestecate în sol influențând natura humusului.

Fungii îmbunătățesc absorbția fosforului de către plante, măresc abilitățile de reținere a apei în sol, reduc eroziunea și își pot proteja gazdele de agenți patogeni din sol. Prin urmare ciupercile joacă un rol important în îmbunătățirea agriculturii durabile având ca rezultat o creștere optimă a plantelor și o calitate mai bună a solului.

Kuzniar ș.a. (2020) atrag atenția asupra faptului că prezența comunităților de microorganisme este benefică pentru plante, deoarece unele dintre ele pot stimula creșterea, pot oferi protecție împotriva stresului de mediu, facilitează absorbția nutrienților din sol, cresc absorbția azotului și previn colonizarea de către organismele patogene.

Principalul rol al microorganismelor constă în solubilizarea elementelor minerale precum calciu, fosfor, potasiu, care sunt indispensabile vieții plantelor, și astfel se creează circuitul diferitelor elemente în natură.

De asemenea, microorganismele din sol sunt recunoscute ca jucători cheie în susținerea ecosistemelor agricole și în medierea multor procese biologice, inclusiv circuitul nutrienților și bioremedierea (Liu ș.a., 2017; Bevivino ș.a., 2014).

Guo ș.a. (2016) punctează că în agroecosisteme, comunitățile microbiene oferă servicii ecosistemice critice asociate cu circuitul de azot, carbon și alți nutrienți.

Azotul intră în compoziția tuturor organismelor vii, iar transformările compușilor organici cu azot cuprind: amonificarea, nitrificarea și denitrificarea. Fixarea azotului molecular este un fenomen foarte important, ce conduce la îmbogățirea solului în azot și menținerea echilibrului ce are loc prin intermediul bacteriilor fixatoare de azot. Dintre bacteriile fixatoare de azot fac parte genurile *Azotobacter*, ce conține bacterii aerobe și genul *Clostridium*, cu bacterii anaerobe.

Potrivit Banach ș.a. (2019) plantele sunt colonizate de o gamă diversă de microorganisme care trăiesc în diferite organe și țesuturi, inclusiv frunze, rădăcini, tulpini, semințe, fructe și bulbi, precum rizosfera și filosfera.

Porras-Alfaro și Bayman (2011) sunt de părere că fenomenul de colonizare este legat de mai mulți factori cum ar fi speciile gazdă, organele plantelor, zona geografică și sezonabilitatea. În general, abundența mai mare de microorganisme se înregistrează în rădăcinile plantelor și în alte țesuturi subterane, decât în organele vegetale supraterane.

Rizosfera servește ca interfață vitală pentru interacțiunea cu rizobiomul plantelor, reglând absorbția nutrienților și protejând planta împotriva stresului biotic și abiotic, și astfel poate favoriza producția durabilă a culturilor (Latif ș.a., 2020).

Pe lângă multe alte beneficii, lucrările de conservare a solului sunt susținute pe cale largă și pentru potențialul lor de a stimula acumularea de materie organică la suprafața solului și disponibilitatea nutrienților, pentru a îmbunătăți biomasa și activitatea microbiană (Chavez-Romero ș.a., 2016; Kinoshita ș.a., 2017) și în consecință, pentru a îmbunătăți fertilitatea și productivitatea solului (Busari ș.a., 2015).

Lucrările convenționale intense și continue pot amplifica compactarea solurilor și pot reduce disponibilitatea apei și a nutrienților, ceea ce duce la degradarea fizico-chimică și a biodiversității solului pe termen lung (Raper ș.a., 2005; Sun ș.a., 2018), în timp ce practicile de conservare a solurilor, cum ar fi NT, MT, lucrarea cu mulci (Busari ș.a., 2015) și subsolarea (Comia ș.a., 1994) au dovedit că stimulează formarea și conservarea agregatelor stabile la apă conducând la o disponibilitate îmbunătățită a apei în sol (Dairon ș.a., 2017).

Însămânțarea directă produce o perturbare fizică mai redusă a structurii solului decât lucrarea CV a solului, iar efectele specifice asupra comunităților microbiene din sol vor depinde în mare măsură de perturbarea la care microorganismele sunt cele mai sensibile (Young și Ritz, 2000).

Lucrările tradiționale determină distrugerea agregatelor de sol, urmate de procese de formare a structurii bazate pe cicluri de udare/uscăre, cimentarea particulelor elementare de sol și stabilizarea agregatelor prin acțiunea macro și microfaunei solului (Hartge, 2000; Bronick și Lal, 2005).

Carolina Perez-Brandan ș.a. (2012) au realizat un experiment de teren timp de 20 de ani cu scopul de a evalua efectul sistemelor de lucrare a solului asupra aspectelor biologice, la cultura de soia, având ca premergătoare porumbul, la SEE INTA Salta, Argentina. Soia a fost supusă diferitelor sisteme de prelucrare a solului: însămânțare directă (DS), însămânțare directă + scarificator (DS+S), lucrare minimă a solului (grapă cu discuri: MT), prelucrare convențională (CT). Prelevarea probelor a fost efectuată la înflorirea culturii, iar populațiile totale de ciuperci au fost determinate prin diluarea solului conform Vargas Gil ș.a. (2008), în timp ce cuantificarea totală a bacteriilor a fost efectuată conform Larkin (2003).

Rezultatele obținute au sugerat că ciupercile au fost mai abundente în DS ( $26,33 \times 10^5$  UFC g<sup>-1</sup> sol uscat). Bacteriile totale au fost mai numeroase în DS, DS+S și MT (182, 163 și respectiv,  $173 \times 10^7$  UFC g<sup>-1</sup> sol uscat) iar cele mai scăzute populații bacteriene au fost înregistrate în CT ( $64 \times 10^7$  UFC g<sup>-1</sup> sol uscat).

Lipșa ș.a. (2010) evidențiază în lucrarea sa influența fertilizării și a SL asupra ciupercilor microscopice și a bacteriilor. În cazul fertilizării cu îngrășămintă anorganică, activitatea microbiană s-a mărit cu 47,3 % în varianta CV, comparativ cu varianta nefertilizată (martor). Atât în cazul variantei MT, cât și în cazul variantei NT, numărul microorganismelor la g de sol s-a micșorat fiind întâlnite în proporții de 13,4 % în MT și respectiv 20,2 % în NT. Bacteriile Gram negative (G<sup>-</sup>), au reprezentat o pondere cuprinsă între 59,4 % și 88,0 % din totalul micromicetelor din sol, în toate variantele de lucrare, fiind cele mai reprezentative. Comparativ cu varianta nefertilizată, cantitatea de bacterii G<sup>-</sup> a fost mai redusă în cazul variantei MT de lucrare a solului atunci când s-a fertilizat cu îngrășămintă chimică, pe de altă parte, proporția bacteriilor Gram pozitive (G<sup>+</sup>) s-a mărit de la 11,2 % la 36,5 %, în timp ce procentul fungilor filamentoși a variat de la 0,8 % la 4,1 %.

Aplicarea îngrășămintelor organice a determinat o creștere cu 54,7 % a bacteriilor G<sup>+</sup> în NT, pe când proporția bacteriilor G<sup>-</sup> a fost ușor diminuată.

Faptul că proporția de micromicete s-a mărit de la 0,7 % la 2,6 % a întărit ideea că lucrările reduse ale solului favorizează disponibilitatea nutrienților cu efect benefic asupra diversității microbiene.

În ceea ce privește proporția genurilor de ciuperci, varianta CV nefertilizată a înregistrat cea mai mare pondere, urmată de varianta fertilizată cu îngrășămintă minerale și cea în care s-a utilizat gunoiul de grajd. Printre principalele specii de fungi se numără genul *Penicillium* care a înregistrat o proporție cuprinsă între 17 % și 43 %, *Fusarium*, *Trichoderma* și *Rhizopus*.

Situația variantei NT de lucrare a solului a evidențiat prezența a opt genuri de fungi atât în cazul variantei nefertilizate cât și în cazul variantei fertilizată mineral, în timp ce în varianta fertilizată organic, numărul genurilor s-a micșorat, aceasta înregistrând doar trei genuri de fungi.

Specii aparținând genurilor *Aspergillus* și *Fusarium*, au fost regăsite în procente cuprinse între 17 % și 54 %, respectiv 8 % și 25 %, în toate variantele de lucrare analizate.

În urma tuturor analizelor efectuate s-a putut concluziona faptul că varianta NT fertilizată organic și varianta CV fertilizată mineral au favorizat cea mai intensă activitate microbiologică.

Impactul influenței sistemelor de lucrare asupra microbiotei solului la cultura grâului de toamnă a fost studiat și în cercetarea realizată de Cristina Cuconoiu ș.a. (2018), cercetare care a demonstrat că în ceea ce privește activitatea bacteriană sub influența variantei CV și NT de lucrare a solului, predominante în sol au fost bacteriile G<sup>-</sup>, regăsite în proporții mai mari în cazul variantei CV, iar ca micromicete principale au fost identificate speciile genului *Penicillium*.

În urma studiului realizat privind efectul sistemelor de lucrare: NT, CV și RT asupra comunităților bacteriene și fungice din profilul 0-30 cm (0-5; 5-10; 10-20; 20-30 cm), s-a constatat că lucrarea solului a influențat puternic atât distribuția comunităților bacteriene și fungice, cât și distribuția în funcție de adâncimea solului. Numărul comunităților bacteriene a fost semnificativ mai mic în CV decât în RT și NT, iar numărul comunităților fungice a fost semnificativ mai mare în RT comparativ cu CV și NT (Sun ș.a., 2018).

Afirmația lui Van Capelle ș.a. (2012) potrivit căruia populația de nematode a solului este strâns legată de varianta de lucrare aleasă, contrazice alți autori care sunt de părere că numărul nematodelor este favorizat stric de varianta MT.

Având în vedere că nematodele au diferite tipuri de hrănire, variantele de lucrare a solului pot reglementa structura comunității de nematode, astfel prin intermediul lucrărilor conservative (SLC) la care stratul de mulci este lăsat la suprafață este favorizată afânarea solului, cu rol pozitiv asupra calității și cantității microorganismelor și implicit asupra creșterii numărului de nematode ce se hrănesc cu bacterii și ciuperci.

De asemenea, varianta NT de lucrare a solului stimulează dezvoltarea sistemului radicular, determinând o densitate ridicată, iar rădăcinile active au o activitate mai îndelungată, favorizând creșterea numărului de nematode care se hrănesc și cu rădăcinile plantelor.

Conform studiului efectuat, proporția de nematode în sol este direct influențată de metoda de lucrare a solului.

Numeroase studii au arătat, de asemenea, că influența diferitelor variante de prelucrare a solului asupra comunităților microbiene diferă în funcție de adâncimea de recoltare a probelor.

Degrune ș.a. (2016) evidențiază impactul negativ asupra comunităților de microorganisme al variantei MT de lucrare a solului. S-a constatat atât o reducere a numărului de bacterii cât și a numărului de ciuperci. Atât în cazul bacteriilor cât și al ciupercilor, s-a constatat o scădere a numărului lor când s-a făcut trecerea de la sistemul CV la cel MT. Acest lucru a fost pus pe seama faptului că odată cu arătura, materia organică este mai bine valorificată, determinând o activitate microbiologică mărită. În ceea ce privește prezența ciupercilor, prin arătură se creează noi spații poroase, ce favorizează gradul de colonizare a diferitelor specii de ciuperci și implicit are loc modificarea unor proprietăți fizice ale solului.

Autorii apreciază că rezultatele sunt diferite de cele ale altor cercetători, care sunt de părere că varianta MT favorizează creșterea diversității microbiene. Degrune ș.a., au realizat studiul pe un singur tip de sol, cu o fertilitate ridicată, spre deosebire de alți autori, care și-au efectuat studiile pe diferite tipuri de soluri și grade de fertilitate. Aceștia sunt de părere că pentru o înțelegere clară a relației dintre microorganisme și diferitele tipuri de tehnici agricole sunt necesare mult mai multe studii.

În cadrul experienței au fost prelevate probe, atât de pe varianta CV cât și de pe varianta MT, de la adâncimi de 0-5 cm și 15-20 cm. În urma determinărilor efectuate, autorii au constatat că indicatorii microbiologici diferă în funcție de adâncime. Astfel, de pe adâncimea 0-5 cm s-au remarcat specii ce aparțin genurilor *Flavobacterium*, *Giberella* și *Pseudomonas*, pe când speciile ce aparțin genurilor *Nitrospira*, *Penicillium* și *Glomus* s-au determinat în straturile inferioare. Totodată s-a constatat că cele mai frecvente specii determinate în cazul variantei MT aparțin genului *Paenibacillus*, în timp ce speciile genurilor *Streptomyces* și *Arthrobacter* s-au remarcat în cazul sistemului CV de lucrare a solului.

După o perioadă de 6 ani de experimentare, s-a constatat că înlocuirea variantei CV cu MT a determinat o reducere drastică a diversității microbiene și în plus, diferite specii microbiene caracteristice solului lucrat în CV au dispărut în totalitate la varianta MT nefiind înlocuite de alte specii. Pentru a se concretiza cu exactitate influența lucrărilor aplicate solului asupra diversității microbiene și funcționalității lui, autorii recomandă realizarea unor cercetări mai riguroase și mai numeroase.

Doran (1980) evidențiază un studiu realizat în șapte locații din SUA care a arătat că microorganismele aerobe, anaerobii facultativi și denitrificatorii erau mai abundente în solurile de suprafață (0-7 cm) din NT decât în CV, totuși, tendința s-a inversat în straturile de sol mai adânci (7-30 cm).

Prin intermediul unui alt studiu realizat în Irlanda s-a constatat că RT a crescut atât biomasa totală a bacteriilor, cât și a ciupercilor în stratul de sol de 0-5 cm, dar cu toate acestea, a scăzut biomasa bacteriilor din stratul de sol 5-20 cm (Van Groenigen ș.a., 2010).

Moreno ș.a. (2021) și-au propus determinarea comunității fungice sub acțiunea sistemelor de lucrare a solului (CV și NT) combinate cu pășune și agricultură intensivă, măsurând abundența și diversitatea fungică a solului în cadrul unui experiment de un an (2009-2010) la stația experimentală Barrow a Institutului Național de Tehnologie Agricolă, Argentina.

Probele de sol s-au prelevat cu ajutorul unui burghiu hidraulic pe adâncimea 0-15 cm, la fiecare trei luni, iar la interpretarea datelor s-a ținut cont de precipitațiile cumulate din luna precedentă fiecărei prelevări. Rezultatele obținute au arătat că rotația cu pășune în NT a stimulat comunitatea ciupercilor din sol, iar cea mai clară diferență a fost dată de anotimpuri. Speciile genului *Trichoderma* au fost cele mai abundente.

Influența SL a solului asupra componenței cantitative și calitative a populației solului la cultura grâului de toamnă a fost analizată de către Răus ș.a. (2013) realizând o experiență de teren în care lucrările aplicate solului au fost diferite în ceea ce privește sistemul aplicat și adâncimea de lucru. În urma analizării

compoziției calitative din cele patru variante (arat la 20 cm, la 30 cm, cizelul și grapa cu discuri) de lucrare a solului cultivat cu grâu de toamnă s-a dovedit că aceasta este influențată într-o măsură relativ redusă de SL. În schimb, analiza compoziției cantitative a microorganismelor a arătat existența unor variații în funcție de SL aplicat (tabelul 2.3).

Analiza stratului superior de sol atât a variantei lucrate cu cizelul cât și a variantei lucrate cu grapa cu discuri a evidențiat un număr mai mare de microorganisme comparativ cu variantele în care s-au aplicat lucrări cu întoarcerea brazdei. Pe de altă parte, în urma analizelor efectuate în straturile inferioare au rezultat proporții mai reduse ale microorganismelor în cazul variantelor la care s-au efectuat lucrări fără întoarcerea brazdei, față de variantele arate, rezultate puse pe seama faptului că în straturile de sol arate are loc o mineralizare mai puternică a substanțelor organice, iar microorganismele găsesc aici condiții prielnice de trai.

În ceea ce privește dinamica sezonieră, proporția de microorganisme este mai redusă în perioada semănatului, atunci când temperaturile sunt mai mici, numărul lor sporind o dată cu creșterea temperaturilor, atingând la recoltare, în timpul verii valorile cele mai mari.

Tabelul 2.3

Table 2.3

Numărul de UFC/g sol la cultura grâului de toamnă, (Răus, 2013)

*Number of CFU/g soil in the winter wheat crop, (Răus, 2013)*

| Varianta         | Adâncimea (cm) | Nr. UFC/g sol |             |             |
|------------------|----------------|---------------|-------------|-------------|
|                  |                | Semănat       | Vegetație   | Recoltare   |
| Arat la 20 cm    | 0-10           | 18,7          | 22,7        | 20,4        |
|                  | 10-20          | 45,3          | 39,4        | 54,3        |
|                  | 20-30          | 7,9           | 9,9         | 12,0        |
|                  | <b>Media</b>   | <b>23,9</b>   | <b>24,0</b> | <b>28,9</b> |
| Arat la 30 cm    | 0-10           | 15,2          | 13,7        | 19,4        |
|                  | 10-20          | 18,3          | 24,8        | 28,2        |
|                  | 20-30          | 29,2          | 29,7        | 31,6        |
|                  | <b>Media</b>   | <b>20,9</b>   | <b>22,7</b> | <b>26,4</b> |
| Cizel            | 0-10           | 28,8          | 38,1        | 45,3        |
|                  | 10-20          | 19,8          | 28,4        | 39,5        |
|                  | 20-30          | 8,6           | 12,9        | 19,3        |
|                  | <b>Media</b>   | <b>19,1</b>   | <b>26,5</b> | <b>34,7</b> |
| Grapa cu discuri | 0-10           | 28,2          | 35,1        | 42,7        |
|                  | 10-20          | 16,5          | 21,7        | 29,8        |
|                  | 20-30          | 8,9           | 9,6         | 12,8        |
|                  | <b>Media</b>   | <b>17,9</b>   | <b>22,1</b> | <b>28,3</b> |

Enuneku ș.a. (2020) au realizat un studiu ce a avut ca scop evidențierea interacțiunii dintre solurile cu urme de metale asupra bacteriilor și ciupercilor în terenurile agricole din regiunea Egbema, Nigeria. Probele de sol au fost colectate lunar, din aprilie până în iunie 2019, de la nouă stații în vederea izolării bacteriilor și ciupercilor. În urma analizelor au fost identificate un număr de 268 specii de ciuperci, în timp ce numărul de bacterii nu a înregistrat diferențe semnificative, fiind cuprinse între  $3.00 \times 10^5$  UFC și  $5.22 \times 10^5$  UFC.

În timp ce examinarea folosind spectrofotometrul cu absorbție atomică pentru determinarea urmelor de metale din solurile agricole au fost sub limitele OMS, specia de ciuperci cu cel mai mare număr de apariții a fost *Aspergillus niger*, în timp ce speciile cu cea mai mică apariție au fost *Fusarium oxysporium* și *Penicillium* sp.

Rezgui ș.a. (2021) și-au propus să evalueze amploarea schimbărilor ce pot apărea în comunitățile microbiene din sol implicate în descompunerea materiei organice. Astfel, au efectuat experimente la 28 °C timp de 90 de zile prin adăugarea de resturi vegetale de la mazăre (*Pisum sativum* L.), rapiță (*Brassica napus* L.) și grâu (*Triticum aestivum* L.). Adăugarea resturilor vegetale din culturi a determinat schimbări atât în diversitatea bacteriană cât și în cea fungică, schimbări ce depindeau de tipul resturilor vegetale.

Speciile genurilor *Chloroflexales*, *Rubricoccus*, *Verticillium* au fost identificate în soluri cu reziduuri de mazăre, întrucât în solurile îmbogățite cu reziduuri de rapiță au predominat speciile genurilor *Thermoanaerobacterales*, *Hypoxylon*, iar *Rubrobacter*, *Volutella* au fost prezente doar în solurile cu resturi de grâu.



**Partea a II-a**  
**CERCETĂRI PROPRII**

***Second Section***  
***PERSONAL RESEARCH***



### **Capitolul 3** **CHAPTER 3**

## **SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII, MATERIALUL ȘI METODELE DE CERCETARE**

### ***AIM AND OBJECTIVES OF RESEARCH, RESEARCH MATERIALS AND METHODS***

#### **3.1 Scopul și obiectivele cercetării**

#### ***3.1 Aim and objectives of research***

Este bine cunoscut faptul potrivit căruia, de-a lungul timpului, agricultura a oferit o varietate imensă de servicii și produse prin care a reușit asigurarea necesarului de hrană atât pentru oameni cât și pentru animale.

Având în vedere că nevoile societății față de hrană se măresc considerabil odată cu creșterea populației, cererea în creștere de alimente a condus la utilizarea sistemelor de prelucrare intensivă a solului. Dată fiind această situație, este neapărat nevoie să adoptăm tehnologii care să ofere beneficii pentru întreținerea pe termen lung a solului.

Potrivit FAO (2017) intensificarea agriculturii are loc în special datorită provocării de a produce alimente și fibre pentru populația globală, care se estimează că va fi cuprinsă între 9 și 11 miliarde de oameni până în 2050.

O provocare a viitorului apropiat o constituie adoptarea practicilor agricole durabile care să asigure calitatea și funcționalitatea solului, factori esențiali pentru asigurarea securității alimentare și pentru protejarea mediului înconjurător (European Commission, 2021).

Mai mult decât practicile agricole, microbii din sol sunt de mare importanță, deoarece sunt piatra de temelie pentru conservarea funcțiilor acestuia, a bunurilor și serviciilor ecosistemului solului (FAO ș.a., 2020).

Motivația pentru care am realizat acest studiu este de a contribui la extinderea cercetărilor de înlocuire a metodelor clasice de prelucrare cu noile sisteme de conservare a solului, care să favorizeze creșterea micropopulațiilor utile, rezultând o multitudine de beneficii cum ar fi reducerea suprafețelor de teren afectate

de degradare și eroziune, creșterea producțiilor și reducerea consumului de combustibil.

Aceste cercetări și-au propus să dezvolte bazele teoretice și practice bazate pe utilizarea a două variante de prelucrare a solului, semănat CV și NT, lucruri deosebit de importante în vederea îmbunătățirii proprietăților fizice și microbiologice ale solului, precum și în sporirea producției.

Scopul principal al studiului este de evaluare a unor proprietăți ale solului la cultura grâului de toamnă sub influența variantelor de lucrare a solului și a condițiilor climatice.

Așadar, prin intermediul unor activități specifice, o serie de obiective au fost urmărite în vederea atingerii scopului propus.

Obiectivul principal al acestei cercetări îl constituie evaluarea și implementarea celei mai potrivite variante de lucrare a solului în scopul obținerii productivității terenurilor agricole, adaptate la condițiile pedoclimatice locale.

Ca obiective specifice s-au urmărit:

- realizarea unui studiu bibliografic la zi privind influența sistemelor de lucrare a solului asupra unor proprietăți ale solului.
- influența variantelor de lucrare a solului cu efect favorabil asupra unora dintre cele mai importante proprietăți fizice și hidrofizice.
- un alt obiectiv a constat în identificarea grupelor de microorganisme ce colonizează solul culturii analizate în funcție de varianta de lucrare utilizată.

Pentru atingerea obiectivelor mai sus menționate s-au desfășurat următoarele activități asociate:

- ✓ Crearea unei baze de date prin studierea lucrărilor științifice apărute atât la nivel național cât și internațional;
- ✓ Organizarea experienței privind pregătirea terenului din punct de vedere agrotehnic (în cazul variantei CV-executarea lucrării de bază, pregătirea patului germinativ) și fitotehnic (respectarea epocilor de semănat și recoltat);
- ✓ Prelevarea probelor de sol în vederea determinării unor însușiri fizice și hidrofizice ale solului, ca densitatea aparentă, stabilitatea hidrică și umiditatea solului;
- ✓ Prelevarea probelor de sol pentru analize ce țin de determinarea microbiologiei solului. Prin această activitate s-a determinat numărul total de microorganisme, ponderea ciupercilor, identificarea numărului de bacterii  $G^+$  și  $G^-$ , fixatorii de azot aerobi și anaerobi liberi, *Azotobacter chroococcum* și *Clostridium pasteurianum*;
- ✓ Recoltarea experiențelor și determinarea însușirilor de productivitate;
- ✓ Aprecierea producției.

O parte a rezultatelor obținute în decursul anilor în care s-au desfășurat cercetările au fost implementate prin elaborarea referatelor și a lucrărilor științifice publicate în reviste cotate în țară și străinătate.

### 3.2 Experiențe în teren

#### 3.2 Field experiment

Cercetările s-au efectuat la Stațiunea Didactică de la Ferma Ezăreni care aparține de USV Iași. Localizată în partea de nord-est a României (47°07'36" latitudine N, 27°30'45" longitudine E), altitudine 125 m; pe un sol de tip cernoziom cambic, cu textură luto-argiloasă și un pH de 6,8; conținut de humus 2,7 % și un nivel mediu de fertilizare, fără irigare.

Ferma se află localizată în Câmpia Jijiei inferioare, în zona de silvostepă, pe un platou slab înclinat, cu panta de 3 % și expoziție estică.

Experiența s-a înființat în anul 2014, iar studiul se axează în principal pe rezultatele din anii 2016-2019, fiind amplasată după metoda „parcelelor subdivizate”, în 3 repetiții, fiind de tipul AxB:

Factorul A: Sistemul de lucrare al solului

*a<sub>1</sub>* - **Sistemul neconvențional - NT**

*a<sub>2</sub>* - **Sistemul convențional - arat la adâncimea de 20 cm;**

Factorul B: Planta cultivată

**b<sub>1</sub>**- **grâu de toamnă**

Suprafața totală a câmpului experimental a fost de aproximativ 16 ha, patru culturi fiind cultivate simultan în sistem convențional și conservativ de lucrare al solului: grâu, rapiță, porumb și floarea-soarelui, într-un asolament de patru ani. Din totalul suprafeței, 8 ha au fost cultivate în sistem convențional și 8 ha în sistem conservativ, fiecare plantă fiind cultivată pe două hectare (fig. 3.1 și fig. 3.2). În cadrul asolamentului am analizat doar cultura de grâu de toamnă.

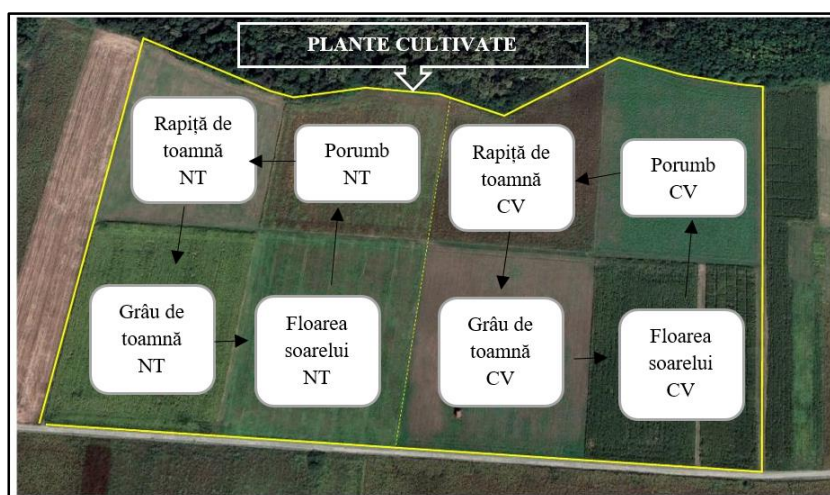


Fig. 3.1 – Amplasarea culturilor în câmpul experimental (imagine Google maps)

Fig. 3.2 – Experimental field location (Google maps image)

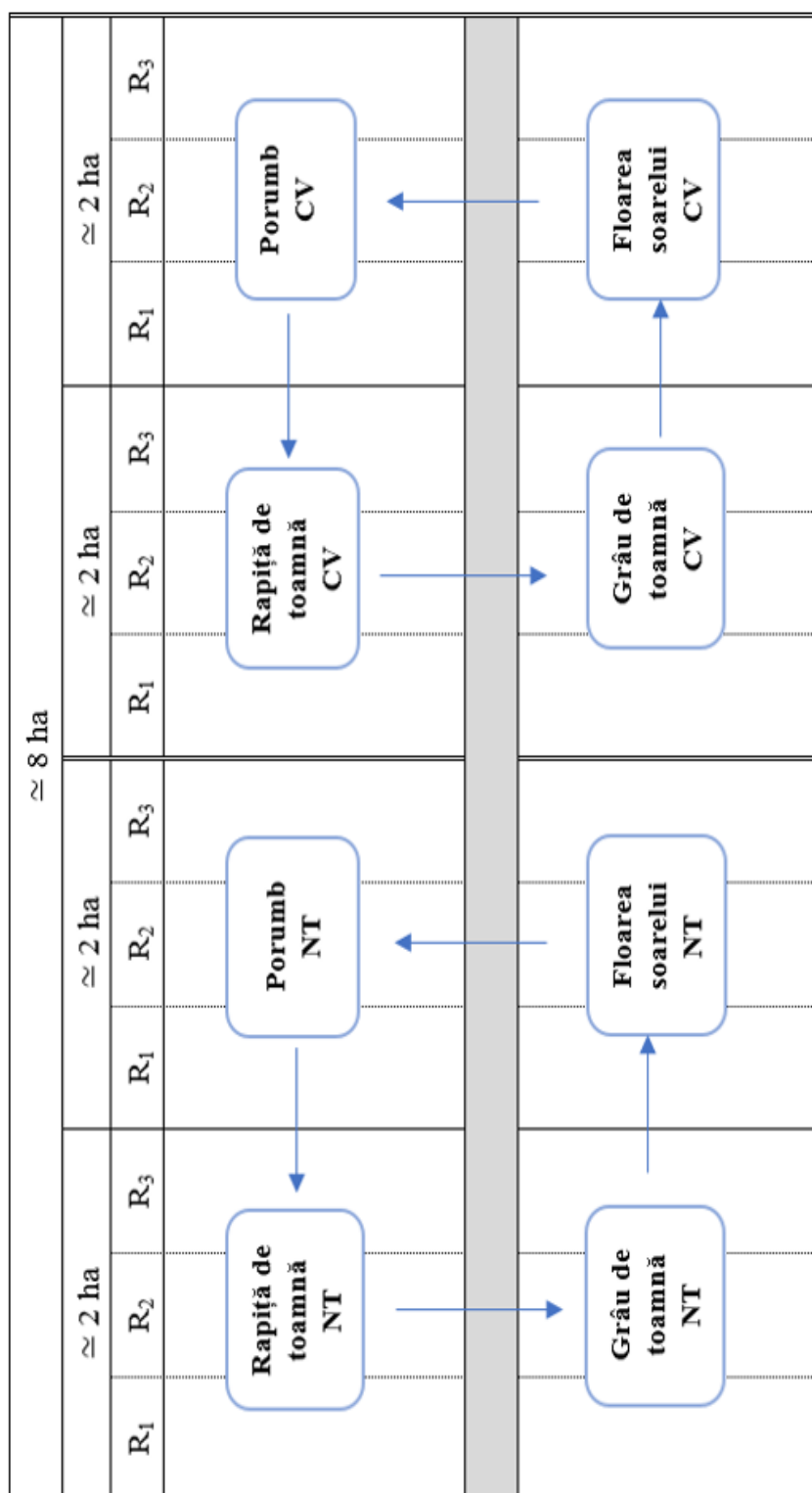


**Fig. 3.2 – Schița experienței (original)**

*Fig. 3.2 – Experimental design (original)*

### 3.3 Tehnologia de cultivare

#### 3.3 Cultivation technology

În 2020, la nivel UE, România a fost a patra țară producătoare de grâu de toamnă, însămânțând 2 281 690 ha. Atât suprafața însămânțată cât și cele 6 754 530 tone produse au poziționat România pe locul nouăsprezece la nivel mondial ([www.faostat.org](http://www.faostat.org)).

În vederea optimizării relației plantă-sol, dar și în vederea obținerii unor producții de calitate superioară în cadrul experienței s-a urmărit soluționarea diferențiată a problemelor privind lucrările solului, fertilizarea, semănatul diferențiat, lucrările corespunzătoare de întreținere a culturilor și recoltarea (fig. 3.3).

Pentru semănatul în sistem convențional a culturii de grâu de toamnă s-a utilizat semănătoarea SUP 15 + Goldoni 50 CP, la care pentru lucrarea de bază a solului s-a efectuat arătura la 20 cm, realizată îndată ce a fost recoltată cultura premergătoare. Ca lucrări secundare au fost executate două treceri cu grapa cu discuri GDU 3,4 + grapa elicoidală, iar pregătirea patului germinativ s-a realizat în ziua semănatului cu ajutorul combinatorului de tip Kompactor, în agregat cu Valtra 200 CP.

Semănatul direct s-a efectuat folosind semănătoarea FG 01-FABIMAG care pentru semănatul culturilor de cereale păioase este echipată cu 27 brăzdare, distanța dintre ele fiind de 17,5 cm, cu o lățime totală de lucru de 4,7 m. Acest echipament prezintă un disc “turbo” riflat, ce asigură o tăiere eficientă a reziduurilor recoltei precedente, chiar dacă acestea sunt umede și abundente. Totodată necesită mai puține kilograme de sarcină decât un disc neted pentru tăierea resturilor vegetale în condițiile de mai sus. Acest disc are un sistem cu arcuri care îi permite să copieze profilul terenului și să mențină cât mai constantă adâncimea tăierii.

Semănatul culturii grâului de toamnă s-a realizat în aceeași zi, pentru ambele variante de lucrare analizate, în toți cei trei ani de experimentare. În anul agricol 2016-2017 semănatul s-a realizat la data de 7 noiembrie 2016, în anul agricol 2017-2018 la data de 28 septembrie, iar în ultimul an de experiență, 2018-2019, pe 16 octombrie.

Fertilizarea a fost efectuată în toamnă, administrând atât în convențional, înainte de pregătirea patului germinativ, cât și în no-till odată cu semănatul, 130 kg îngrășământ DAP, produs comercial, rezultând aproximativ 60 kg/ha  $P_2O_5$  substanță activă, respectiv 23,4 kg N.

În primăvară, s-a completat doza de azot prin utilizarea de uree granulat, administrându-se prin împrăștiere 80 kg/ha produs comercial, în ambele sisteme de lucrare a solului, ceea ce corespunde cu o cantitate de 36,6 kg N, reprezentând 2/3 din doza totală.

Întreținerea culturii s-a realizat utilizând pentru combaterea buruienilor erbicidul Sekator Progress OB (BAYER), într-un volum de 200 l/apă la ha și o doză de 0,15 l/ha.

Acest erbicid se aplică la infestări puternice, dar și împotriva buruienilor greu de combătut.

Deși, intervalul optim este considerat a fi începutul și sfârșitul înfrățirii, erbicidul Sekator poate fi administrat până la apariția frunzei stindard, fără a provoca efecte fitotoxice asupra culturii.

Pentru combaterea bolilor și a dăunătorilor s-a aplicat fungicidul CARAMBA (BASF), primăvara pe vegetație, de la apariția frunzei standard până la începutul înspicării și odată cu el insecticidul Decis 25 WG.

În toți cei trei ani de experiență, recoltarea grâului de toamnă din ambele variante de lucrare a solului, s-a realizat în cea de-a șaptea lună calendaristică, atunci când umiditatea cariopselor a scăzut sub 14 %.



Fig. 3.3 Aspecte din câmpul experimental: a) semănatul NT; b) recoltarea parcelelor experimentale (original)

*Fig. 3.3 Aspects from the experimental field: a) sowing NT; b) harvesting of experimental plots (original)*

### 3.4 Datele meteorologice

#### 3.4 Meteorological data

Pentru perioada studiată (2016-2019), datele referitoare atât la precipitațiile atmosferice cât și la temperatura aerului, au fost obținute prin intermediul site-ului [www.fieldclimate.com](http://www.fieldclimate.com), de la Stația Meteorologică 000019B amplasată pe teritoriul Fermei Ezăreni din cadrul Stațiunii Didactice Iași, unde au fost efectuate și observațiile prezentului studiu.

Datele privind valorile multianuale ale precipitațiilor atmosferice, precum și alte informații legate de temperatura aerului, solului și climă (din perioada 1961-2013) au fost obținute de la Stația Meteorologică, Iași.

### 3.5 Materialul prelevat

#### 3.5 Soil samples

Pentru realizarea obiectivelor propuse și pentru a evidenția influența sistemului de lucrare a solului asupra proprietăților acestuia au fost recoltate probe de sol (fig. 3.4) în anumite stadii de vegetație la cultura luată în studiu (*Triticum aestivum* L.).



Fig. 3.4 – Aspecte din momentul recoltării probelor de sol (original)

Fig. 3.4 – Aspects from the time of soil sampling (original)

Pentru determinarea densității aparente au fost prelevate probe de sol în așezare naturală (nederanjată), de pe ambele variante de lucrare a solului studiate, în stadiile de semănat, vegetație și recoltare, de pe patru intervale de adâncime: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm, din trei puncte diferite situate pe diagonala parcelei, în câte trei repetiții pe fiecare adâncime, folosind cilindri metalici cu volumul de  $100 \text{ cm}^3$ , diametrul de 5 cm și înălțimea de 5,1 cm.

Pentru a analiza stabilitatea hidrică a agregatelor macrostructurale de sol și a distribuției acestora, au fost recoltate probe în așezare modificată, la semănat, pe vegetație și la recoltare, pe aceleași intervale de adâncime ca în cazul densității aparente.

Pentru studiile ce relevă umiditatea solului s-au recoltat probe de sol până la adâncimea de 90 cm, de pe 6 intervale astfel: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm, 50-70 cm și 70-90 cm, în câte trei repetiții pe fiecare interval de adâncime. Probele au fost recoltate din cinci puncte, de pe fiecare din cele două variante de lucrare a solului: CV și NT imediat după semănat până la recoltare, iar în timpul perioadei de vegetație acestea s-au prelevat din zece în zece zile.

Determinarea populației solului s-a efectuat prelevând probe de sol de pe cele două variante de lucrare, realizând o schițare inițială a parcelei din care au fost alese 3 puncte pe diagonală. Astfel, în perioada martie 2017-iulie 2019, au fost prelevate anual probe de sol pe parcursul a patru stadii de vegetație: înfrățire, alungirea paiului, înflorire și recoltare, de la adâncimea de 7-10 cm, din jurul rădăcinilor.

Anual, în ziua recoltării au fost colectate plante din ambele variante de lucrare studiate, de pe o suprafață de 1m<sup>2</sup>, în trei repetiții, care au fost transferate în laborator în vederea determinării parametrilor biometrici (lungimea plantei și lungimea spicului) și a elementelor de productivitate (MMB, MH și numărul de boabe pe spic).

### **3.6 Activități desfășurate în laborator**

#### **3.6 Lab activities**

În vederea efectuării analizelor, după recoltare, toate probele au fost transferate și investigate în laboratoarele destinate analizării indicatorilor urmăriți.

#### **3.6.1 Analize fizice și hidrofizice**

##### **3.6.1 Physical and hydrophysical analyses**

Acestea au fost realizate în *Laboratorul de Fizica solurilor* din cadrul *Institutului de Cercetări pentru Agricultură și Mediu (I.C.A.M.)* ce aparține Universității de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași.

##### ***Densitatea aparentă***

Determinarea densității aparente s-a realizat conform metodologiei I.C.P.A.

Principiul metodei constă în prelevarea probelor de sol în așezare naturală, cu ajutorul cilindrilor cu volum cunoscut, raportând masa solului uscat în etuvă la volumul total al probei.

Pentru introducerea cilindrilor metalici în sol s-a utilizat o sondă specială produsă de firma Eijkelkamp.

În laborator, au fost scoase capacele superioare ale cilindrilor, care au fost introduși la etuvă timp de 8 ore, la o temperatură de 105 °C, iar apoi s-a verificat dacă cantitatea de apă legată fizic s-a evaporat în totalitate. Cilindrii s-au cântărit apoi, după care s-a determinat tara acestora. Cunoscându-se masa solului absolut uscat ( $G$ ) și volumul acestuia ( $V$ ), s-a calculat densitatea aparentă după relația:

$$Da = \frac{G}{V} [g/cm^3]$$

### ***Gradul de hidro stabilitate macrostructurală***

Principiul metodei se bazează pe proprietatea agregatelor cu o stabilitate hidrică mai slabă de a disocia mai ușor față de cele cu o stabilitate hidrică mai mare, atunci când sunt imersate în apă.

S-a realizat cu ajutorul metodei elaborată de Kemper și Koch (1966) care ulterior a fost îmbunătățită de către Kemper și Rosenau (1986), folosindu-se un aparat produs de firma Eijkelkamp. Pentru aceasta, o probă medie de sol cu greutatea de 1 kg, de pe fiecare orizont luat în studiu, a fost lăsată la aer timp de 48 de ore pentru uscare, după care a fost cernută pentru a se separa agregatele cu diametrul cuprins între 1-2 mm; ulterior, s-au extras 4 grame de sol care au fost saturate capilar, apoi proba a fost supusă timp de trei minute unui proces de cernere umedă în apă distilată, timp în care agregatele care nu au prezentat stabilitate hidrică au disociat. Cantitatea de sol care a rămas pe site a fost spălată timp de 10 minute într-o soluție de NaOH 2 % (în cazul solurilor cu pH acid) și de NaPO<sub>3</sub> (în cazul solurilor cu pH alcalin). Cilindrii cu sol rezultați în urma celor două procese de spălare au fost trecuți în etuvă, la 110 °C, timp de 8 ore, calculându-se cantitatea de sol absolut uscat, care prezintă sau nu stabilitate hidrică.

### ***Umiditatea solului***

În vederea determinării acestui indice hidrofizic a fost utilizată *metoda gravimetrică*, această tehnică se bazează pe capacitatea solului de a pierde în totalitate cantitatea de apă legată fizic, în momentul când este supus uscării la temperaturi mai mari de 105 °C.

Pentru prelevarea probelor au fost folosite fiole din aluminiu, a căror tară a fost determinată anterior prelevării (t), numerotate, cantitatea de sol fiind de 2/3 din volumul fiolei (sau 20-30 g), fără a tasa solul.

În laborator au fost cântărite fiolele cu sol umed (G<sub>1</sub>) apoi introduse timp de 8 ore în etuvă la temperatura de 105 °C.

După uscare, umiditatea momentană s-a apreciat raportând apa evaporată prin uscare, în procente față de masa solului absolut uscat, cu ajutorul formulei:

$$U\%g = \frac{A}{S} 100 = \frac{G_1 - G_2}{G_2 - t} 100$$

unde:

U% g - reprezintă umiditatea în % față de masa solului uscat,

A - indică apa evaporată din probă, în g,

S - este masa solului uscat, în g,

100 - factorul de raportare procentuală.

### 3.6.2 Analize microbiologice

#### 3.6.2 Microbiological analysis

Toate probele de sol recoltate în vederea evidențierii populației solului au fost analizate în *Laboratorul de cercetare* al disciplinei de *Microbiologie* din cadrul Departamentului *Știința plantelor*, aparținând Universității de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași.

În vederea determinării influenței sistemelor de lucrare a solului asupra micropopulației solului s-a folosit *Metoda culturilor în plăci Petri*.

După ce a avut loc recoltarea probelor, acestea au fost transportate la laborator în vederea analizării lor, fiind mojarate și omogenizate într-un mojar steril, iar ulterior s-a cântărit câte 1 g de sol din fiecare probă prelevată pentru efectuarea diluțiilor.

#### *Efectuarea diluțiilor de sol*

Materialul ce conținea microorganisme a fost diluat în apă sterilă, utilizând coeficientul de diluare 10 (în acest fel s-a obținut o succesiune de diluții în care numărul microorganismelor a scăzut în progresie geometrică).

Din probele recoltate de pe cele două variante de lucrare a solului, s-a cântărit 1 g de sol (utilizând o sticlă de ceas sterilă) care, ulterior a fost introdus într-o eprubetă ce conținea 9 ml apă de robinet sterilizată în prealabil, timp de 30 minute, la temperatura de 120 °C. Diluția obținută a fost barbotată foarte bine timp de 5 minute. Din diluția 1/10 ( $10^{-1}$ ) s-a luat 1 ml lichid cu o pipetă gradată sterilă și s-a introdus în cea de-a doua eprubetă cu 9 ml de apă sterilă, obținând astfel diluția 1/100 ( $10^{-2}$ ) și în același fel s-a preparat până la diluția 1/1000000 ( $10^{-6}$ ).

#### *Însămânțarea plăcilor Petri*

Din diluțiile rezultate s-au făcut însămânțări în plăci Petri. Așadar, din fiecare diluție, începând cu cea mai mare 1/10 ( $10^{-1}$ ), am luat 1 ml din suspensia de germeni cu ajutorul unei pipete gradate, pe care am introdus-o în câte o placă Petri. Pentru exactitate au fost realizate mai multe repetiții. Astfel, pentru fiecare din cele 4 medii de cultură au fost însămânțate câte 16 vase pentru fiecare variantă de lucrare, rezultând un total de 136 de vase.

S-a omogenizat mediul agitând prin rotire cu atenție placa Petri, după care s-a lăsat mediul să se răcească.

Această etapă a fost realizată în condiții sterile sub lampa cu flux laminar, ASALAIR 1200, LAMINAR FLOW FLV (ASAL SRL, Italia).

După solidificarea mediului, plăcile Petri au fost puse la incubat timp de 24 de ore la temperatura de 28 °C, în vederea determinării numărului de bacterii Gram pozitive ( $G^+$ ) și Gram negative ( $G^-$ ), a fixatorilor de azot molecular, iar identificarea microscopică a fungilor filamentoși s-a realizat după 5 zile.

Coloniile apărute, care au fost cu atât mai rare cu cât titrul diluției este mai mic ( $10^{-6}$ ) s-au numărat cu ochiul liber folosind un marker, iar pentru o mai mare precizie am folosit placa Wolfhügel (fig. 3.5) ce are câmpul împărțit în carouri egale. Vasul Petri se introduce sub placa respectivă și se numără coloniile din 10-20 suprafețe luate la întâmplare sau pe 1-2 diagonale.

În vederea determinării numărului de colonii pe întreaga suprafață a plăcii se înmulțește numărul găsit pe  $1 \text{ cm}^2$  cu suprafața plăcii în  $\text{cm}^2$ .

Numărul coloniilor dintr-o placă Petri înmulțește cu valoarea inversă a diluției respective pentru a afla numărul de germeni dintr-un gram de sol.



Fig. 3.5 – Determinarea numărului de UFC/g sol (original)

Fig. 3.5 – Determination of the CFU/g soil (original)

#### **Prepararea mediilor de cultură**

Mediile de cultură se utilizează diferențiat în funcție de grupele sistematice. Astfel, pentru a determina numărul total de bacterii s-a folosit mediul PDA (potato-dextrose-agar), iar pentru determinarea bacteriilor  $G^+$  a fost utilizat mediul PDA+Streptomicină. Streptomicina inhibă dezvoltarea bacteriilor  $G^-$  dând posibilitatea dezvoltării speciilor  $G^+$ , aceasta se adaugă când temperatura mediului este de aproximativ  $50^\circ\text{C}$ , imediat după sterilizare, în cantitate de 35 mg/l.

Mediul cu roz bengal inhibă dezvoltarea bacteriilor și a microfungilor cu creștere rapidă (ex. *Rhizopus*, *Trichoderma* spp.) ceea ce permite dezvoltarea numărului de micromicete la gramul de sol. În cazul acestui mediu, roz bengalul se adaugă în cantitate de 33 mg/l, înainte de sterilizare.

În vederea izolării și determinării fixatorilor liberi de azot molecular, aerobi și anaerobi din sol, a fost utilizat mediul Ashby solid.

Pentru obținerea unui litru de mediu Ashby am utilizat: 20 g glucoză, 0,2 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,2 g  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 15-18 g agar, 0,2 g  $\text{MgSO}_4$ , 0,2 g  $\text{NaCl}$ , 5 g  $\text{CaCO}_3$  și 1000 ml apă distilată. S-au amestecat componentele până la dizolvare și s-a sterilizat mediul prin autoclavare timp de 20 minute la temperatura de  $120^\circ\text{C}$ .

#### **Examinarea microscopică a micromicetelor**

Pentru a identifica cu exactitate speciile de ciuperci au fost realizate preparate microscopice, care au fost analizate la microscopul optic fig. (3.6).



Fig. 3.6 – Examinarea preparatelor  
microscopice (original)  
*Fig. 3.6 – Examination of microscopic  
preparations (original)*

Pentru realizarea preparatelor microscopice provizorii și analizarea lor la microscopul optic s-au parcurs următoarele etape: prelevarea materialului de analizat, montarea, fixarea între lamă și lamelă într-o picătură de lactofenol a materialului și analizarea microscopică a micromicetelor.

Prelevarea materialului pentru efectuarea unui preparat microscopic provizoriu din cultură, se realizează prin detașarea directă a unui fragment din colonia micromicetei, folosind un ac spatulat.

Identificarea micromicetelor izolate s-a realizat pe baza caracterelor morfologice și culturale ale fiecărei micromicete în parte.

### 3.6.3 Analize de productivitate

#### 3.6.3 Productivity analysis

În cadrul analizelor pentru caracterizarea generală a plantelor s-au determinat o serie de parametri biometrici. Pentru aceasta, s-au colectat plante de grâu din cele două variante de lucrare a solului.

Determinările s-au realizat înaintea recoltării, când au fost colectate plante de pe fiecare variantă din experiență, de pe o suprafață de  $1\text{m}^2$ , determinându-se următoarele caractere: lungimea plantei, lungimea spicului, numărul de boabe/spic, MMB, MH.

**Determinarea masei a 1000 boabe (MMB)** s-a efectuat conform prevederilor SR 6123/1999.

Masa a 1000 boabe este un indicator care permite aprecierea mărimii semințelor, iar indirect caracterizează capacitatea de producție a unui soi sau hibrid, întrucât există o corelație strânsă între MMB și producția obținută.

Masa a 1000 boabe este mult mai relevantă decât masa hectolitrică, deoarece este influențată de mai puțini factori decât aceasta. Principalii factori care influențează MMB sunt masa specifică, proporțiile părților anatomice ale bobului și umiditatea acestora.

Pentru determinarea masei absolute a 1000 de boabe s-a determinat și umiditatea acestora. Pentru calcul s-au folosit relațiile:

$$MMB_{absoluta} = \frac{100 - U\%}{100} MMB_{relativa} \qquad MMB_{relativa} = \frac{M}{n} 1000$$

unde:  $M$  - masa semințelor (g);  
 $n$  - numărul semințelor din proba analizată;  
 $U\%$  - umiditatea semințelor (%).

**Determinarea masei hectolitrice (MH)** s-a realizat conform prevederilor SR 6123-2/1999.

Masa hectolitrică, numită și masa unității de volum, reprezintă greutatea unui hectolitru de semințe echivalent cu 0,10 m<sup>3</sup>, exprimată în kilograme. Aceasta se determină folosind balanța hectolitrică care permite stabilirea masei semințelor care ocupă un volum de 1 litru.

Rezultatul final este reprezentat de media aritmetică a două determinări consecutive, între care să nu existe diferențe mai mari de 0,5 kg/hl.

Masa hectolitrică este influențată de o serie de factori ca masa specifică a boabelor, conținutul în corpuri străine și natura lor, elementele geometrice ale boabelor, coeficientul de frecare a boabelor și umiditatea acestora.

### 3.7 Analiza statistică

#### 3.7 Statistical data analysis

Rezultatele obținute, pe variante, au fost introduse în programul de calcul statistic ANOVA.

Pentru prelucrarea statistică a datelor obținute s-au parcurs etapele: determinarea diferențelor limită pentru probabilitatea de transgresiune de 0,1%, 1% și 5%, stabilirea diferențelor față de varianta martor și stabilirea semnificațiilor, urmând apoi interpretarea rezultatelor.



## **Capitolul 4**

### **CHAPTER 4**

#### **ANALIZA DATELOR CLIMATICE CARACTERISTICE PERIOADEI STUDIAȚE ȘI CARACTERIZAREA CADRULUI NATURAL ÎN CARE S-AU DESFĂȘURAT CERCETĂRILE**

#### **ANALYSIS OF CLIMATE DATA OF THE STUDY PERIOD AND EVALUATION OF THE NATURAL FRAME IN WHICH THE RESEARCH HAS BEEN CONDUCTED**

##### **4.1 Așezarea geografică**

##### **4.1 Geographical location**

Stațiunea Didactică a Universității de Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași asigură baza tehnico-materială necesară pentru integrarea cercetărilor agricole cu producția, fiind o unitate cu funcționalitate multiplă.

Ferma Didactică Ezăreni care aparține Stațiunii Didactice a U.S.V. Iași, locul unde au fost amplasate experiențele, se află situată la 2,5 km S-V de orașul Iași, în extremitatea sud-vestică a Câmpiei Moldovei, cunoscută sub denumirea de „Câmpia Jijiei inferioare și Bahluiului”.

Din punct de vedere al așezării geografice, Ferma Didactică Ezăreni se încadrează între coordonatele 47°5’-47°10’ latitudine nordică și 27°28’-27°33’ longitudine estică.

##### **4.2 Condițiile climatice din zonă**

##### **4.2 Climatic factors**

Dacă la nivel mondial, lipsa apei este considerată a fi una dintre problemele semnificative de mediu care limitează creșterea și productivitatea culturilor, încălzirea globală și schimbările climatice fac situația și mai gravă, reprezentând o amenințare semnificativă pentru securitatea alimentară și globală (Campbell ș.a., 2016).

Conform Hochman ș.a. (2017) condițiile climatice reprezintă unul din principalii factori incontrollabili care afectează producția culturilor și motorul principal al fluctuațiilor producției alimentare globale.

Evenimentele climatice extreme sunt reprezentate în special de perioade prelungite de secetă, ploi torențiale sau valuri de căldură, toate acestea având un impact semnificativ asupra sectorului agricol prin reducerea productivității culturilor, modificarea perioadelor de creștere, scăderea conținutului de carbon organic (SOC) și degradarea solului (Nazir ș.a., 2017).

Se preconizează că schimbările climatice vor conduce între altele, la creșterea eroziunii solului în întreaga lume, având efecte negative asupra serviciilor ecosistemice și bunăstarea umană.

Eroziunea solului este unul din principalele procese care duce la degradarea terenurilor, iar aceasta este o amenințare globală care afectează negativ funcționarea ecosistemului și capacitatea acestora de a furniza servicii ecosistemice, potrivit Lal (2010). Impactul eroziunii solului include pierderea de materie organică, ceea ce reduce capacitatea solului de reținere a apei și a nutrienților, precum și de a fi un mediu potrivit pentru dezvoltarea microorganismelor.

În conformitate cu viitoarea creștere a populației globale prognozată, cererea globală de alimente este de așteptat să crească cu 60 % până la mijlocul secolului al XXI-lea (Bijl ș.a., 2017), prin urmare, înțelegerea modului de asigurare a producției alimentare durabile în condițiile viitoarelor schimbări climatice este o provocare comună la nivel mondial.

Datorită condițiilor de vreme extremă și a evenimentelor climatice vor fi afectate și mai mult producția agricolă și securitatea alimentară (Wei ș.a., 2017), având ca rezultat degradarea mediului agricol, creșterea inundațiilor, scăderea producției de alimente și fluctuații ale calității și prețului alimentelor.

Ceglar ș.a. (2016), Leng și Huang (2017), afirmă că, până în prezent, puține cercetări s-au concentrat asupra modului în care variațiile climatice afectează randamentul culturilor, deși înțelegerea legăturilor dintre variabilitatea climatică și productivitatea culturilor este crucială pentru evaluarea sistemelor agricole.

Dezvoltarea culturilor poate fi afectată și de precipitații și temperaturi extreme care apar în etapele cruciale ale dezvoltării lor (Holzkamer ș.a., 2014) cu toate că acest impact este neglijat, dar pentru a asigura securitatea alimentară viitoare, sunt necesare culturi adaptate condițiilor de mediu (Ray ș.a., 2015; Villegas ș.a., 2016).

Potrivit lui Wicks ș.a. (1994) diferențele de producție variază în funcție de cât de mult a fost întârziată dezvoltarea plantelor din cauza temperaturilor mai scăzute ale solurilor, de cât de multă apă a fost conservată, cât de mult stres hidric a apărut, precum și de cantitatea și distribuția precipitațiilor.

În cazul culturii grâului de toamnă, Tao ș.a. (2017) afirmă că pe lângă efectele negative ale stresului termic, temperatura scăzută poate limita dezvoltarea în fazele sale incipiente de creștere, în timp ce temperatura ridicată ar putea scurta sezoanele de creștere a grâului.

Lucrarea de conservare a solului este o practică agricolă inteligentă față de climă, despre care se afirmă că are un mare beneficiu în menținerea diversității și eterogenității comunităților microbiene din sol (Zuber și Villamil, 2016 ).

Numeroase studii au raportat că schimbările climatice afectează semnificativ compoziția microbiană, deoarece activitatea și compoziția comunităților microbiene din sol sunt reglementate de factori precum cantitatea și calitatea materiei organice din sol, dar și de factori precum temperatura și umiditatea (Crowther ș.a., 2019).

Vries ș.a. (2012) afirmă că în cadrul comunităților microbiene, bacteriile sunt mai sensibile la stresul hidric în comparație cu ciupercile.

#### **4.2.1 Regimul termic**

##### **4.2.1 Thermal regime**

Temperatura este cunoscută ca fiind un factor cu rol deosebit de util în condiționarea proceselor esențiale din plante precum fotosinteza, germinația semințelor, respirația, ș.a. influențând evoluția proceselor biochimice din sol, dezvoltarea sistemului radicular sau nivelul de absorbție a diverse elemente nutritive.

Limitele scăzute de temperatură determină declanșarea proceselor din plantă și sol iar cele ridicate pot provoca pierderi precum ofilirea plantelor, căderea florilor sau o slabă polenizare și fructificare. Având în vedere că fiecare plantă de cultură prezintă cerințe specifice, necesarul termic al plantelor cultivate trebuie observat și prin prisma cerințelor optime pentru apă, lumină sau alte elemente climatice esențiale.

Zonei geografice a Iașului îi este atribuit un climat temperat ca și caracteristică. Zona din care face parte și Ferma Ezăreni este caracterizată prin climă boreală, cu ierni reci și geroase și veri călduroase. Ca valori multianuale, în jurul perioadei de 15-20 octombrie se produce primul îngheț, iar ultimul îngheț are loc de obicei în perioada 10-20 aprilie.

Înregistrarea temperaturilor ce depășesc 0 °C are loc în jurul datei de 25-28 februarie, iar scăderea temperaturii sub această valoare se înregistrează în perioada 1-5 decembrie. Temperaturile mai ridicate de 5 °C apar după jumătatea lunii martie, în general la 15-20 martie și continuă aproximativ până la 5-10 noiembrie, iar cele ce întrec 10 °C apar în intervalul 25-31 martie și 15-20 octombrie.

Totalitatea gradelor de temperatură activă este mai mare de 3000 °C, zilele de vară cu maximum de 25 °C sunt în număr de 90-95, iar cele cu temperaturi ce depășesc 30 °C sunt în jur de 30 pe an, cu o creștere a frecvenței acestora în ultimul deceniu (tabelul 4.1).

Tabelul 4.1  
Table 4.1

Factorii ce caracterizează regimul termic la Iași (media pe 50 ani) (°C)  
*Factors characterizing the thermal regime in Iasi (average for 50 years) (°C)*

| Specificare             | Lunile   |           |        |         |       |       |       |        |            |           |           |           | Media multi-anuală (°C) |
|-------------------------|----------|-----------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
|                         | Ianuarie | Februarie | Martie | Aprilie | Mai   | Iunie | Iulie | August | Septembrie | Octombrie | Noiembrie | Decembrie |                         |
| Temperatura medie       | -2,7     | -1,2      | 3,7    | 10,6    | 16,5  | 19,9  | 21,6  | 20,9   | 15,9       | 10,2      | 4,9       | -0,6      | 10,0                    |
| Media maximelor zilnice | -0,7     | -1,3      | 8,0    | 16,7    | 22,9  | 26,3  | 28,4  | 27,8   | 23,3       | 15,9      | 8,4       | 2,2       | 14,8                    |
| Media minimilor zilnice | -8,1     | -6,7      | -1,9   | 4,3     | 9,7   | 13,3  | 15,2  | 14,4   | 10,5       | 5,1       | 1,0       | -4,6      | 4,4                     |
| Media minimilor lunare  | -18,9    | -16,8     | -9,2   | -2,1    | 3,7   | 7,6   | 10,4  | 8,8    | 3,2        | -2,5      | -8,3      | -14,4     | -3,2                    |
| Media maximilor lunare  | 8,8      | 10,6      | 19,5   | 25,8    | 30,2  | 32,8  | 34,3  | 34,5   | 30,6       | 27,5      | 19,5      | 11,5      | 23,8                    |
| Maxima absolută lunară  | 15,5     | 19,0      | 27,0   | 31,5    | 36,4  | 38,0  | 40,0  | 39,7   | 38,0       | 33,9      | 28,5      | 18,0      | 30,4                    |
| Minima absolută lunară  | -30,0    | -29,0     | -22,7  | -7,0    | -29,4 | 3,5   | 6,8   | 4,6    | -1,0       | -16,0     | 18,6      | -29,5     | -14,0                   |

În vederea înțelegerii evoluției temperaturii aerului s-a efectuat o analiză a temperaturii înregistrate în perioada 1961-2013 (tabelul 4.2 și fig. 4.1) ce a indicat creșteri semnificative ale valorilor medii lunare.

Examinând mediile înregistrate în perioada 2000-2013 putem observa un trend ascendent al temperaturilor în aproximativ toate lunile, media anuală fiind cu aproximativ 1 °C mai mare decât cea înregistrată în perioada 1961-1991, fapt ce indică că ne aflăm în plin proces de încălzire globală.

Temperatura medie multianuală este de 9,96 °C cu o temperatură medie minimă de -3,1 °C înregistrându-se în luna ianuarie și o maximă medie de 22,6 °C înregistrată în luna iulie.

Tabelul 4.2

Table 4.2

**Regimul termic înregistrat la Iași în perioada 1961-2013 (original)**  
*The thermal regime registered in Iași between 1961-2013 (original)*

| Temperatură<br>(°C)       | Lunile   |           |        |         |      |       |       |        |            |           |           |           | Media multi-<br>anuală<br>(°C) |
|---------------------------|----------|-----------|--------|---------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|
|                           | Ianuarie | Februarie | Martie | Aprilie | Mai  | Iunie | Iulie | August | Septembrie | Octombrie | Noiembrie | Decembrie |                                |
| Media lunară<br>1961-1999 | -3,1     | -1,4      | 3,0    | 10,1    | 15,8 | 19,3  | 20,7  | 20,1   | 15,7       | 10,0      | 4,0       | -0,7      | 9,45                           |
| Media lunară<br>2000-2013 | -2,3     | -1,0      | 4,4    | 11,1    | 17,1 | 20,4  | 22,6  | 21,8   | 16,0       | 10,4      | 5,8       | -0,6      | 10,47                          |
| Media lunară<br>1961-2013 | -2,7     | -1,2      | 3,7    | 10,6    | 16,5 | 19,9  | 21,6  | 20,9   | 15,9       | 10,2      | 4,9       | -0,6      | 9,96                           |

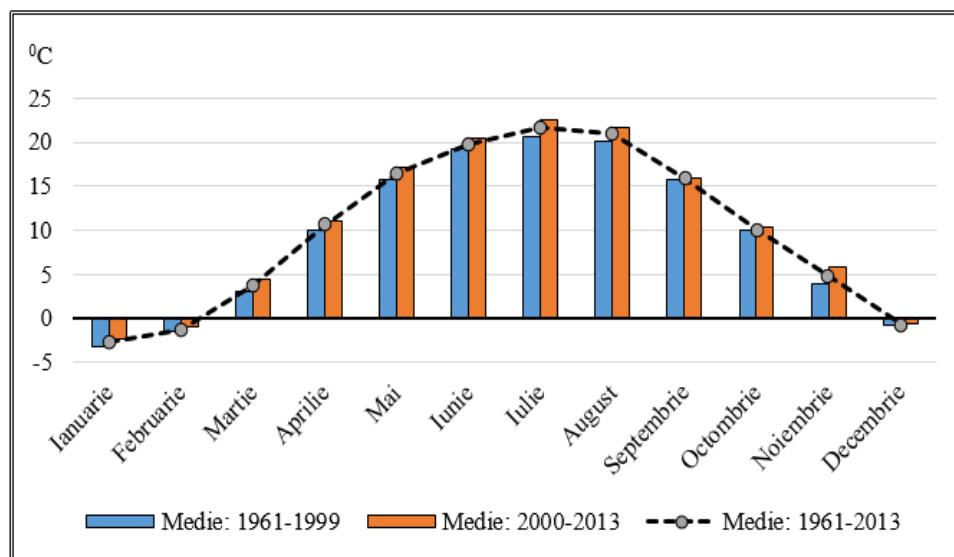


**Fig. 4.1 – Temperatura aerului înregistrată în perioada 1961-2013 la Iași (original)**

*Fig. 4.1 – Air temperature registered in Iași between 1961-2013 (original)*

#### 4.2.2 Regimul pluviometric

##### 4.2.2 Hydric regime

Potrivit datelor oficiale de la stația meteo Iași (tabelul 4.3), în perioada 1961-2015 precipitațiile medii multianuale în zona Iașului au fost de aproximativ 536,5 mm, lunile cu cele mai bogate în precipitații fiind aprilie, mai, iunie, iulie, august și septembrie, pe când precipitații scăzute cantitativ au fost în lunile ianuarie, februarie, martie, octombrie, noiembrie și decembrie.

Analizând distribuția precipitațiilor s-a constatat că aceasta este neregulată și diferă în funcție de anotimp, astfel încât primăvara au căzut 23 % din totalul precipitațiilor dintr-un an, vara 39 %, toamna 21 %, iar iarna 16 %.

Există situații în care volumul total anual de precipitații este excedentar, dar datorită distribuirii neuniforme a acestora anul poate fi apreciat drept secetos.

Un fenomen primejdios care se întâlnește este grindina, care se produce mai ales în primele două luni ale verii, însă au fost cazuri când s-a semnalat și în luna august. Vara, grindina poate pricinui pierderi deosebit de mari prin micșorarea densității plantelor, expunerea acestora la atacul de boli și dăunători sau, în cel mai dezastruos caz, compromiterea culturii.

Tabelul 4.3

Table 4.3

**Regimul pluviometric înregistrat la stația meteo Iași, în perioada 1961-2015 (original)**

*Pluviometric regime at the meteorological station Iasi, between 1961-2015 (original)*

| Perioada  | Media lunară (mm) |           |        |         |      |       |       |        |            |           |           |           | Total anual (mm) |
|-----------|-------------------|-----------|--------|---------|------|-------|-------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
|           | Ianuarie          | Februarie | Martie | Aprilie | Mai  | Iunie | Iulie | August | Septembrie | Octombrie | Noiembrie | Decembrie |                  |
| 1961-2015 | 27,2              | 24,6      | 29,2   | 47,4    | 58,0 | 82,7  | 76,5  | 52,2   | 45,6       | 32,1      | 33,5      | 27,4      | 536,5            |

#### 4.3 Vegetația

##### 4.3 Vegetation

Din punct de vedere geobotanic Ferma Ezăreni este încadrată într-o organizație floristică de tip silvostepă.

*Stipa capillata*, *Achillea millefolium*, *Phlomis tuberosa*, *Galium verum* sunt câteva din speciile care alcătuiesc vegetația naturală de pe pante, în timp ce în pășuni predominante sunt specii de *Festuca valesiaca*, *Medicago falcata*, *Agropyron repens*, *Agropyron cristatum*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, *Melilotus officinalis*, etc.

Arbuștii de silvostepă, specifici climatului de silvostepă, se întâlnesc relativ izolat, cei mai caracteristici fiind *Rosa canina*, *Prunus spinosa*, *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*.

De asemenea, cele mai frecvente buruieni sunt *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Sonchus arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Polygonum convolvulus*, *Solanum nigrum*, *Setaria glauca*, *Echinochloa crus-galli*, *Galium aparine*, *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis*, *Traspi arvensis*, *Veronica chamaedris*, *Hibiscus trionum*, *Xanthium strumarium*, *Polygonum persicaria* ș.a.

#### **4.4 Condițiile în care s-au efectuat cercetările**

##### **4.4 Research conditions**

###### **4.4.1 Amplasarea experiențelor**

###### **4.4.1 Experiment lay-out**

Experiența s-a desfășurat pe parcursul anilor agricoli 2016-2019, la Ferma Ezăreni care face parte din cadrul Stațiunii Didactice ce aparține de USV Iași, pe un sol de tip cernoziom cambic mezocalcaric, cu textură luto-argiloasă. Ferma se află localizată în Câmpia colinară a Jijiei inferioare în zona de silvostepă, pe un platou slab înclinat, cu panta de 3 % și expoziție estică.

###### **4.4.2 Caracterizarea solului din câmpul experimental**

###### **4.4.2 The characterization of the soil from the experimental field**

Din punct de vedere geomorfologic terenul din cadrul fermei Ezăreni se încadrează în unitatea geomorfologică majoră a Podișului Moldovei, subunitatea geomorfologică Câmpia colinară a Jijiei.

Pentru caracterizarea generală a solului, în anul 2015, s-a realizat un profil de sol în zona câmpului experimental.

Forma principală de relief în care a fost amplasat profilul principal de sol este platoul interfluvial, cu suprafață, cvasiorizontală, relativ uniformă și cu panta terenului de circa 1-2 %.

Prin examinările și observațiile care s-au realizat, s-au evidențiat caracteristicile morfologice ale solului unde s-au desfășurat experiențele (fig. 4.2).

Datele obținute relevă o morfologie de tipul: Ap-Atp-Bv<sub>1</sub>-Bv<sub>2</sub>k-Bck-Cca.

**Ap<sub>1</sub> 0-24 cm;** lut argilos mediu; brun cenușiu foarte închis (10YR 3/2) în stare umedă și brun cenușiu închis (10YR 4/2) în stare uscată; reavăn; structură degradată parțial prin lucrările repetate ale solului; jilav; compact; friabil în stare umedă; dur în stare uscată; moderat plastic; moderat adeziv; compact; pori mici frecvenți; rădăcini subțiri și groase frecvente; coprolite; trecere treptată;

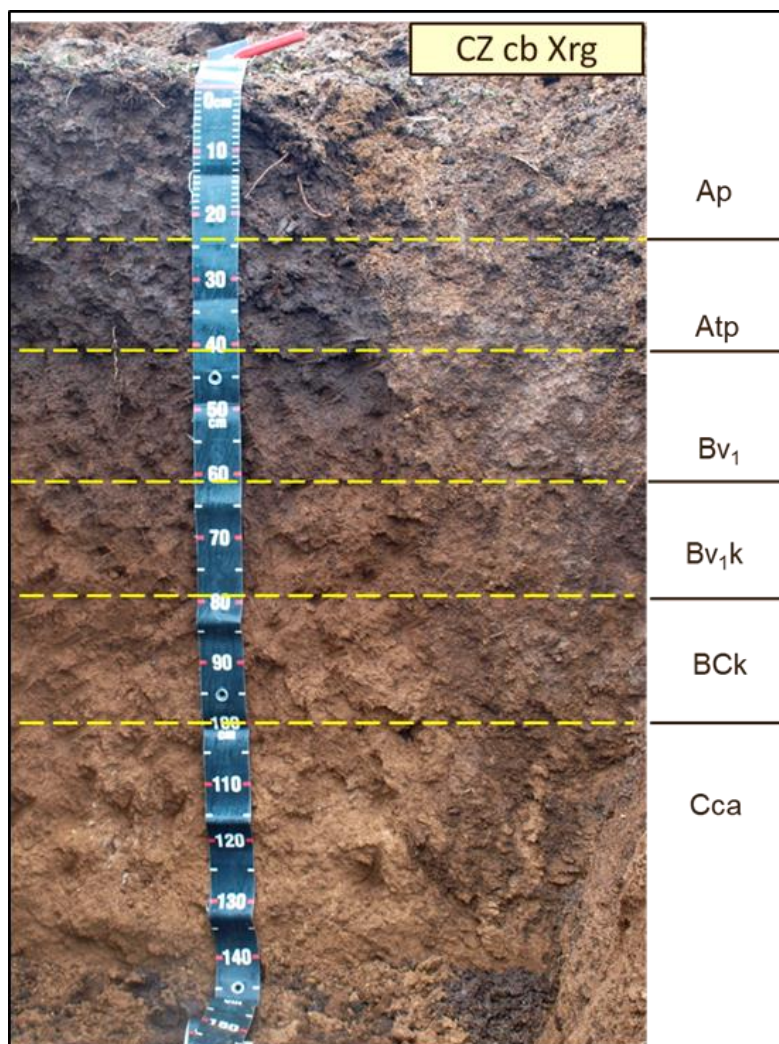


Fig. 4.2 – Cernoziomul (CZ) cambic (cb) regradat (Xrg)

Fig. 4.2 – Cambic chernozem

**Atp 24-41 cm;** lut argilos mediu; brun foarte închis - cenușiu foarte închis (10YR 2,5/2) în stare umedă și brun cenușiu închis (10YR 4/2) în stare uscată; jilav; structură degradată prin lucrările repetate de arătură; compact; friabil în stare umedă; dur în stare uscată; moderat plastic; moderat adeziv; pori mici frecvenți; rădăcini subțiri și groase frecvente; coprolite; trecere treptată;

**Bv<sub>1</sub> 41-61 cm;** lut argilo-prăfos; brun - brun închis (10YR 3,5/3) în stare umedă și brun (10YR 4/3) în stare uscată; reavăn; poliedric subangular mare; friabil în stare umedă; dur în stare uscată; plastic și adeziv în stare umedă; slab compact; pori mici frecvenți; rădăcini rare; trecere treptată;

**Bv<sub>2</sub>k 61-79 cm;** lut argilos mediu; brun închis - brun gălbui închis (10YR 3/3,5) în stare umedă și brun (10YR 4,5/3) în stare uscată; reavăn; columnoid – poliedric mare; friabil în stare umedă; dur în stare uscată; slab plastic; slab adeziv; compact; pori mici frecvenți; efervescență slabă; CaCO<sub>3</sub> sub formă de pseudomicelii difuze; cervotocine și crotovine; rădăcini de lucernă și de alte ierburi perene rare; trecere treptată;

**BCK 79-100 cm;** lut argilos mediu; brun gălbui închis (10YR 4/4) în stare umedă și brun gălbui (10YR 5/4) în stare uscată; reavăn; masiv; friabil în stare umedă; dur în stare uscată; slab plastic; slab adeziv; pori mici frecvenți; efervescență puternică în masă; CaCO<sub>3</sub> sub formă de vinișoare și eflorescențe foarte frecvente; cervotocine și crotovine frecvente; rădăcini rare; trecere treptată;

**Cca 100-148 cm;** lut argilos mediu; brun gălbui (10YR 5/4) în stare umedă și brun gălbui deschis (10YR 6/4) în stare uscată; reavăn; masiv; friabil în stare umedă; dur în stare uscată; slab plastic; slab adeziv; pori mici și mijlocii frecvenți; efervescență puternică în masă; CaCO<sub>3</sub> sub formă de vinișoare și eflorescențe foarte frecvente; crotovine frecvente; trecere treptată.

În urma descrierii morfologice solul a fost diagnosticat ca fiind **cernoziom** (CZ) cambic (cb), regradat (Xrg).

Eroziunea de suprafață, realizată de către apă este unul dintre procesele geomorfologice actuale care contribuie la modelarea reliefului.

În condițiile schimbărilor climatice globale se poate remarca amplificarea eroziunii prin vânt pe suprafețele neacoperite de vegetație sau de stratul de zăpadă și pe care s-au realizat lucrările de arătură. Datorită acestui proces are loc depunerea particulelor de sol angrenate de către masele de aer în zone ușor depresionare sau pe trasee de exploatare care au cote reduse ale suprafeței față de cele consemnate pe terenurilor limitrofe (fig. 4.3).



Fig. 4.3 – Acumularea particulelor de sol în urma eroziunii eoliene de pe suprafețele de teren neprotejate de vegetație și pe care s-au executat lucrări de arătură în toamnă  
*Fig. 4.3 – Accumulation of soil particles due to wind erosion on land surfaces not protected by vegetation and on which plowing tillage were carried out in autumn*

Apa freatică are un caracter permanent, mineralizarea fiind slabă, nu condiționează formarea și evoluția solului, nivelul ei fiind situat la adâncimi de peste 5 m.

Datorită înclinării reduse a terenului, cu un drenaj favorabil și a structurii glomerulare a solului care echilibrează proprietățile fizice deficitare date de textura mijlociu-fină a solului, solul este bine drenat.

Terenul fermei Ezăreni se încadrează în zona bioclimatică de silvostepă. Categoria actuală de folosință a terenului este *arabil*, iar valorificarea se face prin metode convenționale și conservative.

Dintre amenajări antropice menționăm lucrările de sistematizare și organizare a teritoriului, cu rețeaua de drumuri de exploatare.

Ca urmare a depunerii particulelor de sol antrenate de pe terenurile lucrate convențional, neprotejate de un strat de zăpadă sau vegetație, se poate remarca cu ușurință eroziunea determinată de acțiunea vântului, încă din timpul iernii sau primăvara devreme. Particulele de sol sunt prezente atât în locuri puțin depresionare cât și pe întinderea grămezilor de zăpadă care dobândesc o culoare mai închisă.

Prezența stratului hardpanic, tasat, situat la mică adâncime (24 cm) determină mărirea pierderilor de apă prin evaporația directă, întrucât apele de infiltrație pătrund până la nivelul stratului hardpanic și umezesc solul până la nivelul capacității de apă în câmp. Prezența stratului moderat-puternic tasat încetinește considerabil viteza de infiltrație a apei și favorizează reținerea acesteia deasupra stratului hardpanic peste nivelul capacității de câmp. În aceste condiții se micșorează porozitatea de aeriație și se manifestă excesul de umiditate care limitează creșterea normală a plantelor și întârzie pornirea în vegetație. Reținerea unei cantități mai mari de apă deasupra stratului hardpanic are ca efect menținerea o perioadă mai mare de timp a temperaturilor scăzute, întrucât solurile umede se încălzesc mai greu, căldura specifică a solului uscat fiind de circa 5 ori mai mică decât cea a apei.

Un alt efect negativ pentru dezvoltarea plantelor datorat prezenței stratului hardpanic, este amplificarea pierderilor de apă prin evaporație directă, întrucât stratul arabil reține o cantitate mai mare de apă, iar pierderile de apă prin evaporație directă au loc din stratul arabil și în special din microzonele care nu sunt protejate de vegetație.

Efectul negativ al compactării solului asupra plantelor cultivate este diminuat parțial de către activitatea biologică a macrofaunei (în special lumbricide) și megafaunei (în special cârțițe) din sol. Printre acestea, insectivorele, rozătoarele și unele carnivore își sapă vizuini în sol, în care aduc provizii ce îmbogățesc solul în materie organică.

Activitatea animalelor vertebrate din sol este vizibilă prin apariția numeroaselor mușuroaie de cârțiță prezente la suprafața solului (fig. 4.4).



Fig. 4.4 – Activitatea biologică intensă evidențiată de numeroase mușuroaie recente de cârțiță

*Fig. 4.4 – Intense biological activity highlighted by numerous recent mole bugs*

În cadrul profilului de sol se remarcă prezența numeroaselor leucocrotovinelor și melanocrotovinelor (fig. 4.5).



Fig. 4.5 – Crotovine frecvente în cadrul profilului de sol

*Fig. 4.5 – Frequent crotovines in the soil profile*

Modificarea pedoclimei solului sub influența tehnologiilor agricole practicate și a schimbărilor climatice este evidențiată și de modificările unor caracteristici ale solului. Astfel, în partea mijlocie a profilului de sol, în a II-a jumătate a orizontului B cambic, se constată acumularea secundară a carbonaților de calciu. Prezența carbonaților de calciu este evidențiată în teren de efervescență slabă spre moderată a solului în urma umezirii cu soluție de acid clorhidric în concentrație de 10 %.

Culoarea închisă a solului de pe intervalul de adâncime 0-40 cm indică aprovizionarea bună cu humus și elemente nutritive. Pe intervalul de adâncime 40-60 cm se remarcă o deschidere treptată a culorii solului datorită distribuției uniforme descrescânde a humusului.

Humusul de la adâncimi de peste 60 cm este întâlnit în diferite galerii ale populației solului sau trasee ale fostelor rădăcini de plante unde ulterior se acumulează sol rezultat din orizontul humifer.

Apariția carbonaților de calciu din orizontul B cambic semnalează desfășurarea proceselor de regradare datorate schimbării parametrilor climatici din sol. Ascensiunea carbonaților de calciu este determinată datorită micșorării cantității de apă care pătrunde în straturile mai adânci.

#### **4.5 Caracterizarea factorilor climatici pentru perioada luată în studiu**

##### ***4.5 Characterization of climatic factors for the period studied***

Datele referitoare la regimul temperaturilor și al precipitațiilor atmosferice, pentru perioada studiată (2016-2019) au fost obținute de la Stația Meteorologică 000019B amplasată pe teritoriul Fermei Ezăreni din cadrul Stațiunii Didactice Iași - unde au fost efectuate și observațiile prezentului studiu – prin intermediul site-ului [www.fieldclimate.com](http://www.fieldclimate.com).

##### **4.5.1 Regimul temperaturilor**

##### ***4.5.1 The thermal regime***

Temperatura aerului este un element climatic esențial care influențează în mod direct viața plantelor.

În cele ce urmează, au fost comparate valorile medii înregistrate ce preced studiul de față cu valorile medii înregistrate în perioada studiată (2016-2019), în vederea înțelegerii evoluției în timp a temperaturii aerului (tabelul 4.4).

Dacă s-a putut observa că media anuală a perioadei 1961-1999 a înregistrat valoarea de 9,45 °C, iar cea a perioadei 2000-2013 a indicat o creștere cu aproximativ 1 °C, din tabelul 4.4 se poate observa că temperaturile medii anuale a celor trei ani studiați au depășit valorile perioadei precedente putând fi considerați mai călduroși.

Analizând temperaturile înregistrate în cazul primului an agricol luat în studiu, anul 2016-2017, observăm că datele medii lunare înregistrate la Stația Meteo din Ezăreni ce aparține de USV Iași ([www.fieldclimate.com](http://www.fieldclimate.com)) consemnează o temperatură medie anuală de 10,3 °C, diferențiindu-se de media multianuală cu o abatere de +0,35 °C.

În toamna anului 2016, luna septembrie a început cu temperaturi mai mari comparativ cu media multianuală, abaterea fiind de +2,4 °C, în schimb, în lunile octombrie și noiembrie temperaturile înregistrate au fost mai scăzute, cu o abatere de -2,1 °C față de media multianuală în luna octombrie și -0,9 °C în luna noiembrie.

Tabelul 4.4  
Table 4.4

Temperaturile medii ale aerului înregistrate la Ferma Ezăreni în anii experimentali, comparativ cu media multianuală (°C) (original)  
The air temperature average recorded in Ezăreni in the years of experimentation, comparing to the multiannual average (°C) (original)

| Luna<br>Specificare    | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. | Ian. | Feb. | Martie | Aprilie | Mai  | Iunie | Iulie | August | Media<br>pe an<br>agricol<br>(°C) |
|------------------------|-------|------|------|------|------|------|--------|---------|------|-------|-------|--------|-----------------------------------|
| Anul agricol 2016-2017 |       |      |      |      |      |      |        |         |      |       |       |        |                                   |
| Media lunară           | 18,3  | 8,1  | 4,0  | 0,3  | -4,9 | -0,8 | 8,0    | 10,1    | 16,1 | 21,1  | 21,6  | 21,9   | 10,31                             |
| Media multianuală      | 15,9  | 10,2 | 4,9  | -0,6 | -2,7 | -1,2 | 3,7    | 10,6    | 16,5 | 19,9  | 21,6  | 20,9   | 9,96                              |
| Abateră                | 2,4   | -2,1 | -0,9 | 0,3  | -2,2 | -0,4 | 4,3    | -0,5    | -0,4 | 1,2   | 0,0   | 1,0    | 0,35                              |
| Anul agricol 2017-2018 |       |      |      |      |      |      |        |         |      |       |       |        |                                   |
| Media lunară           | 17,2  | 10,9 | 5,9  | 3,0  | -0,8 | -1,8 | 1,2    | 15,4    | 18,7 | 20,8  | 21,3  | 22,6   | 11,20                             |
| Media multianuală      | 15,9  | 10,2 | 4,9  | -0,6 | -2,7 | -1,2 | 3,7    | 10,6    | 16,5 | 19,9  | 21,6  | 20,9   | 9,96                              |
| Abateră                | 1,3   | 0,7  | 1,0  | 1,9  | 2,8  | -0,6 | -2,5   | 4,8     | 2,2  | 0,9   | -0,3  | 1,7    | 1,61                              |
| Anul agricol 2018-2019 |       |      |      |      |      |      |        |         |      |       |       |        |                                   |
| Media lunară           | 16,9  | 12,3 | 3,0  | -0,9 | -2,6 | 2,2  | 7,3    | 10,6    | 16,1 | 21,9  | 21,2  | 21,6   | 10,80                             |
| Media multianuală      | 15,9  | 10,2 | 4,9  | -0,6 | -2,7 | -1,2 | 3,7    | 10,6    | 16,5 | 19,9  | 21,6  | 20,9   | 9,96                              |
| Abateră                | 1,0   | 2,1  | -1,9 | -0,3 | 0,1  | 3,4  | 3,6    | 0,0     | -0,4 | 2,0   | -0,4  | 0,7    | 0,84                              |

În lunile de iarnă (decembrie, ianuarie și februarie) s-au înregistrat abateri negative la ultimele două ( $-2,2^{\circ}\text{C}$  în luna ianuarie și  $-0,4^{\circ}\text{C}$  în luna februarie), cu excepția lunii decembrie care a înregistrat o abatere pozitivă ( $+0,3^{\circ}\text{C}$ ).

Primăvara (martie, aprilie, mai) din punct de vedere termic a debutat cu temperaturi mai ridicate, luna martie înregistrând o medie lunară de  $+0,8^{\circ}\text{C}$ , abaterea fiind de  $+4,3^{\circ}\text{C}$ , ceea ce a marcat o desprimăvărare timpurie pentru zonă; în schimb, în celelalte două luni de primăvară, s-au înregistrat fluctuații relativ mici de temperatură comparativ cu media multianuală,  $-0,5^{\circ}\text{C}$  în luna aprilie respectiv  $-0,4^{\circ}\text{C}$  în luna mai.

Temperaturile medii din cele trei luni de vară (iunie, iulie și august) au înregistrat abateri pozitive în luna iunie ( $+1,2^{\circ}\text{C}$ ) și august ( $+1,0^{\circ}\text{C}$ ), iar luna iulie a fost normală din punct de vedere termic.

Datele medii de pe cele 12 luni calendaristice au arătat că abaterile pozitive cele mai ridicate s-au înregistrat în lunile martie ( $+4,3^{\circ}\text{C}$ ) și septembrie ( $2,4^{\circ}\text{C}$ ), iar cele mai scăzute în lunile octombrie ( $-2,1^{\circ}\text{C}$ ) și ianuarie ( $-2,2^{\circ}\text{C}$ ).

Sub aspectul temperaturilor anul agricol 2017-2018 a fost și mai călduros, înregistrând o medie anuală de  $11,2^{\circ}\text{C}$ , față de media multianuală care este de  $9,96^{\circ}\text{C}$ , cu o abatere medie de  $+1,6^{\circ}\text{C}$ .

Anul a debutat cu temperaturi mai mari comparativ cu media multianuală, în lunile de toamnă abaterea fiind de  $+1,3^{\circ}\text{C}$  în luna septembrie,  $+0,7^{\circ}\text{C}$  în luna octombrie,  $+1,0^{\circ}\text{C}$  în luna noiembrie.

În lunile de iarnă (decembrie, ianuarie, februarie) s-au înregistrat abateri cuprinse între  $+2,8^{\circ}\text{C}$  și  $-0,6^{\circ}\text{C}$ , februarie fiind singura lună ce a înregistrat o abatere negativă.

Primăvara a fost mai călduroasă față de normală, cu excepția lunii martie care a fost mai răcoroasă, înregistrând o abatere de  $-2,5^{\circ}\text{C}$ .

În cele trei luni de vară au fost înregistrate abateri pozitive în două dintre luni (iunie și august), pe când luna iulie a fost mai răcoroasă, înregistrând o abatere de  $-0,3^{\circ}\text{C}$  față de media multianuală.

Ultimul an studiat, 2018-2019, a indicat un regim termic ce depășește norma climatologică cu  $+0,84^{\circ}\text{C}$ , neexistând elemente care să evidențieze anomalii pronunțate. Anul agricol a debutat cu temperaturi medii puțin mai mari față de normală, abaterea fiind de  $+1,0^{\circ}\text{C}$  pentru luna septembrie și de  $+2,5^{\circ}\text{C}$  pentru luna octombrie.

Temperaturi mai mici față de normală s-au înregistrat în lunile noiembrie, cu o abatere de  $-1,9^{\circ}\text{C}$ , decembrie ( $0,9^{\circ}\text{C}$ ), mai și iulie (ambele cu abateri de  $-0,4^{\circ}\text{C}$ ).

Analizând și comparând valorile temperaturii aerului din perioada studiată, cu temperaturile medii ale aerului înregistrate în perioada 1961-2013, a căror tendință este surprinsă în graficul din fig. 4.6 se poate observa că au fost mai ridicate temperaturile anilor în care au fost efectuate cercetările.

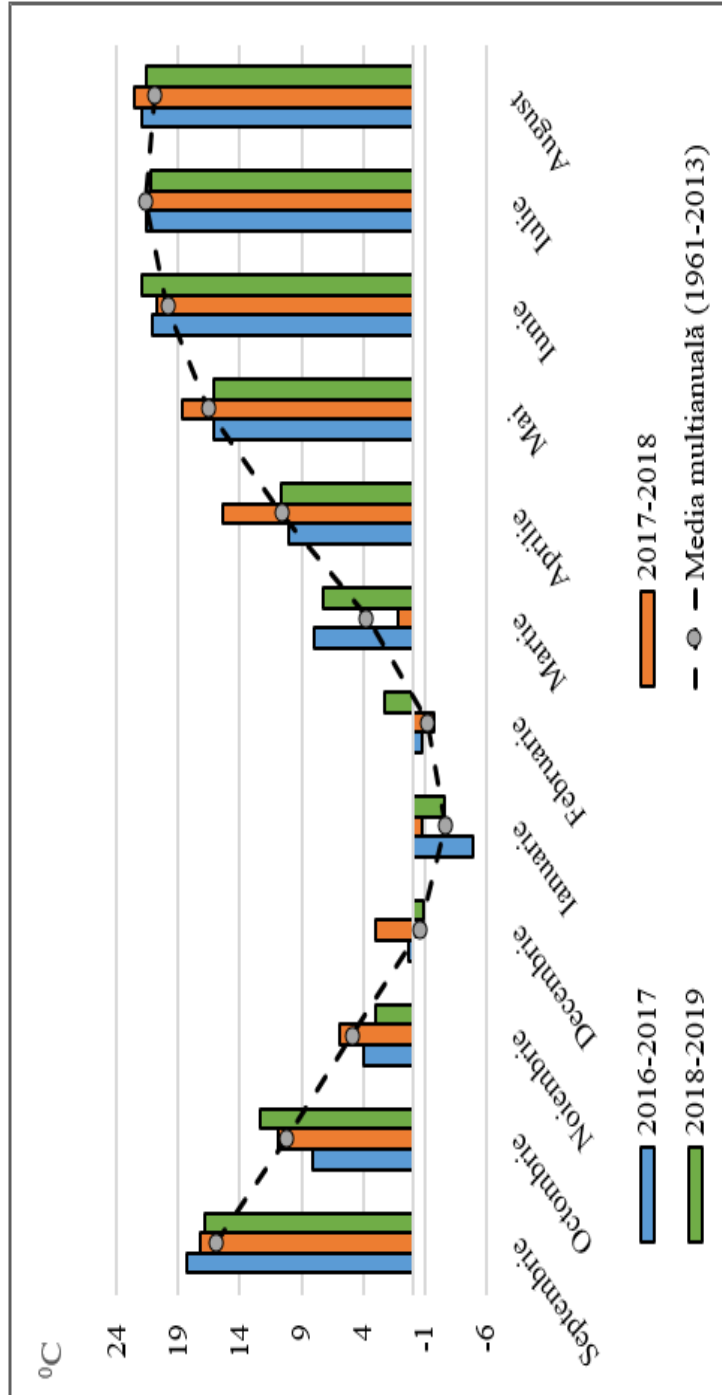


Fig. 4.6 – Temperatura aerului înregistrată în perioada 2016-2019 comparativ cu media multianuală (°C) (original)

Fig. 4.6 - Air temperature recorded during 2016-2019 compared to the multiannual average (°C) (original)

#### 4.5.2 Regimul precipitațiilor

##### 4.5.2 The hydric regime

Precipitațiile atmosferice reprezintă unul din principalele elemente climatice, esențiale pentru sectorul agricol, din păcate practic incontrolabile.

Uscăciunea și fenomenele de secetă, bine cunoscute că limitează creșterea și producția, apar ca urmare a lipsei precipitațiilor, în timp ce excesul de precipitații poate produce la rândul său daune prin apariția inundațiilor și a excesului de umiditate.

Pe parcursul perioadei de vegetație plantele au un consum de apă variabil, cu perioade de consum maxim și perioade de consum scăzut, lipsa apei în perioadele critice provocând apariția unor modificări morfologice și fiziologice. La toate plantele consumul de apă este relativ scăzut imediat după răsărire și în perioada maturizării (Bogdan Ileana ș.a., 2003).

Ținând cont că pentru cultura grâului de toamnă cantitatea optimă de apă pentru perioada de vegetație este de aproximativ 700 mm, s-a realizat o analiză a datelor climatice și a cantității anuale de precipitații înregistrate pe parcursul celor trei ani de studiu.

Suma acestora, în fiecare din cei trei ani agricoli pe parcursul cărora s-au efectuat cercetările, a depășit suma de referință a precipitațiilor cu circa 334,6 mm în 2016-2017; 120,5 mm în 2017-2018 și 42,7 mm în 2018-2019 (tabelul 4.5).

Analizând cantitatea de precipitații a primului an de experiență și comparând-o cu media multianuală, putem observa că acesta poate fi considerat un an ploios, înregistrându-se un regim pluviometric excedentar, cu o cantitate de 334,6 mm peste media multianuală înregistrată la Iași.

Analizând fiecare lună în parte se observă abateri relativ mari de la medie, astfel: dacă în septembrie 2016 regimul de precipitații s-a situat mai jos de media multianuală din zonă cu -17,0 mm a regiunii, în octombrie au căzut peste 212,0 mm, cu 187,4 mm mai mult decât media multianuală, iar precipitațiile căzute au facilitat la o bună răsărire a culturii de grâu.

În lunile de iarnă, decembrie, ianuarie, februarie, regimul de precipitații a fost deficitar, însumând în aceste 3 luni circa 144,0 mm sub media multianuală.

Primăvara a fost bogată în precipitații, fiecare dintre cele 3 luni situându-se peste media multianuală, evidențiindu-se luna aprilie cu un excedent de 88,2 mm față de aceasta.

Lunile iunie, iulie și august ale lui 2017 au fost bogate în precipitații, regimul de precipitații situându-se peste media multianuală din zona cu 39,5 mm, 50,9 mm, respectiv 34,4 mm.

Tabelul 4.5  
Table 4.5

Precipitații medii înregistrate la ferma Ezăreni în anii de experiență, comparativ cu media multianuală (mm)

*The precipitation mean values recorded in Ezăreni in the years of experimentation, comparing to the multiannual average (mm)*

| Luna<br>Specificare    | Sept. | Oct.  | Nov. | Dec.  | Ian.  | Feb.  | Martie | Aprilie | Mai   | Iunie | Iulie | August | Media<br>pe an<br>agricol<br>(mm) |
|------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|-----------------------------------|
| Anul agricol 2016-2017 |       |       |      |       |       |       |        |         |       |       |       |        |                                   |
| Media lunară           | 10,2  | 212,0 | 69,8 | 20,6  | 6,7   | 13,8  | 107,0  | 140,4   | 72,8  | 71,6  | 84,4  | 61,8   | 871,1                             |
| Media multianuală      | 27,2  | 24,6  | 29,2 | 47,4  | 58,0  | 82,7  | 76,5   | 52,2    | 45,6  | 32,1  | 33,5  | 27,4   | 536,5                             |
| Abaterea               | -17,0 | 187,4 | 40,6 | -26,8 | -51,3 | -68,9 | 30,5   | 88,2    | 27,2  | 39,5  | 50,9  | 34,4   | 334,6                             |
| Anul agricol 2017-2018 |       |       |      |       |       |       |        |         |       |       |       |        |                                   |
| Media lunară           | 23,2  | 62,4  | 34,2 | 48,2  | 18,8  | 24,8  | 56,8   | 18,0    | 16,8  | 216,0 | 136,6 | 1,2    | 657,0                             |
| Media multianuală      | 27,2  | 24,6  | 29,2 | 47,4  | 58,0  | 82,7  | 76,5   | 52,2    | 45,6  | 32,1  | 33,5  | 27,4   | 536,5                             |
| Abaterea               | -4,0  | 37,8  | 5,0  | 0,8   | -39,2 | -57,9 | -19,7  | -34,2   | -28,8 | 183,9 | 103,1 | -26,2  | 120,5                             |
| Anul agricol 2018-2019 |       |       |      |       |       |       |        |         |       |       |       |        |                                   |
| Media lunară           | 21,0  | 3,4   | 32,8 | 41,0  | 16,8  | 48,0  | 40,4   | 62,6    | 125,2 | 113,8 | 24,2  | 50,0   | 579,2                             |
| Media multianuală      | 27,2  | 24,6  | 29,2 | 47,4  | 58,0  | 82,7  | 76,5   | 52,2    | 45,6  | 32,1  | 33,5  | 27,4   | 536,5                             |
| Abaterea               | -6,2  | -21,2 | 3,6  | -6,4  | -41,2 | -34,7 | -36,1  | 10,4    | 79,6  | 81,7  | -9,3  | 22,6   | 42,7                              |

Urmărind cantitățile totale de precipitații înregistrate pe parcursul anului agricol 2017-2018, observăm că pe întregul an s-au înregistrat 657,0 mm, cu o abatere pozitivă de 120,5 mm comparativ cu media multianuală a zonei.

Investigând repartitia precipitațiilor pe fiecare lună în parte, se poate remarca un deficit în lunile ianuarie, februarie, martie, aprilie și mai, acestea înregistrând abateri ale sumei lunare față de media multianuală cuprinse între -19,7 și -57,9 mm. În aceste cinci luni s-a înregistrat un deficit de -179,8 mm față de media multianuală a zonei.

Lunile iunie și iulie au fost însă bogate în precipitații, regimul acestora situându-se cu mult peste media multianuală a zonei cu 183,9 mm, respectiv 103,1 mm. În ultima lună de vară, august, s-au semnalat cu 26,2 mm mai puține precipitații comparativ cu media multianuală.

Luna septembrie poate fi considerată o lună relativ normală sub aspectul precipitațiilor, înregistrând 23,2 mm față de 27,2 mm cât este media multianuală, iar în luna ce a urmat, octombrie, s-au înregistrat precipitații peste media multianuală cu 37,8 mm. Lunile noiembrie și decembrie au înregistrat precipitații cu puțin peste media multianuală (5,0 mm respectiv 0,8 mm).

Anul agricol 2018-2019 a fost cel mai apropiat de valorile normale din perioada experimentală, cantitatea de 579,2 mm depășind valoarea de referință cu doar 42,7 mm. La nivel lunar s-au înregistrat atât deficite de precipitații, în lunile septembrie, octombrie, decembrie, ianuarie, februarie, martie și iulie, cât și excedente, în lunile noiembrie, aprilie, mai, iunie și august.

Lunile cu deficit au însumat 155,1 mm, pe când valorile abaterilor excedentare au fost de 197,9 mm.

În urma analizei cantității de precipitații din cei trei ani experimentali, putem observa că anul agricol 2017-2018 a însumat o abatere de -82,7 mm în lunile de primăvară (martie, aprilie și mai), atunci când creșterea plantelor de grâu este intensă iar cerințele față de apă sunt ridicate.

În faza de umplere a boabelor, aferentă lunii iunie, s-a putut observa că în fiecare an precipitațiile căzute au depășit valorile medii de referință cu circa 39,5 mm în primul an, cu 183,9 mm în cel de-al doilea an și 81,7 în ultimul an în care s-au efectuat determinări.

Prin prisma necesarului hidric, perioada decembrie-martie a fost supusă anual unui stres hidric, excepție făcând luna martie a primului an, ce a înregistrat o medie lunară de 107,0 mm.

În fig. 4.7 avem reprezentat grafic regimul precipitațiilor înregistrat la Stația Meteo Ezăreni în cei trei ani de experimentare comparativ cu media multianuală (mm).

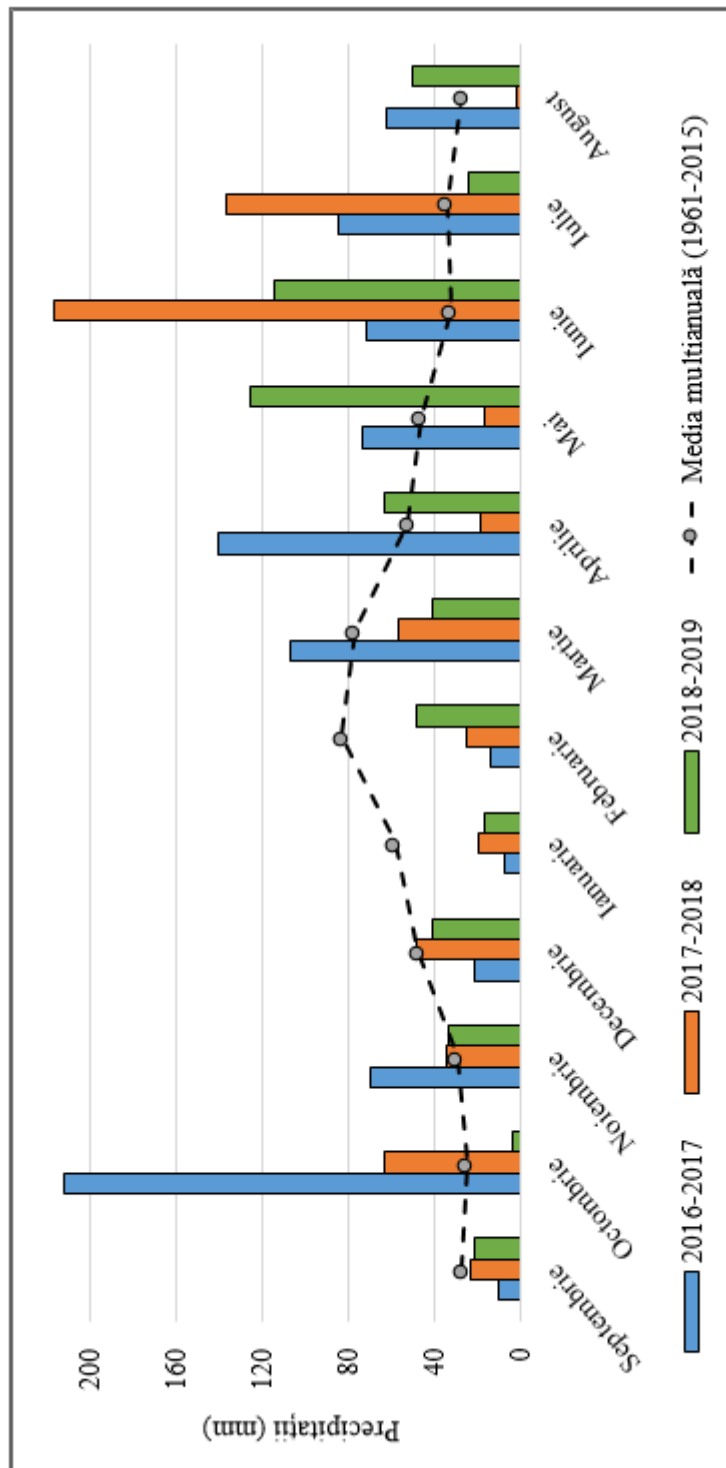


Fig. 4.7 – Regimul pluviometric înregistrat în perioada 2016-2019 comparativ cu media multianuală (mm) (original)  
 Fig. 4.7 - The rainfall regime recorded in the period 2016-2019 compared to the multiannual average (mm) (original)



## Capitolul 5 *CHAPTER 5*

### REZULTATE PRIVIND INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA UNOR PROPRIETĂȚI FIZICE ȘI HIDROFIZICE ALE SOLULUI

#### *RESULTS REGARDING THE INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON PHYSICAL AND HYDRO-PHYSICAL SOIL PARAMETERS*

#### 5.1 Influența sistemelor de lucrare asupra indicelui de compactare

##### *5.1 The influence of tillage systems on compaction indices*

##### 5.1.1 Densitatea aparentă a solului

##### *5.1.1 Bulk density of soil*

***Da*** este un parametru influențat de lucrările solului ce are efect direct asupra unor proprietăți ale solului, cum ar fi porozitatea, conținutul de apă disponibil, conținutul de materie organică, conductivitatea hidraulică și indirect asupra creșterii și dezvoltării rădăcinilor și producțiilor agricole (Abdelbaki, 2016).

Valorile ***Da*** cuprinse între 1,0-1,4 g/cm<sup>3</sup> sunt preferate de majoritatea plantelor de cultură, în acest caz activitatea biologică din sol desfășurându-se normal.

Determinarea ***Da*** a solului este importantă pentru înțelegerea proprietăților fizice, chimice și biologice având rol semnificativ în cercetarea agricolă (Han ș.a., 2017; Lu ș.a., 2017).

Casanova ș.a. (2016), Martin ș.a. (2017) sunt de părere că metodele directe ce utilizează cilindri volumetrici și tehnici de recoltare a probelor sunt recomandate pentru determinări de lungă durată și sunt utilizate în general pentru experiențe agricole.

Pentru a reliefa influența sistemelor de lucrare asupra densității aparente a solului, s-au recoltat probe de sol în așezare naturală, de pe patru orizontori de

adâncime, 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm și 30-40 cm, folosind sonda pentru prelevat cilindri de la firma Eijkelkamp. Epocile la care s-au prelevat probele au fost: imediat după semănat, pe vegetație și la recoltarea culturii grâului de toamnă, anual, în perioada 2016-2019. Pentru obținerea unor rezultate concludente, probele au fost recoltate din trei puncte situate pe diagonala fiecărei parcele, în trei repetiții pe fiecare adâncime.

Interpretarea valorilor densității aparente a solului s-a făcut utilizând o scară relativă (tabelul 5.1), deoarece aceleași valori pot avea grade diferite de favorabilitate în funcție de textura solului.

Tabelul 5.1

Table 5.1

**Clase de valori ale densității aparente (ICPA, 1987, Vol.3)**

***Bulk density values ranging***

***(ICPA – Research Institute for Soil Science and Agrochemistry – Bucharest, 1987, 3rd volume)***

| Denumire                                   | Valori (g/cm <sup>3</sup> ) pentru soluri cu textură |                |                |            |                 |            |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|----------------|------------|-----------------|------------|
|                                            | Nisipoasă                                            | Nisipo-lutoasă | Luto-nisipoasă | Lutoasă    | Luto-argilooasă | Argilooasă |
| <b>Extrem de mică</b><br>Sol foarte afănat | sub 1,28                                             | sub 1,21       | sub 1,18       | sub 1,13   | sub 1,05        | sub 0,94   |
| <b>Foarte mică</b><br>Sol moderat afănat   | 1,28-1,40                                            | 1,21-1,34      | 1,18-1,31      | 1,13-1,25  | 1,05-1,18       | 0,94-1,07  |
| <b>Mică</b><br>Sol slab tasat              | 1,41-1,53                                            | 1,35-1,47      | 1,32-1,45      | 1,26-1,39  | 1,19-1,31       | 1,08-1,20  |
| <b>Mijlocie</b><br>Sol slab tasat          | 1,54-1,66                                            | 1,48-1,61      | 1,46-1,58      | 1,40-1,53  | 1,32-1,45       | 1,21-1,34  |
| <b>Mare</b><br>Sol moderat tasat           | 1,67-1,79                                            | 1,62-1,75      | 1,59-1,72      | 1,54-1,66  | 1,46-1,58       | 1,35-1,47  |
| <b>Foarte mare</b><br>Sol puternic tasat   | Peste 1,79                                           | Peste 1,75     | Peste 1,72     | Peste 1,66 | Peste 1,58      | Peste 1,47 |

**5.1.2 Rezultate obținute în perioada 2016-2019**

**5.1.2 Results obtained in the period 2016-2019**

În tabelul 5.2 sunt prezentate valorile obținute privind influența celor două variante de lucrare a solului asupra **Da**, pe orizonturi și faze de vegetație, pe fiecare an agricol în care au fost efectuate cercetări.

**Anul agricol 2016-2017**

Analizând rezultatele obținute în urma prelucrării probelor de sol, putem observa că analizele efectuate în toamna lui 2016, respectiv la „semănat”, au evidențiat valori mai scăzute ale indicatorului studiat în varianta NT de lucrare a solului, pe toate intervalele de adâncime investigate. De asemenea, s-a putut observa că în ambele variante de lucrare a solului studiate, valorile **Da** au crescut treptat, de la primul orizont studiat, până la ultimul. Astfel, media de pe intervalul 0-40 cm din

varianta NT a avut o valoare de  $1,26 \text{ g/cm}^3$ , pe când media intervalelor de adâncime din varianta clasică a înregistrat o valoare mai mare, respectiv  $1,31 \text{ g/cm}^3$ .

Probele din cel de-al doilea stadiu analizat, pe „vegetație”, au indicat o creștere a valorilor **Da**, dar la fel ca și în cazul probelor precedente, valorile din varianta CV au fost mai ridicate comparativ cu valorile furnizate de varianta NT.

Situația celor din urmă probe analizate, prelevate în ziua în care s-a făcut și recoltarea culturii grâului de toamnă, au indicat încă o creștere a valorilor **Da**, varianta clasică de lucrare a solului înregistrând o valoare maximă de  $1,59 \text{ g/cm}^3$  pe intervalul 10-20 cm, în timp ce varianta NT a înregistrat un maxim de  $1,49 \text{ g/cm}^3$  pe în stratul de la suprafața solului, orizontul 0-10 cm.

Făcând o analiză de ansamblu a rezultatelor obținute în primul an de cercetare, putem observa diferențe vizibile între variantele studiate, atât în ceea ce privește valorile de pe fiecare orizont, cât și în ceea ce privește media pe intervalul 0-40 cm, de-a lungul tuturor perioadelor investigate. Astfel, de la „semănat” până la „recoltare”, varianta NT, a înregistrat valori cuprinse între  $1,16 \text{ g/cm}^3$  și  $1,49 \text{ g/cm}^3$ , în timp ce varianta CV a furnizat valori ce au pornit de la  $1,24 \text{ g/cm}^3$  până la  $1,59 \text{ g/cm}^3$ .

Un alt amănunt important care a reieșit în urma analizării rezultatelor este legat de faptul că varianta CV a obținut valori superioare variantei NT în fiecare caz analizat în parte.

Urmărind evoluția valorilor medii pe cele patru orizonturi, începând de la momentul în care s-a realizat semănatul culturii și până la momentul recoltării, putem observa rezultate ce pornesc de la  $1,26 \text{ g/cm}^3$  și ajung la  $1,45 \text{ g/cm}^3$  în momentul recoltării în cazul variantei NT și rezultate ce pornesc de la  $1,31 \text{ g/cm}^3$  și ajung la  $1,55 \text{ g/cm}^3$  în varianta CV.

La finalul primului an de experiență putem observa o diferență de  $0,06 \text{ g/cm}^3$  între cele două variante de lucrare a solului, valoarea anuală mai mică fiind furnizată de varianta NT ( $1,36 \text{ g/cm}^3$ ) în timp ce varianta CV a obținut o medie de  $1,42 \text{ g/cm}^3$ .

Din analiza statistică a datelor obținute, în primul an de experiență, la cultura grâului de toamnă (tabelul 5.2) ca medie pe intervalul 0-40 cm și pe întreaga perioadă de vegetație, s-a observat că cele mai mici valori ale **Da** s-au obținut în varianta NT, care a indicat o diferență negativă foarte semnificativă de 0,069 % în defavoarea variantei lucrate în sistem CV.

### **Anul agricol 2017-2018**

La „semănat” valorile **Da** au oscilat în funcție de varianta de lucrare a solului; astfel, în varianta NT valoarea medie înregistrată a fost de  $1,19 \text{ g/cm}^3$ , în timp ce valoarea medie furnizată în urma analizelor realizate la varianta CV a fost vizibil mai mare, de  $1,27 \text{ g/cm}^3$ .

Urmărind rezultatele obținute putem observa valori de 1,12 g/cm<sup>3</sup> pe stratul 0-10 cm, 1,18 g/cm<sup>3</sup> pe stratul 10-20 cm, 1,22 g/cm<sup>3</sup> pe adâncimea 20-30 cm și de 1,25 g/cm<sup>3</sup> pe ultimul strat analizat, 30-40 cm, în timp varianta lucrată în sistem convențional a furnizat valori de 1,21 g/cm<sup>3</sup> pe stratul de la suprafață, 1,24 g/cm<sup>3</sup> pe adâncimea 10-20 cm, 1,27 g/cm<sup>3</sup> pe orizontul 20-30 cm și 1,34 g/cm<sup>3</sup> pe ultima adâncime luată în studiu.

Investigațiile efectuate pe „vegetație”, au arătat valori superioare ale variantei CV, care a înregistrat o medie de 1,37 g/cm<sup>3</sup>, comparativ cu media de pe intervalul 0-40 cm înregistrată în varianta NT care a fost de 1,29 g/cm<sup>3</sup>.

Analizele din cel de al doilea an de studiu, au indicat o situație ușor diferită față de anul anterior, în ceea ce privesc valorile **Da** obținute la „recoltare”.

Deși în primele două stadii analizate s-au obținut rezultate inferioare ale indicatorului studiat în varianta NT, datele medii de pe intervalul 0-40 cm, obținute la „recoltare” au arătat o valoare mai mare a **Da** în varianta NT (1,41 g/cm<sup>3</sup>), comparativ cu varianta CV unde media a fost de 1,39 g/cm<sup>3</sup>.

Și în cazul acestui an agricol, în cazul tuturor celor trei etape analizate, s-a remarcat o tendință generală în care valorile **Da** au crescut treptat pe ambele variante de lucrare odată cu adâncimea.

Analiza statistică a valorilor obținute în anul 2017-2018, au indicat o diferență negativ semnificativă de 0,04 % a variantei NT față de sistemul CV de lucrare a solului.

#### **Anul agricol 2018-2019**

Analizele efectuate în acest an agricol au arătat că la „semănat”, în cazul variantei la care nu s-au realizat lucrări, valorile înregistrate au crescut odată cu adâncimea de la un minim de 1,32 g/cm<sup>3</sup> în stratul de la suprafață la 1,45 g/cm<sup>3</sup> în ultimul strat de sol analizat, pe când în varianta CV valorile au crescut de la 1,35 g/cm<sup>3</sup> la 1,47 g/cm<sup>3</sup>.

Situația a fost similară și în cazul probelor recoltate pe „vegetație”, evidențiindu-se o medie a **Da** mai ridicată în varianta lucrată cu plugul cu întoarcerea brazdei (1,43 g/cm<sup>3</sup>) comparativ cu varianta NT (1,41 g/cm<sup>3</sup>).

Aceeași constatare s-a regăsit și în cazul analizelor investigate la „recoltare” datorită faptului că în varianta la care nu s-au efectuat lucrări ale solului, indicatorul analizat a prezentat o valoare mai mică (1,42 g/cm<sup>3</sup>) în timp ce valoarea mai mare a fost întâlnită în varianta CV (1,44 g/cm<sup>3</sup>).

Tot în cazul acestui an agricol putem remarca că valoarea cea mai mică a indicatorului urmărit a fost obținută în varianta NT pe orizontul de la suprafața solului (1,32 g/cm<sup>3</sup>), iar valoarea maximă s-a întâlnit în varianta clasică de lucrare a solului, în stratul de sol 30-40 cm (1,49 g/cm<sup>3</sup>).

Tabelul 5.2  
Table 5.2

## Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Densității aparente la cultura grâului de toamnă, 2016-2019 (original)

*The influence of tillage systems on Bulk density at winter wheat crop, 2016-2019 (original)*

| Varianta                    | Adâncimea<br>(cm) | Densitatea aparentă (g/cm <sup>3</sup> ) |      |      |                   |      |      |                     |      |      |      |
|-----------------------------|-------------------|------------------------------------------|------|------|-------------------|------|------|---------------------|------|------|------|
|                             |                   | 2016-2017                                |      |      | 2017-2018         |      |      | 2018-2019           |      |      | Rec. |
|                             |                   | Sem.                                     | Veg. | Rec. | Sem.              | Veg. | Rec. | Sem.                | Veg. | Rec. |      |
| NT                          | 0-10              | 1,16                                     | 1,26 | 1,49 | 1,12              | 1,22 | 1,28 | 1,32                | 1,34 | 1,35 |      |
|                             | 10-20             | 1,26                                     | 1,36 | 1,45 | 1,18              | 1,28 | 1,43 | 1,39                | 1,40 | 1,42 |      |
|                             | 20-30             | 1,30                                     | 1,40 | 1,40 | 1,22              | 1,32 | 1,46 | 1,41                | 1,44 | 1,45 |      |
|                             | 30-40             | 1,32                                     | 1,42 | 1,44 | 1,25              | 1,35 | 1,48 | 1,45                | 1,45 | 1,46 |      |
| Media pe intervalul 0-40 cm |                   | 1,26                                     | 1,36 | 1,45 | 1,19              | 1,29 | 1,41 | 1,39                | 1,41 | 1,42 |      |
| Media anuală                |                   | 1,36 <sup>000</sup>                      |      |      | 1,30 <sup>0</sup> |      |      | 1,41 <sup>000</sup> |      |      |      |
| CV<br>(martor)              | 0-10              | 1,24                                     | 1,34 | 1,55 | 1,21              | 1,31 | 1,27 | 1,35                | 1,36 | 1,38 |      |
|                             | 10-20             | 1,28                                     | 1,38 | 1,59 | 1,24              | 1,34 | 1,39 | 1,40                | 1,42 | 1,44 |      |
|                             | 20-30             | 1,33                                     | 1,43 | 1,52 | 1,27              | 1,37 | 1,43 | 1,43                | 1,44 | 1,46 |      |
|                             | 30-40             | 1,40                                     | 1,50 | 1,53 | 1,34              | 1,44 | 1,47 | 1,47                | 1,48 | 1,49 |      |
| Media pe intervalul 0-40 cm |                   | 1,31                                     | 1,41 | 1,55 | 1,27              | 1,37 | 1,39 | 1,41                | 1,43 | 1,44 |      |
| Media anuală                |                   | 1,42                                     |      |      | 1,34              |      |      | 1,43                |      |      |      |
| DL 5%                       |                   | 0,025 g/cmc                              |      |      | 0,032 g/cmc       |      |      | 0,006 g/cmc         |      |      |      |
| DL 1%                       |                   | 0,035 g/cmc                              |      |      | 0,045 g/cmc       |      |      | 0,009 g/cmc         |      |      |      |
| DL 0,1%                     |                   | 0,050 g/cmc                              |      |      | 0,064 g/cmc       |      |      | 0,012 g/cmc         |      |      |      |

Urmărind evoluția valorilor medii ale ***Da***, se poate remarca că în decursul fiecărui an agricol investigat, în ambele variante de lucrare, solul a devenit mai tasat în perioada vegetație-recoltare, fapt ce poate fi pus pe seama fenomenelor naturale, însă valorile superioare a indicatorului studiat din varianta CV sunt dovada clară că agregatele de prelucrare a solului, care presupun mai multe treceri, au determinat o compactare mai puternică.

Analiza statistică a valorilor medii ale ***Da*** pe profil și întreg anul agricol 2018-2019 au evidențiat diferențe negative foarte semnificative în cazul variante NT.

### Valori medii 2016-2019

În tabelul 5.3 sunt prezentate valorile medii ale rezultatelor obținute în urma analizelor efectuate în cei trei ani de experimentare (2016-2019), în cele trei faze de vegetație analizate.

Tabelul 5.3

Table 5.3

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Densității aparente la cultura grâului de toamnă – valori medii 2016-2019 (original)**  
**The influence of tillage systems on Bulk density at winter wheat crop – mean values 2016-2019 (original)**

| Epoca            |       | Densitatea aparentă (g/cm <sup>3</sup> ) |       |             |       |             |       |
|------------------|-------|------------------------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                  |       | Semănat                                  |       | Vegetație   |       | Recoltare   |       |
| Varianta         |       | NT                                       | CV    | NT          | CV    | NT          | CV    |
| Adâncimea (cm)   | 0-10  | 1,20                                     | 1,27  | 1,27        | 1,34  | 1,37        | 1,40  |
|                  | 10-20 | 1,28                                     | 1,31  | 1,35        | 1,38  | 1,43        | 1,47  |
|                  | 20-30 | 1,31                                     | 1,34  | 1,39        | 1,41  | 1,44        | 1,47  |
|                  | 30-40 | 1,34                                     | 1,40  | 1,41        | 1,47  | 1,46        | 1,50  |
| Media            |       | 1,283                                    | 1,330 | 1,355       | 1,400 | 1,425       | 1,460 |
| Diferența        |       | 0,047<br>o                               | Mt    | 0,045<br>o  | Mt    | 0,035<br>oo | Mt    |
| % față de martor |       | 96,241                                   | 100   | 96,429      | 100   | 97,945      | 100   |
| DL 5%            |       | 0,033 g/cmc                              |       | 0,038 g/cmc |       | 0,009 g/cmc |       |
| DL 1%            |       | 0,060 g/cmc                              |       | 0,070 g/cmc |       | 0,017 g/cmc |       |
| DL 0,1%          |       | 0,133 g/cmc                              |       | 0,154 g/cmc |       | 0,037 g/cmc |       |

Rezultatele obținute în urma investigațiilor realizate la „semănat”, arată o medie de 1,28 g/cm<sup>3</sup> în varianta NT și 1,33 g/cm<sup>3</sup> în varianta CV.

Perioada dintre „semănat” și „vegetație” a determinat tasarea solului în cele două variante de lucrare, astfel rezultatele analizelor de pe „vegetație” au indicat o medie de  $1,35 \text{ g/cm}^3$  în NT și  $1,40 \text{ g/cm}^3$  în CV.

Până la „recoltare” valorile ***Da*** au crescut pe toate straturile de sol analizate, în ambele variante de lucrare. Se constată că, la sfârșitul perioadei de vegetație a culturii grâului de toamnă, valorile obținute ca medie pe profilul 0-40 cm au fost mai mari în varianta lucrată cu întoarcerea brazdei, acestea înregistrând o valoare de  $1,46 \text{ g/cm}^3$ , în timp ce varianta NT a înregistrat valori mai mici, furnizând o medie de  $1,43 \text{ g/cm}^3$ .

Conform scării de apreciere a ICPA, ***Da*** cuprinsă între  $1,37$ - $1,46 \text{ g/cm}^3$  a variantei NT indică prezența unui interval de sol *slab tasat*, în timp ce în varianta CV, ***Da*** a fost cuprinsă între  $1,40$ - $1,50 \text{ g/cm}^3$  indicând prezența unui sol *moderat tasat*.

De remarcat este faptul că valorile ***Da*** au prezentat diferențe în stadiul de „recoltare” comparativ cu celelalte două stadii analizate. Atât în cazul variantei NT cât și în varianta CV, s-a observat o diferență de  $0,07 \text{ g/cm}^3$  între „semănat” și „vegetație”, pe când diferența dintre „vegetație” și „recoltare” a fost de  $0,08 \text{ g/cm}^3$  la varianta NT și de  $0,06 \text{ g/cm}^3$  în varianta CV.

Valorile mai mari ale indicatorului studiat au fost obținute în varianta CV, astfel încât putem spune că lucrările cu agregate complexe de prelucrat solul, care presupun mai multe treceri, au determinat o tasare mai puternică.

Valorile medii ale celor trei ani evidențiază un tablou foarte echilibrat, cu diferențe vizibile ale indicatorului urmărit, determinate de varianta de lucrare a solului.

Pe de o parte, analizele au arătat că valorile ***Da*** au crescut odată cu adâncimea, din stratul superficial până la ultimul strat analizat, iar pe de altă parte se poate observa că de-a lungul perioadelor analizate valorile ***Da*** s-au mărit, de la „semănat” și până la „recoltare”.

Din analiza statistică a datelor obținute la cultura grâului de toamnă, în perioada 2016-2019, ca medie pe profilul de sol 0-40 cm și pe întreaga perioadă de vegetație (tabelul 5.3), se evidențiază că ***Da*** a înregistrat valorile cele mai mari în varianta CV de lucrare a solului, diferențele fiind negativ semnificative în stadiul de „semănat” și „vegetație”, iar stadiul de „recoltare” a indicat o diferență negativă distinct semnificativă.

Varianta NT de lucrare a solului a obținut în cadrul celor trei stadii analizate cele mai mici valori ale ***Da***, cu o diferență față de martor cuprinsă între  $0,035$ - $0,047 \text{ g/cm}^3$ .

În fig. 5.1 este prezentat modul în care a variat ***Da*** a solului pe adâncimea 0-40 cm și faze de vegetație la cultura grâului de toamnă în intervalul 2016-2019.

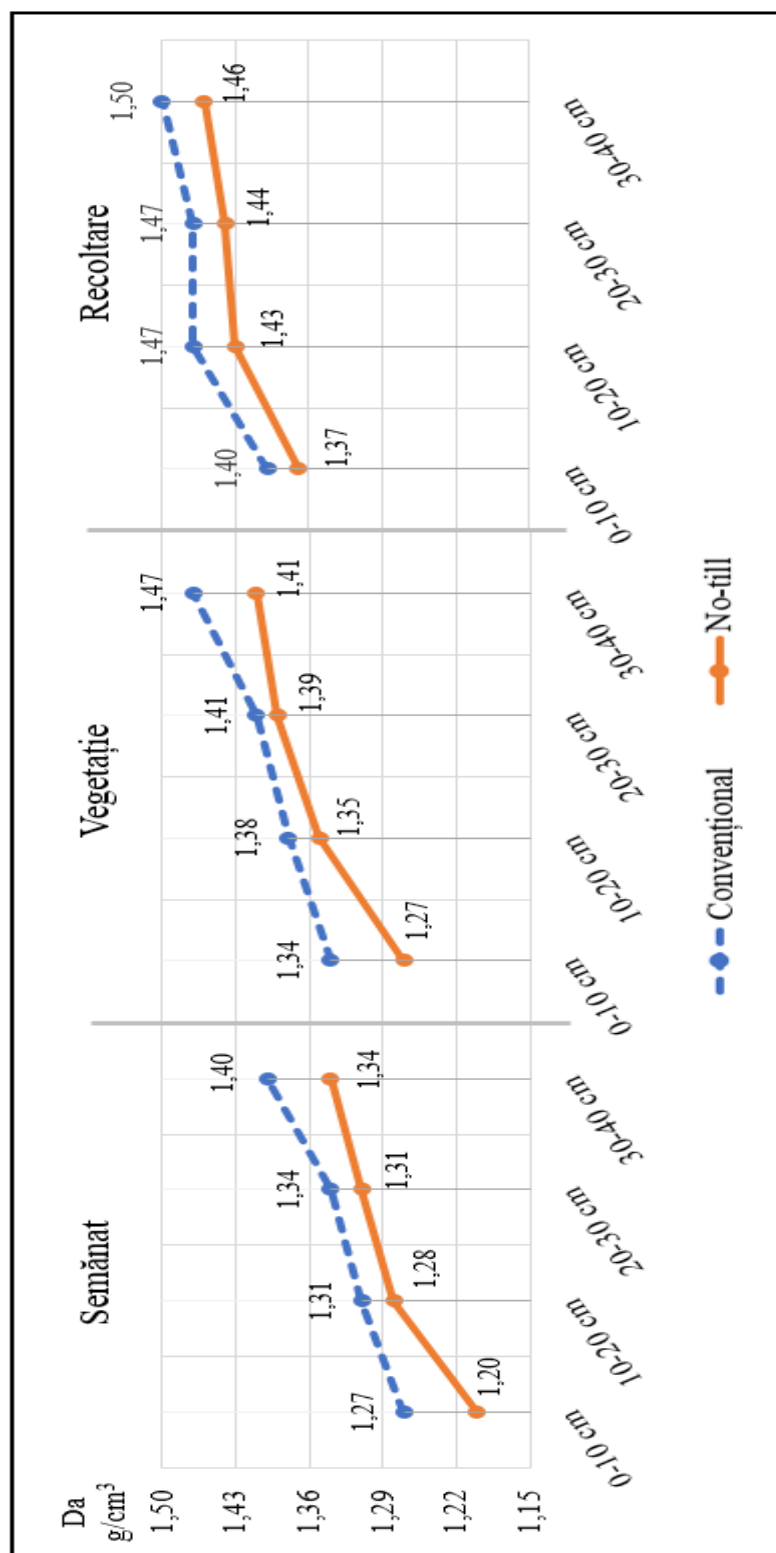


Fig. 5.1 – Evoluția Densității aparente pe intervale de adâncime și faze de vegetație la cultura grâului de toamnă – valori medii 2016-2019, (original)

Fig. 5.1 – Soil Bulk density on depth an development stages for winter wheat crop – mean values 2016-2019, (original)

## **5.2 Influența sistemelor de lucrare asupra structurii solului**

### **5.2 The influence of tillage systems on soil structure**

Structura este o caracteristică de bază ce are influențe atât directe cât și indirecte asupra proprietăților fizice, hidrofizice, chimice și biologice ale solului. Aceasta depinde în mare măsură de regimul apei și al aerului, regimul termic și cel nutritiv din sol.

Cunoașterea structurii solului, ca element esențial al fertilității, prezintă o mare importanță deoarece ea nu influențează doar condițiile fizice, aerația și regimul de hrană, ci și accesibilitatea substanțelor hrănitoare pentru plante, descompunerea materiei organice din sol și toată activitatea microbiologică.

Textura, structura solului, conținutul și tipul de materie organică, lianții din sol și starea culturală a terenului, influențează stabilitatea agregatelor.

Din punct de vedere morfologic, structura se diferențiază după tipul genetic de sol și în cadrul lui, de la un orizont la altul, deosebirile cele mai evidente manifestându-se în stratul arat al solului, ca urmare a lucrărilor mecanice efectuate. Așadar, în cursul perioadei de vegetație, structura solului suferă o serie de modificări sub influența unui complex de factori între care un rol foarte important îl au lucrările realizate pentru întreținerea culturilor (Jităreanu ș.a., 1996; 2009; Guș ș.a., 1998; Osunbitan ș.a., 2005).

Structura solului influențează în mare măsură și regimul hidric. Anumite tipuri de structură pot determina imobilizarea apei sau curgerea preferențială a acesteia. Distrugerea structurii poate determina migrarea particulelor de sol, formarea unor straturi mai puțin permeabile sau impermeabile, ceea ce duce la reducerea infiltrării apei pe profil (Kodešová Radka ș.a., 2009).

#### **5.2.1 Stabilitatea hidrică a agregatelor macrostructurale**

##### **5.2.1 The water-stable aggregates**

Cele mai răspândite metode de apreciere a stării structurale a solului se referă la determinarea stabilității hidrice a agregatelor. Stabilitatea agregatelor este o măsură a vulnerabilității agregatelor de sol la forțe distructive (Hillel, 1982), reprezentând totodată însușirea agregatelor de a rezista la acțiunea dispersantă a apei.

Nimmo și Perkins (2002), Radka Kodešová ș.a. (2009) utilizează o procedură prin care 4 grame de agregate de sol uscate la aer, cu mărimea de 2-5 mm sunt spălate prin sită de 0,25 mm, timp de 3 minute în apă distilată. Agregatele rămase pe sită se spală în hexametafosfat de sodiu până când particulele rămase pe sită sunt reprezentate doar de nisip.

În această lucrare determinarea gradului de hidrostabilitate macrostructurală (*HS* %) s-a efectuat prin metoda elaborată de Kemper și Koch (1966) și ulterior îmbunătățită de către Kemper și Rosenau (1986), folosindu-se o mașină de sitat produsă de firma *Eijkelkamp*.

Gradul de hidro stabilitate macrostructurală se exprimă în procente de agregate hidro stabile mai mari de 0,25 mm față de masa totală a solului uscat luat în analiză.

Aprecierea structurii solului și interpretarea agrotehnică în funcție de gradul de hidro stabilitate (**HS %**), s-a făcut după scara elaborată de Guș ș.a., 2003 (tabelul 5.4).

Tabelul 5.4

Table 5.4

**Aprecierea structurii solului și interpretarea agrotehnică în funcție de gradul de hidro stabilitate (Guș ș.a., 2003)**

***Soil structure and agrotechnical interpretation depending on hydro stability (Guș et al., 2003)***

| Valori ale HS (%) | Denumire                   | Semnificația                                                                                                     |
|-------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| >98               | Sol foarte bine structurat | Soluri rezistente la eroziune și cu un regim aerohidric bun, utilizare în condiții optime și conservative        |
| 78-98             | Sol bine structurat        |                                                                                                                  |
| 50-78             | Sol parțial structurat     | Soluri slab rezistente la eroziune și cu un regim aerohidric defectuos, necesită măsuri de refacere a structurii |
| 39-50             | Sol slab structurat        |                                                                                                                  |
| <39               | Sol foarte slab structurat |                                                                                                                  |

## 5.2.2 Interpretarea rezultatelor din perioada 2016-2019

### 5.2.2 Interpretation of the results from 2016-2019

Pentru a determina influența sistemelor de lucrare a solului asupra stabilității hidrice a agregatelor de sol cu diametrul >0,25 mm, referindu-ne strict la agregatele provenite din fracțiunea 1-2 mm, s-au recoltat probe de sol la semănat, pe vegetație și la recoltarea grâului de toamnă, de pe patru intervale de adâncime: 0-10, 10-20, 20-30 și 30-40 cm.

Tabelul 5.5 relevă detaliat, pe fiecare an, influența celor două variante de lucrare asupra **HS**.

Determinările efectuate la „semănat” în primul an studiat au indicat în stratul de la suprafață al variantei NT o proporție a agregatelor hidro stabile de 60,204 %, proporție ce a crescut pe măsura creșterii adâncimii, până la de 20-30 cm, unde a înregistrat valoarea de 71,630 %, aceeași situație fiind întâlnită și în cazul variantei CV, însă procentele indicatorului studiat au fost mai reduse.

Rezultatele obținute în urma analizelor din stadiul de „vegetație” au indicat o situația similară celei de la „semănat”, varianta NT înregistrând creșteri odată cu adâncimea tot până la adâncimea de 20-30 cm. În stratul superior s-a obținut valoarea de 64,458 %, pe adâncimea 10-20 cm o valoare de 65,484 % și 74,518 % pe adâncimea 20-30 cm.

Valoarea cea mai mare a **HS** de 72,616 %, ca medie pe întreg orizontul studiat s-a înregistrat în faza de „recoltare” a grâului de toamnă, în varianta NT.

Tabelul 5.5  
 Table 5.5  
 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Gradului de hidrostabilitate macrostructurală la cultura grâului de toamnă – 2016-2019 (original)  
 The influence of tillage systems on macrostructural hydrostability degree at winter wheat crop – 2016-2019 (original)

| Varianta                    | Adâncimea<br>(cm) | Hidrostabilitatea macrostructurală (%) |        |        |           |        |        |           |        |        |      |      |      |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------------------|--------|--------|-----------|--------|--------|-----------|--------|--------|------|------|------|
|                             |                   | 2016-2017                              |        |        | 2017-2018 |        |        | 2018-2019 |        |        |      |      |      |
|                             |                   | Sem.                                   | Veg.   | Rec.   | Sem.      | Veg.   | Rec.   | Sem.      | Veg.   | Rec.   | Sem. | Veg. | Rec. |
| NT                          | 0-10              | 60,204                                 | 64,458 | 66,609 | 65,997    | 67,245 | 70,715 | 66,638    | 68,837 | 71,520 |      |      |      |
|                             | 10-20             | 62,723                                 | 65,484 | 70,447 | 66,609    | 71,564 | 77,535 | 69,227    | 70,159 | 78,409 |      |      |      |
|                             | 20-30             | 71,630                                 | 74,518 | 77,641 | 73,897    | 75,446 | 78,079 | 75,274    | 78,527 | 80,120 |      |      |      |
|                             | 30-40             | 69,461                                 | 72,468 | 75,766 | 79,236    | 81,254 | 85,107 | 80,120    | 83,404 | 85,898 |      |      |      |
| Media pe intervalul 0-40 cm |                   | 66,005                                 | 68,232 | 72,616 | 71,435    | 73,877 | 77,859 | 72,815    | 75,232 | 78,987 |      |      |      |
| Media anuală                |                   | 68,951 x                               |        |        | 74,390 x  |        |        | 75,678 x  |        |        |      |      |      |
| CV<br>(martor)              | 0-10              | 59,453                                 | 62,546 | 64,912 | 62,167    | 64,168 | 76,453 | 63,385    | 65,997 | 67,843 |      |      |      |
|                             | 10-20             | 60,467                                 | 62,489 | 63,828 | 67,357    | 63,145 | 66,586 | 67,357    | 68,843 | 69,633 |      |      |      |
|                             | 20-30             | 64,254                                 | 67,145 | 69,545 | 70,447    | 65,158 | 63,386 | 72,410    | 72,452 | 74,233 |      |      |      |
|                             | 30-40             | 64,254                                 | 70,258 | 73,897 | 71,242    | 73,459 | 77,483 | 74,540    | 76,452 | 78,409 |      |      |      |
| Media pe intervalul 0-40 cm |                   | 63,150                                 | 65,610 | 68,046 | 67,803    | 66,505 | 70,977 | 69,423    | 70,936 | 72,530 |      |      |      |
| Media anuală                |                   | 65,602                                 |        |        | 68,428    |        |        | 70,972    |        |        |      |      |      |
| DL 5%                       |                   | 2,6 %                                  |        |        | 0,5 %     |        |        | 0,3 %     |        |        |      |      |      |
| DL 1%                       |                   | 6,0 %                                  |        |        | 1,1 %     |        |        | 0,9 %     |        |        |      |      |      |
| DL 0,1 %                    |                   | 19,3 %                                 |        |        | 3,7 %     |        |        | 2,8 %     |        |        |      |      |      |

În cel de al doilea an agricol, 2017-2018, au fost obținute în NT valori medii mai mari pe toate cele trei stadii de vegetație studiate, 71,435 % în toamnă, 73,877 % în primăvară și 77,859 % în vară, pe când în varianta CV valorile **HS** au fost vizibil mai mici.

În anul următor, ca și în celelalte perioade analizate, valorile cele mai mici ale **HS** s-au remarcat tot în varianta CV, iar datele obținute au arătat că determinările efectuate au furnizat valori sensibile mai mari pe toate cele patru intervale de adâncime analizate în cazul variantei NT.

Tot în cazul analizelor din ultimul an studiat s-a obținut și valoarea de 85,898 %, cea mai mare a **HS**, întâlnită pe orizontul 30-40 a variantei NT.

În urma determinărilor realizate în perioada 2016-2019 în cele două variante de lucrare a solului, observăm în tabelul 5.6 că rezultatele medii de la „semănat” au arătat că valorile indicatorului studiat au fost cuprinse între 61,668 %-64,280 %, pe stratul de la suprafață, 65,060 %-66,186 %, pe orizontul 10-20 cm, 69,037 %-73,600 %, pe intervalul 20-30 cm și 71,402 %-76,272 %, pe ultimul stat de sol analizat.

Analiza stratului superficial de sol, la „semănat”, a indicat o valoare mai mare a **HS** (64,280 %) în varianta NT unde lucrările s-au realizat printr-o singură trecere, pe când în varianta CV s-a înregistrat o valoare inferioară (61,668 %).

Putem observa că sub influența factorilor climatici, **HS** s-a îmbunătățit până în primăvară în ambele variante de lucrare a solului analizate. De remarcat sunt valorile superioare ale indicatorului studiat în varianta NT, unde valoarea medie a fost de 72,780 %, comparativ cu varianta CV ce a înregistrat o valoare mult mai mică (67,684 %).

Datele obținute la „recoltare”, ca medie pe 2016-2019, evidențiază că determinările efectuate încadrează **HS** într-un domeniu de variație cuprins între 69,615 %-69,736 % pe orizontul 0-10 cm, 66,682 %-75,464 % pe intervalul subiacent, 69,055 %-78,613 % pe intervalul 30-40 cm și 76,596 %-82,257 % pe ultimul strat de sol analizat.

Comparând valorile medii obținute se observă superioritatea variantei NT (76,487 %) spre deosebire de valoarea obținută în cazul lucrării CV (70,517 %).

Analizând datele obținute în cei trei ani de experiență s-a desprins concluzia că valorile **HS** au crescut liniar de la un an la altul în ambele variante studiate, valorile acestui parametru îmbunătățindu-se constant.

Conform scării de apreciere propuse de Guș ș.a. (2003), solul din varianta NT se încadrează în clasa solurilor „bine structurate”, pe când solul din varianta lucrată CV se regăsește în clasa solurilor „parțial structurate”.

Prin analiza valorilor medii obținute pe parcursul celor trei ani de experimentări, putem afirma că prin lucrarea solului în sistem CV se realizează o scădere a gradului de hidrostabilitate macrostructurală a solului.

Tabelul 5.6

Table 5.6

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Gradului de hidrostabilitate macrostructurală la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019 (original)**

***Influence of tillage system on macrostructural hydrostability degree for winter wheat crop - mean values 2016-2019 (original)***

| Epoca            |       | HS (%)     |        |            |        |             |        |
|------------------|-------|------------|--------|------------|--------|-------------|--------|
|                  |       | Semănat    |        | Vegetație  |        | Recoltare   |        |
| Varianta         |       | NT         | CV     | NT         | CV     | NT          | CV     |
| Adâncimea (cm)   | 0-10  | 64,280     | 61,668 | 66,847     | 64,237 | 69,615      | 69,736 |
|                  | 10-20 | 66,186     | 65,060 | 69,069     | 64,826 | 75,464      | 66,682 |
|                  | 20-30 | 73,600     | 69,037 | 76,164     | 68,252 | 78,613      | 69,055 |
|                  | 30-40 | 76,272     | 71,402 | 79,042     | 73,420 | 82,257      | 76,596 |
| Media            |       | 70,085     | 66,792 | 72,780     | 67,684 | 76,487      | 70,517 |
| Diferența        |       | 3,293<br>x | Mt     | 5,096<br>x | Mt     | 5,970<br>ns | Mt     |
| % față de martor |       | 104,93     | 100    | 107,53     | 100    | 92,190      | 100    |
| DL 5%            |       | 0,2 g/cmc  |        | 0,3 g/cmc  |        | 0,6 g/cmc   |        |
| DL 1%            |       | 0,5 g/cmc  |        | 0,6 g/cmc  |        | 1,2 g/cmc   |        |
| DL 0,1%          |       | 1,1 g/cmc  |        | 1,4 g/cmc  |        | 2,8 g/cmc   |        |

Rezultatele studiilor privind influența sistemelor de lucrare asupra stabilității hidrice a agregatelor macrostructurale duc la ideea că în urma prelucrării solului în sistem CV are loc mărunțirea excesivă a acestuia datorită intervențiilor repetate, favorizându-se fenomenul de eroziune sub acțiunea apei și a vântului, situație care în timp se va înrăutăți. În schimb, varianta NT prin reducerea numărului de treceri și creșterea cantității de materie organică rămasă la suprafața solului poate favoriza formarea de agregate hidrostabile.

Interpretarea statistică a datelor obținute la cultura grâului de toamnă în perioada 2016-2019 (tabelul 5.6), ca medie pe întreg profilul analizat și pe toate cele trei faze de recoltare a probelor, arată că gradul de hidrostabilitate macrostructurală a avut valorile cele mai mari, cu diferențe semnificative față de martor (+3,293 și +5,096) în faza de „semănat” și „vegetație” și valori neasigurate statistic în faza de „recoltare”.

### 5.2.3 Distribuția agregatelor de structură

#### 5.2.3 Aggregate size distribution

Datorită acțiunii mecanice produse de utilajele agricole, în timpul lucrărilor de semănat, a lucrărilor de întreținere, tratamentelor, cât și recoltat, se influențează structura unui sol, macroagregatele fragmentându-se în agregate de mărimi inferioare.

Macroagregatele, prin mărime, formă, stabilitate și distribuția lor în profilul de sol, prezintă o importanță foarte mare, influențând răsărirea și dezvoltarea rădăcinilor plantelor. De asemenea, asigură un regim aerohidric optim prin crearea unui raport favorabil între porii capilari și cei necapilari.

Pentru a determina influența celor două variante de lucrare a solului asupra distribuției agregatelor, separarea elementelor structurale pe clase de dimensiuni s-a realizat prin cernere uscată, la umiditatea naturală a solului, cu ajutorul unei mașini de sitat AS300 de la Retsch® și o garnitură de site cu orificii de 8; 5; 3,15; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125 mm.

#### **5.2.4 Valori medii obținute în perioada 2016-2019**

##### **5.2.4 Mean values obtained from 2016-2019**

În tabelele 5.7, 5.8, 5.9 sunt prezentate rezultatele privind influența sistemelor de lucrare a solului asupra distribuției agregatelor de structură la cultura grâului de toamnă, obținute ca medie pe cei trei ani experimentali, în cele trei faze de vegetație analizate.

Observăm că la „semănat” (tabelul 5.7) în stratul de la suprafața solului, agregatele cu diametrul între 1-5 mm s-au regăsit într-un procent de 43,3 % în NT și 54,3 % în CV. Procentul cel mai ridicat de agregate cu diametrul mai mare de 5 mm s-a determinat în varianta lucrată în sistem conservativ (44,0 %), pe când varianta CV a prezentat valori inferioare (18,3 %). În ceea ce privește procentul de agregate mai mici de 1 mm, varianta CV a prezentat o valoare mult superioară (22,3 %) variantei conservative (10,9 %), precum și procentul cel mai ridicat de praf ( $\varnothing < 0,125$  mm).

Pe intervalul de sol 10-20 cm, agregatele cu diametrul între 1-5 mm au reprezentat 36,5 % în NT și 39,7 % în CV. În cazul agregatelor cu diametrul mai mare de 5 mm, situația a fost la fel cu cea din orizontul superior, varianta lucrată în sistem conservativ prezentând valori superioare (52,2 %) variantei CV (47,9 %). Totodată, agregatele cu diametrul mai mic de 1 mm au fost ceva mai numeroase în varianta NT (9,3 %) față de sistemul CV (9,1 %).

Pe orizontul 20-30 cm, în varianta lucrată fără întoarcerea brazdei, procentul de agregate din categoria 1-5 mm a fost de 28,3 % comparativ cu varianta CV unde procentul a fost mai ridicat (48,5 %). Procentul de agregate mai mari de 5 mm a fost mai ridicat în varianta NT (65,8 %), iar în varianta CV de 39,2 %. În varianta CV întâlnim valorile maxime ale agregatelor mai mici de 1 mm.

Pe ultimul interval de sol analizat 30-40 cm, observăm că agregatele cu diametrul între 1-5 mm au fost prezente într-un procent de 47,5 % în NT și 43,4 % în CV, iar procentul cel mai ridicat de agregate cu diametrul mai mare de 5 mm s-a regăsit în varianta CV (47,8 %), pe când varianta NT a prezentat valori inferioare (38,7 %).

Tabelul 5.7

Table 5.7

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Distribuției agregatelor de structură  
la cultura grâului de toamnă - la semănat, valori medii 2016-2019 (original)**  
**The influence of tillage systems on Aggregate Size Distribution  
at winter wheat crop - at sowing, mean values 2016-2019 (original)**

| Var.  | Adân.<br>(cm) | Distribuția agregatelor de structură(%) cu diametrul (mm) de: |      |        |        |      |       |          |         |
|-------|---------------|---------------------------------------------------------------|------|--------|--------|------|-------|----------|---------|
|       |               | >8                                                            | 8-5  | 5-3,15 | 3,15-2 | 2-1  | 1-0,5 | 0,5-0,25 | < 0,125 |
| NT    | 0-10          | 25,8                                                          | 18,2 | 14,1   | 14,6   | 14,6 | 8,3   | 2,6      | 1,8     |
|       | 10-20         | 34,0                                                          | 18,2 | 14,8   | 12,9   | 8,8  | 6,9   | 2,4      | 2,0     |
|       | 20-30         | 46,5                                                          | 19,3 | 13,3   | 8,5    | 6,70 | 3,3   | 1,1      | 1,3     |
|       | 30-40         | 23,4                                                          | 15,3 | 16,3   | 13,7   | 17,5 | 9,0   | 3,2      | 1,6     |
| Media |               | 32,4                                                          | 17,8 | 14,6   | 12,4   | 11,9 | 6,9   | 2,3      | 1,7     |
| CV    | 0-10          | 6,4                                                           | 11,9 | 12,5   | 14,5   | 27,3 | 15,4  | 6,9      | 5,1     |
|       | 10-20         | 26,3                                                          | 21,6 | 16,6   | 11,2   | 11,9 | 6,8   | 2,3      | 3,2     |
|       | 20-30         | 14,9                                                          | 24,3 | 19,2   | 14,0   | 15,3 | 7,1   | 3,2      | 1,9     |
|       | 30-40         | 23,0                                                          | 24,8 | 18,6   | 12,8   | 12,0 | 5,6   | 1,8      | 1,2     |
| Media |               | 17,7                                                          | 20,7 | 16,7   | 13,1   | 16,6 | 8,8   | 3,6      | 2,9     |

Tabelul 5.8

Table 5.8

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Distribuției agregatelor de structură  
la cultura grâului de toamnă - pe vegetație, valori medii 2016-2019 (original)**  
**The influence of tillage systems on Aggregate Size Distribution at winter wheat crop - at vegetation,  
mean values 2016-2019 (original)**

| Var.  | Adân.<br>(cm) | Distribuția agregatelor de structură(%) cu diametrul (mm) de: |      |        |        |      |       |          |         |
|-------|---------------|---------------------------------------------------------------|------|--------|--------|------|-------|----------|---------|
|       |               | >8                                                            | 8-5  | 5-3,15 | 3,15-2 | 2-1  | 1-0,5 | 0,5-0,25 | < 0,125 |
| NT    | 0-10          | 18,3                                                          | 16,5 | 17,0   | 13,0   | 17,9 | 10,5  | 4,2      | 2,5     |
|       | 10-20         | 40,0                                                          | 21,8 | 19,2   | 7,2    | 8,1  | 2,7   | 0,7      | 0,4     |
|       | 20-30         | 45,0                                                          | 23,1 | 15,3   | 8,3    | 6,0  | 1,7   | 0,5      | 0,2     |
|       | 30-40         | 38,6                                                          | 25,5 | 13,6   | 10,8   | 7,1  | 2,5   | 1,0      | 0,9     |
| Media |               | 35,5                                                          | 21,7 | 16,3   | 9,8    | 9,8  | 4,3   | 1,6      | 1,0     |
| CV    | 0-10          | 29,9                                                          | 16,6 | 9,6    | 7,6    | 27,9 | 1,8   | 4,9      | 1,8     |
|       | 10-20         | 62,5                                                          | 13,5 | 9,9    | 6,0    | 4,5  | 2,5   | 0,7      | 0,4     |
|       | 20-30         | 67,0                                                          | 12,5 | 8,9    | 5,5    | 3,7  | 1,6   | 0,4      | 0,2     |
|       | 30-40         | 57,0                                                          | 15,0 | 11,8   | 7,2    | 5,4  | 2,5   | 0,7      | 0,4     |
| Media |               | 54,1                                                          | 14,4 | 10,1   | 6,6    | 10,4 | 2,1   | 1,6      | 0,7     |

Analizele efectuate pe „vegetație” (tabelul 5.8) evidențiază că media pe intervalul 0-40 cm este mai mare pentru agregatele cu diametrul cuprins între 1-5 mm în varianta NT (35,9 %) comparativ cu varianta CV (27,1 %). De asemenea, se poate observa o valoare mai ridicată a agregatelor mai mici de 1 mm în varianta conservativă (5,9 %) față de varianta lucrată cu plugul cu întoarcerea brazdei (3,7 %).

Analizând datele obținute la „recoltare” (tabelul 5.9) în cei trei ani de experiență, observăm în stratul de la suprafață o proporție apropiată a agregatelor cu diametrul cuprins între 1-5 mm, în varianta NT acestea fiind regăsite într-o proporție de 44,9 %, iar în varianta CV valoarea obținută a fost de 47,5 %.

În ceea ce privește procentul agregatelor cu diametrul mai mare de 5 mm, acesta a fost de 27,7 % în CV, iar valoarea cea mai mare de 47,5 % a fost determinată de varianta NT.

În stratul subadiacent (10-20 cm) varianta NT prezintă un procent mai ridicat al agregatelor cu diametrul cuprins între 1-5 mm (37,2 %).

Tabelul 5.9

Table 5.9

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Distribuției agregatelor de structură la cultura grâului de toamnă - la recoltare, valori medii 2016-2019 (original)**  
***The influence of tillage systems on Aggregate Size Distribution at winter wheat crop - at harvest, mean values 2016-2019 (original)***

| Var.         | Adân.<br>(cm) | Distribuția agregatelor de structură(%) cu diametrul (mm) de: |             |             |             |             |            |            |            |
|--------------|---------------|---------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
|              |               | >8                                                            | 8-5         | 5-3,15      | 3,15-2      | 2-1         | 1-0,5      | 0,5-0,25   | < 0,125    |
| NT           | 0-10          | 26,9                                                          | 14,0        | 14,0        | 13,4        | 17,5        | 8,6        | 3,3        | 2,2        |
|              | 10-20         | 35,6                                                          | 18,7        | 13,8        | 12,4        | 11,0        | 4,7        | 1,8        | 2,1        |
|              | 20-30         | 38,0                                                          | 16,6        | 15,8        | 10,7        | 11,4        | 4,8        | 1,6        | 1,0        |
|              | 30-40         | 23,6                                                          | 18,9        | 17,8        | 15,1        | 14,6        | 5,9        | 2,1        | 1,9        |
| <b>Media</b> |               | <b>31,0</b>                                                   | <b>17,1</b> | <b>15,4</b> | <b>12,9</b> | <b>13,6</b> | <b>6,0</b> | <b>2,2</b> | <b>1,8</b> |
| CV           | 0-10          | 13,4                                                          | 14,3        | 12,6        | 14,5        | 20,4        | 14,7       | 6,4        | 3,9        |
|              | 10-20         | 35,8                                                          | 20,0        | 14,3        | 10,8        | 9,9         | 5,0        | 2,0        | 2,1        |
|              | 20-30         | 28,4                                                          | 20,9        | 16,1        | 12,7        | 12,5        | 5,9        | 2,3        | 1,3        |
|              | 30-40         | 29,8                                                          | 21,6        | 18,8        | 12,7        | 9,5         | 5,3        | 1,2        | 1,4        |
| <b>Media</b> |               | <b>26,9</b>                                                   | <b>19,2</b> | <b>15,4</b> | <b>12,6</b> | <b>13,1</b> | <b>7,7</b> | <b>3,0</b> | <b>2,2</b> |

O analiză de ansamblu a valorilor medii obținute pe intervalul 0-40 cm în decursul celor trei ani, indică la „semănat” valori mai ridicate ale agregatelor cu diametrul cuprins între 1-5 mm în varianta clasică (46,4 %), comparativ cu varianta conservativă (38,9 %), pe când analiza valorilor medii obținute în cazul celorlalte două stadii de vegetație ne arată că varianta NT a înregistrat valori mai mari, pe „vegetație” unde s-a obținut un procent de 35,9 % în cazul variantei NT și doar 27,1 % în varianta CV, aceeași situație fiind regăsită și la „recoltare” când valorile medii de pe intervalul 0-40 cm ale gregatelor cu diametrul cuprins între 1-5 cm a fost de 41,9 % în NT și de 41,1 % în CV.

### **5.3 Influența sistemelor de lucrare asupra umidității solului**

#### **5.3 The influence of tillage systems on soil moisture**

Starea de umiditate a solului se modifică permanent în funcție de cantitatea de precipitații căzute, intensitatea evaporației, consumul de apă al plantelor, lucrările agricole executate etc.

Lucrările solului reprezintă una din practicile fundamentale ale managementului agricol, fiind procedura prin care omul perturbă, răstoarnă și rearanjează solul pentru a crea condiții fizice favorabile pentru creșterea și dezvoltarea culturilor. Majoritatea operațiunilor de lucrare a solului presupun modificarea densității aparente, distribuției dimensiunii porilor, capacității de menținere a apei, ratei de infiltrare, precum și a eroziunii solului (Kuzucu și Dökmen, 2015).

Lucrările solului reprezintă măsuri importante pentru asigurarea conținutului de apă, fertilității, controlului aerului și temperaturii în sol. De asemenea, sunt utilizate metode de prelucrare a solului pentru a îmbunătăți proprietățile fizico-chimice ale acestuia și de a utiliza eficient apa în sol (Bottinelli ș.a., 2017).

Determinarea umidității solului are o mare însemnătate practică și este una dintre cele mai răspândite analize de sol în cercetare și producție.

Pentru determinarea regimului de umiditate au fost recoltate probe de sol până la adâncimea de 90 cm, pe adâncimile: 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm, 50-70 cm și 70-90 cm. Probele au fost prelevate din cinci puncte, de pe cele două variante de lucrare a solului, în câte trei repetiții pe fiecare interval de adâncime.

#### **5.3.1 Rezultate obținute în perioada 2016-2019**

##### **5.3.1 Results obtained during 2016-2019**

##### ***Anul agricol 2016-2017***

Pentru evidențierea regimului de umiditate, în primul an de studiu, au fost analizate probe de sol, la cultura grâului de toamnă, care au fost recoltate la „semănat”, pe „vegetație” (30 martie, 15 iunie, 26 iunie) și la „recoltare”.

Din punct de vedere climatic, anul agricol 2016-2017 poate fi considerat un an ploios, care a înregistrat un regim pluviometric excedentar, cu o cantitate de 334,6 mm peste media multianuală.

Având în vedere că prelevarea probelor de pe „vegetație” s-a realizat în trei perioade, a fost întocmit tabelul 5.10 care include valorile de pe fiecare decadă în parte, dar și media celor trei luni, atașată tabelului 5.11 pentru a putea realiza o diferențiere clară a primului an agricol studiat.

Tabelul 5.10

Table 5.10

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Umidității solului la cultura grâului de toamnă - valori vegetație 2017 (original)**  
**The influence of tillage systems on soil moisture at winter wheat crop - 2017 vegetation values (original)**

| Vegetation values (original) |                |                        |            |            |                 |
|------------------------------|----------------|------------------------|------------|------------|-----------------|
| Varianta                     | Adâncimea (cm) | Umiditatea solului (%) |            |            | Medie vegetație |
|                              |                | Vegetație              |            |            |                 |
|                              |                | 30.03.2017             | 15.06.2017 | 26.06.2017 |                 |
| NT                           | 0-10           | 23,208                 | 18,947     | 20,194     | 20,783          |
|                              | 10-20          | 23,960                 | 17,706     | 18,023     | 19,896          |
|                              | 20-30          | 24,099                 | 18,534     | 17,036     | 19,890          |
|                              | 30-50          | 25,916                 | 18,038     | 18,648     | 20,867          |
|                              | 50-70          | 24,891                 | 17,806     | 18,604     | 20,434          |
|                              | 70-90          | 24,375                 | 17,006     | 17,903     | 19,762          |
| Media pe intervalul 0-90 cm  |                | 24,408                 | 18,006     | 18,401     | 20,272          |
| CV                           | 0-10           | 24,210                 | 14,894     | 20,948     | 20,017          |
|                              | 10-20          | 23,906                 | 14,143     | 17,969     | 18,673          |
|                              | 20-30          | 24,288                 | 15,642     | 17,659     | 19,196          |
|                              | 30-50          | 23,759                 | 18,327     | 18,182     | 20,089          |
|                              | 50-70          | 22,683                 | 20,914     | 19,331     | 20,976          |
|                              | 70-90          | 22,806                 | 19,519     | 14,924     | 19,083          |
| Media pe intervalul 0-90 cm  |                | 23,608                 | 17,240     | 18,169     | 19,672          |

Conform mediilor obținute pe „vegetație”, pe intervalul de adâncime 0-90 cm putem observa valori mai ridicate în varianta NT pe toate cele trei perioade luate în considerare, 24,408 % la 30 martie, 18,006 % la 15 iunie și 18,401 % la 26 iunie, comparativ cu varianta semănată în sistem CV unde rezultatele obținute au fost vizibil mai mici (23,608 % la 30 martie, 17,240 % la 15 iunie și 18,169 % la 26 iunie).

În cazul acestor rezultate, observăm că valoarea maximă, de 25,961 % a fost întâlnită pe stratul 30-50 cm în cazul variantei NT, la probele analizate la sfârșitul lunii martie a anului 2017, când a fost o lună bogată în precipitații, iar lucrarea NT a permis infiltrarea unui cantități mai mari de apă în sol.

Dacă e să facem o corelație a valorilor obținute în cazul probelor de pe vegetație, recoltate în data de 15.06, cu precipitațiile, constatăm că valorile medii furnizate au fost mai scăzute comparativ cu cealaltă perioadă studiată, datorită faptului că lunile de înaintea recoltării culturii de grâu au fost mai slabe în precipitații.

Potrivit mediei obținute pe vegetație, umiditate mai ridicată a avut varianta NT (20,272 %), în timp ce varianta clasică de lucrare a solului a obținut o valoare mai scăzută (19,672 %).

Tabelul 5.11 conține rezultatele determinărilor efectuate la „semănat”, media valorilor de pe „vegetație”, precum și rezultatele investigațiilor de la „recoltarea” grâului de toamnă.

Tabelul 5.11

Table 5.11

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Umidității solului la cultura  
grâului de toamnă - 2016-2017 (original)**

***The influence of tillage systems on soil moisture at winter wheat crop - 2016-2017 (original)***

| Epoca          |       | U (%)       |        |             |        |              |        |
|----------------|-------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|--------|
|                |       | Semănat     |        | Vegetație   |        | Recoltare    |        |
| Varianta       |       | NT          | CV     | NT          | CV     | NT           | CV     |
| Adâncimea (cm) | 0-10  | 19,943      | 18,321 | 20,783      | 20,017 | 22,739       | 24,728 |
|                | 10-20 | 20,162      | 18,794 | 19,896      | 18,673 | 21,943       | 22,446 |
|                | 20-30 | 21,947      | 19,328 | 19,890      | 19,196 | 18,991       | 17,782 |
|                | 30-50 | 22,468      | 20,432 | 20,867      | 20,089 | 17,250       | 18,035 |
|                | 50-70 | 24,834      | 20,161 | 20,434      | 20,976 | 16,460       | 19,302 |
|                | 50-90 | 24,974      | 20,324 | 19,762      | 19,083 | 15,957       | 19,876 |
| Media          |       | 22,388      | 19,560 | 20,272      | 19,672 | 18,890       | 20,362 |
| Diferența      |       | 2,828<br>xx | Mt     | 0,600<br>ns | Mt     | -1,472<br>ns | Mt     |
| % față de Mt   |       | 114,46      | 100    | 103,05      | 100    | 107,79       | 100    |
| DL 5%          |       | 1,5 %       |        | 1,0 %       |        | 1,9 %        |        |
| DL 1%          |       | 2,4 %       |        | 1,3 %       |        | 3,0 %        |        |
| DL 0,1%        |       | 4,1 %       |        | 1,9 %       |        | 5,1 %        |        |

Analizând valorile obținute la „semănat” (tabelul 5.11), putem remarca valori superioare pe întreg profilul analizat în cazul variantei NT. De asemenea, media de pe intervalul 0-90 cm indică o valoare mai mare cu 2,828 % a umidității comparativ cu varianta clasică de lucrare a solului. Această situație este datorată atât precipitațiilor căzute în luna octombrie, care au înregistrat o medie lunară de 212,0 mm, fiind cu 187,4 mm peste media multianuală, dar și variantei de lucrare a solului, care a permis o reținere mai bună a apei în sol.

Tot în cazul valorilor obținute în acest stadiu se poate remarca că umiditatea solului a crescut odată cu adâncimea în cazul ambelor variante de lucrare a solului.

Conform datelor furnizate din analiza stadiului de la „recoltare” (tabelul 5.11), putem observa că acesta a evidențiat ca medie a intervalului investigat, până la adâncimea de 90 cm, o valoare mai ridicată a indicatorului urmărit în varianta CV (20,362 %), situație diferită față de etapele anterioare din acest an agricol, când varianta NT a avut valori superioare matorului. Acest fapt este pus pe seama unui consum superior de apă a plantelor cultivate în NT, spre sfârșitul perioadei de vegetație, lucru evidențiat și prin producțiile superioare.

În varianta NT, la „recoltare”, umiditatea maximă a fost constatată în stratul superior 0-10 cm, de 22,739 % iar aceasta a scăzut odată cu adâncimea, în stratul 70-90 cm umiditatea înregistrată fiind de 15,957 %.

În ambele variante de lucrare, valori mai mari ale umidității s-au regăsit în stratul 0-20 cm. Explicația constă în cei 13,1 litri/m<sup>2</sup> căzuți în intervalul anterior prelevării probelor, între 2 și 4 iulie, care au fost reținuți în straturile superioare.

Analiza statistică a valorilor medii pe intervalul 0-90 cm obținute în anul 2016-2017 în fiecare din cele trei perioade de recoltare a probelor au arătat că între varianta NT și varianta martor s-a obținut o variație cuprinsă între -1,4 % și 2,8 %, cu o diferență distinct semnificativă în cazul analizelor efectuate la semănat și o diferență neasigurată statistic în cazul celorlalte două perioade investigate.

### **Anul agricol 2017-2018**

La fel ca și în primul an de experiență, pentru evidențierea regimului de umiditate, au fost recoltate probe de sol la „semănat”, în perioada de „vegetație”, reprezentată de cinci date calendaristice în care au fost făcute determinări: 2 noiembrie, iar la prelevările din primăvară s-a urmărit recoltarea probelor pentru analize la intervale de aproximativ zece zile în funcție de condițiile climatice: 2 mai, 14 mai, 30 mai, 12 iunie, dar și la „recoltarea” culturii grâului de toamnă.

Repartiția precipitațiilor din acest an agricol a înregistrat o sumă de 657,0 mm, cu o abatere de 120,5 mm mai mare față de media multianuală a zonei, diferență relativ mică față de anul anterior analizat.

Ca și în cazul anului precedent, pentru datele medii de pe „vegetație” a fost întocmit tabelul 5.12 în care putem observa precis cum oscilează valorile indicatorului studiat.

Potrivit mediilor obținute pe adâncimea de 0-90 cm, în cazul celor două variante de lucrare a solului, valorile sunt vizibil mai mari în patru dintre cele cinci perioade luate în studiu la varianta NT, iar în cazul excepției diferența este foarte mică, de doar 0,054 %.

Studierea probelor aferente datei de 2 noiembrie evidențiază valori mai mari ale indicatorului analizat în straturile superioare în ambele variante de lucrare a solului, în schimb varianta CV înregistrează valori mult mai mici odată cu creșterea adâncimii. Făcând corelație cu precipitațiile căzute în luna octombrie, care a prezentat un excedent de 37,8 mm față de media multi-anuală, este de înțeles că varianta NT a păstrat mai bine apa în sol, având o valoare medie pe întreg profilul analizat mai mare cu 2,385 % comparativ cu varianta clasică de lucrare a solului.

Următoarele perioade analizate în timpul perioadei de „vegetație”, au început din a doua zi a lunii mai, până la jumătatea lunii iunie, la interval de aproximativ zece zile.

Tabelul 5.12

Table 5.12

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Umidității solului la cultura grâului de toamnă – valori vegetație 2018 (original)**  
**The influence of tillage systems on soil moisture at winter wheat crop – 2018 vegetation values (original)**

| Varianta                       | Adâncimea<br>(cm) | Umiditatea solului (%) |            |            |            |            | Medie<br>vegetație |
|--------------------------------|-------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------------|
|                                |                   | Vegetație              |            |            |            |            |                    |
|                                |                   | 02.11.2017             | 02.05.2018 | 14.05.2018 | 30.05.2018 | 12.06.2018 |                    |
| NT                             | 0-10              | 23,450                 | 18,330     | 21,696     | 6,459      | 10,303     | 16,048             |
|                                | 10-20             | 25,423                 | 17,943     | 19,649     | 13,270     | 14,031     | 18,063             |
|                                | 20-30             | 19,856                 | 18,816     | 17,601     | 16,903     | 13,146     | 17,265             |
|                                | 30-50             | 21,282                 | 19,253     | 17,854     | 16,679     | 15,250     | 18,064             |
|                                | 50-70             | 19,959                 | 18,720     | 17,434     | 15,589     | 15,872     | 17,515             |
|                                | 70-90             | 22,490                 | 19,481     | 17,901     | 14,476     | 12,415     | 17,352             |
| Media pe intervalul<br>0-90 cm |                   | 22,076                 | 18,757     | 18,689     | 13,896     | 13,503     | 17,384             |
| CV                             | 0-10              | 23,912                 | 15,846     | 22,217     | 8,540      | 7,089      | 15,521             |
|                                | 10-20             | 23,635                 | 17,179     | 16,661     | 14,764     | 12,769     | 17,001             |
|                                | 20-30             | 18,125                 | 17,300     | 17,515     | 14,937     | 13,937     | 16,363             |
|                                | 30-50             | 18,192                 | 17,171     | 17,078     | 14,954     | 14,797     | 16,438             |
|                                | 50-70             | 17,611                 | 17,213     | 17,245     | 16,216     | 13,721     | 16,401             |
|                                | 70-90             | 16,671                 | -          | 18,646     | 14,291     | 14,026     | 12,727             |
| Media pe intervalul<br>0-90 cm |                   | 19,691                 | 16,942     | 18,227     | 13,950     | 12,723     | 16,307             |

Lipsa precipitațiilor din lunile anterioare recoltării probelor au dus la o scădere a umidității solului, valorile indicatorului studiat la data de 2 mai oscilând între 17,943 și 19,481 % în varianta NT și 15,846, respectiv 17,300 % în CV.

Lipsa precipitațiilor din luna mai au redus drastic valorile umidității solului, astfel că la finalul lunii, umiditatea din stratul superior a fost de doar 6,459 % în NT și de 8,540 % în varianta clasică, iar ca medie pe intervalul 0-90, varianta CV a înregistrat valoarea de 13,950 %, varianta NT fiind la o distanță de doar 0,054 %.

Situația a fost asemănătoare și în urma analizării probelor din 12 iunie, valoarea umidității solului oscilând între 10,303 % și 15,872 % în NT și doar 7,089 % și 14,797 % în varianta clasică de lucrare a solului.

Tot din tabelul 5.12 putem observa că valorile medii pe adâncimea analizată în varianta NT s-au redus începând de la prima la ultima fază investigată, prelevările de la finalul lunii iunie indicând o medie de 13,503 %, datorată atât lipsei precipitațiilor până la data respectivă cât și consumului plantelor de grâu de la sfârșitul perioadei de vegetație.

Determinările executate la „semănat”, evidențiate în tabelul 5.13, indică o medie a umidității solului în intervalul de adâncime 0-90 cm din NT de 16,992 % în timp ce varianta CV a avut valoarea de 15,282 %.

Tabelul 5.13

Table 5.13

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Umidității solului  
la cultura grâului de toamnă - 2017-2018 (original)**  
**The influence of tillage systems on soil moisture at winter wheat crop - 2017-2018 (original)**

| Epoca          |       | U (%)      |        |            |        |               |        |
|----------------|-------|------------|--------|------------|--------|---------------|--------|
|                |       | Semănat    |        | Vegetație  |        | Recoltare     |        |
| Varianta       |       | NT         | CV     | NT         | CV     | NT            | CV     |
| Adâncimea (cm) | 0-10  | 17,082     | 12,890 | 16,048     | 15,521 | 27,585        | 25,852 |
|                | 10-20 | 16,729     | 14,409 | 18,063     | 17,001 | 24,658        | 27,633 |
|                | 20-30 | 17,471     | 15,300 | 17,265     | 16,363 | 23,919        | 25,531 |
|                | 30-50 | 16,526     | 16,480 | 18,064     | 16,438 | 25,346        | 25,331 |
|                | 50-70 | 17,224     | 16,404 | 17,515     | 16,401 | 23,646        | 24,935 |
|                | 70-90 | 16,922     | 16,211 | 17,352     | 12,727 | 23,110        | 23,984 |
| Media          |       | 16,992     | 15,282 | 17,384     | 16,307 | 24,711        | 25,544 |
| Diferența      |       | 1,170<br>x | Mt     | 1,077<br>x | Mt     | - 0,833<br>ns | Mt     |
| % față de Mt   |       | 111,19     | 100    | 93,80      | 100    | 96,74         | 100    |
| DL 5%          |       | 1,5 %      |        | 1,5 %      |        | 1,6 %         |        |
| DL 1%          |       | 2,4 %      |        | 2,4 %      |        | 2,6 %         |        |
| DL 0,1%        |       | 4,2 %      |        | 4,2 %      |        | 4,4 %         |        |

Comparativ cu valorile din aceeași etapă a anului anterior, acestea prezintă o diferență de 7,416 % în NT și 8,326 % în CV, diferență dată în primul rând de cantitatea redusă de precipitații aferentă perioadei premergătoare însămânțării, dar și de varianta de lucrare a solului aplicată.

Observăm că stratul superior a variantei CV a înregistrat o valoare a umidității de doar 12,890 %, care este cea mai mică valoare de pe întreg profilul de sol investigat, dar și din ambele variante de lucrare, determinată de efectuarea lucrărilor pentru pregătirea patului germinativ, ce au condus la pierderea unei cantități mari de apă, în special din stratul superior.

Valoarea maximă a indicatorului urmărit, a fost înregistrată în acest stadiu pe orizontul 50-70 cm și reprezintă 17,224 %, în timp ce valoarea minimă furnizată de analizele probelor din NT a fost întâlnită pe stratul 30-50 cm, de 16,526 %.

Rezultatele obținute în perioada de „recoltare”, prezentate în tabelul 5.13, indică prezența unor valori vizibil mai ridicate datorate precipitațiilor intense ale lunii mai și iunie, ce au avut abateri de +216,0 mm și +136,0 mm față de media multianuală.

Ca și în cazul primului an de experiență, situația a fost inversă comparativ cu perioadele precedent analizate, valorile variantei CV fiind mai mari de această dată, valoarea medie a indicelui analizat fiind de 25,544 % spre deosebire de 24,711 % valoarea din varianta NT.

O scurtă analiză de ansamblu a acestui an investigat indică o creștere a umidității solului începând de la „semănat” și până la „recoltare” în ambele variante investigate.

În urma analizei statistice a datelor obținute, ca medie pe intervalul analizat (0-90 cm) și pe întreaga perioadă de vegetație a anului 2017-2018, arată că diferența cea mai mică, neasigurată statistic s-a obținut în cazul analizelor de la recoltare, pe când stadiile de vegetație și semănat, au obținut diferențe pozitive semnificative.

### **Anul agricol 2018-2019**

În acest an agricol, abaterea anuală a fost cu doar 42,4 mm mai mare față de media multianuală, fiind cea mai mică dintre cele înregistrate pe parcursul celor trei ani de experiență.

Valorile din tabelul 5.14 reprezintă rezultatele aferente celor trei date calendaristice analizate pe tot parcursul fazei de „vegetație”, care indică procente superioare comparativ cu cei doi ani anterior studiați.

Conform mediilor obținute pe interval 0-90 cm am observat o umiditate mai ridicată în varianta NT în toate cele trei perioade analizate, 23,665 % la 15 martie, 24,115 % la 29 mai și 20,921 % la 26 iunie, comparativ cu varianta în care pentru semănat s-a efectuat arătura cu întoarcerea brazdei, 22,541 % la 15 martie, 21,415 % la 29 mai și 20,104 % la 26 iunie.

Tabelul 5.14  
Table 5.14

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Umidității solului  
la cultura grâului de toamnă - valori vegetație 2019 (original)**  
*The influence of tillage systems on soil moisture at winter wheat crop - 2018 vegetation values (original)*

| Varianta                       | Adâncimea<br>(cm) | Umiditatea solului (%) |            |            | Medie<br>vegetație |
|--------------------------------|-------------------|------------------------|------------|------------|--------------------|
|                                |                   | Vegetație              |            |            |                    |
|                                |                   | 15.03.2019             | 29.05.2019 | 26.06.2019 |                    |
| NT                             | 0-10              | 22,714                 | 24,153     | 23,643     | 23,503             |
|                                | 10-20             | 23,041                 | 24,527     | 20,137     | 22,568             |
|                                | 20-30             | 24,490                 | 25,214     | 20,670     | 23,458             |
|                                | 30-50             | 24,355                 | 25,147     | 19,487     | 22,996             |
|                                | 50-70             | 23,552                 | 23,356     | 21,281     | 22,730             |
|                                | 70-90             | 23,716                 | 22,292     | 20,307     | 22,105             |
| Media pe intervalul<br>0-90 cm |                   | 23,665                 | 24,115     | 20,921     | 22,900             |
| CV                             | 0-10              | 20,407                 | 19,188     | 21,648     | 20,414             |
|                                | 10-20             | 23,335                 | 20,927     | 16,944     | 20,402             |
|                                | 20-30             | 23,675                 | 21,024     | 17,634     | 20,778             |
|                                | 30-50             | 23,743                 | 21,672     | 20,516     | 21,977             |
|                                | 50-70             | 23,808                 | 23,989     | 21,718     | 23,172             |
|                                | 70-90             | 20,275                 | 21,691     | 22,164     | 21,377             |
| Media pe intervalul<br>0-90 cm |                   | 22,541                 | 21,415     | 20,104     | 21,353             |

În varianta NT a celei de-a doua perioade studiate semnalăm valoarea maximă de 25,214 % aferentă orizontului 20-30 cm, în timp ce valoarea minimă a fost determinată în stratul superior al variantei clasice, de 19,188 %.

De asemenea, se poate observa că procentul cel mai ridicat de umiditate a fost întâlnit tot în intervalul de la sfârșitul lunii mai, media pe întreg intervalul investigat fiind de 24,115 % în NT și de 21,415 % în CV.

Conform mediei celor trei perioade de timp analizate, varianta NT a înregistrat un procent de umiditate superior variantei clasice cu 1,547 %.

Situația de la „semănat” (tabelul 5.15) a acestui an a fost diferită din punct de vedere al umidității solului comparativ cu cei doi ani agricoli anterior analizați.

Tabelul 5.15

Table 5.15

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Umidității solului la cultura grâului de toamnă - 2018-2019 (original)**

***The influence of tillage systems on soil moisture at winter wheat crop - 2018-2019 (original)***

| Epoca              |       | U (%)       |        |            |        |             |        |
|--------------------|-------|-------------|--------|------------|--------|-------------|--------|
|                    |       | Semănat     |        | Vegetație  |        | Recoltare   |        |
| Varianta           |       | NT          | CV     | NT         | CV     | NT          | CV     |
| Adâncimea (cm)     | 0-10  | 6,770       | 6,274  | 23,503     | 20,214 | 17,912      | 14,983 |
|                    | 10-20 | 14,893      | 15,958 | 22,568     | 20,402 | 16,788      | 16,669 |
|                    | 20-30 | 16,243      | 17,534 | 23,458     | 20,778 | 18,214      | 16,879 |
|                    | 30-50 | 18,291      | 18,482 | 22,996     | 21,977 | 19,713      | 19,134 |
|                    | 50-70 | 20,060      | 19,532 | 22,730     | 23,172 | 18,615      | 21,236 |
|                    | 70-90 | 19,120      | 19,457 | 22,105     | 21,377 | 19,503      | 20,917 |
| Media              |       | 15,896      | 16,206 | 22,900     | 21,353 | 18,457      | 18,303 |
| Diferența          |       | -0,31<br>ns | Mt     | 1,547<br>x | Mt     | 0,154<br>ns | Mt     |
| față de martor (%) |       | 98,090      | 100    | 107,24     | 100    | 100,84      | 100    |
| DL 5%              |       | 0,7 %       |        | 1,2 %      |        | 2,0 %       |        |
| DL 1%              |       | 1,2 %       |        | 1,9 %      |        | 3,2 %       |        |
| DL 0,1%            |       | 2,1 %       |        | 3,3 %      |        | 5,5 %       |        |

În condițiile specifice de la „semănat”, umiditatea solului a înregistrat valori mai ridicate la varianta clasică (16,206 %) comparativ cu valorile medii din varianta NT (15,896 %).

Faptul că în luna octombrie nu au fost înregistrați decât 3,4 mm de precipitații, cu 21,2 l/m<sup>2</sup> mai mici față de media multianuală, a făcut ca anul agricol să debuteze cu un deficit de apă în sol, fapt ce a creat anumite dificultăți în ceea ce privește germinarea semințelor.

Atât varianta CV cât și cea conservativă, au prezentat valori ale umidității de doar 6,274 %, respectiv 6,770 % pe stratul 0-10 cm. În straturile imediat următoare, umiditatea solului a crescut, înregistrând un maxim de 20,060 % pe intervalul 50-70 cm în varianta NT și 19,532 % în varianta CV.

Conform tabelului 5.15, constatăm că la „recoltare” valorile umidității solului au avut valori mai ridicate în varianta NT (18,457 %) comparativ cu varianta lucrată în sistem CV (18,303 %).

Analiza statistică a valorilor medii pe profil și întreg anul agricol ne indică valori asigurate statistic, semnificative, în varianta NT, pe „vegetație”, iar în celelalte două stadii, cel de „semănat”, respectiv cel de „recoltare”, valori diferite dar neasigurate statistic.

### **Media anilor agricoli 2016-2019**

Analiza probelor pentru evidențierea regimului de umiditatea al solului au arătat faptul că pe parcursul celor trei ani de experiență (2016-2019) s-au înregistrat variații mari ale umidității atât în cazul sistemului CV cât și în cazul variantei NT.

Datele din tabelul 5.16 prezintă rezultatele medii din cei trei ani experimentali unde putem observa că în varianta NT umiditatea solului este mai mare atât la semănat cât și în cursul sezonului de vegetație.

Tabelul 5.16

Table 5.16

### **Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Umidității solului la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019 (original)**

#### **The influence of tillage systems on soil moisture at winter wheat crop - mean values 2016-2019 (original)**

| Epoca              |       | U (%)       |        |             |        |              |        |
|--------------------|-------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|--------|
|                    |       | Semănat     |        | Vegetație   |        | Recoltare    |        |
| Varianta           |       | NT          | CV     | NT          | CV     | NT           | CV     |
| Adâncimea (cm)     | 0-10  | 14,598      | 12,495 | 20,111      | 18,584 | 22,745       | 21,854 |
|                    | 10-20 | 17,261      | 16,387 | 20,176      | 18,692 | 21,130       | 22,249 |
|                    | 20-30 | 18,554      | 17,387 | 20,204      | 18,779 | 20,375       | 20,064 |
|                    | 30-50 | 19,095      | 18,465 | 20,642      | 19,501 | 20,770       | 20,833 |
|                    | 50-70 | 20,706      | 18,699 | 20,226      | 20,183 | 19,574       | 21,824 |
|                    | 70-90 | 20,339      | 18,664 | 19,740      | 17,729 | 19,523       | 21,592 |
| Media              |       | 18,425      | 17,016 | 20,185      | 19,111 | 20,686       | 21,402 |
| Diferența          |       | 1,409<br>xx | Mt     | 1,074<br>xx | Mt     | -0,716<br>ns | Mt     |
| față de martor (%) |       | 108,28      | 100    | 105,62      | 100    | 96,650       | 100    |
| DL 5%              |       | 0,6 %       |        | 0,6 %       |        | 1,9 %        |        |
| DL 1%              |       | 1,0 %       |        | 1,0 %       |        | 3,0 %        |        |
| DL 0,1%            |       | 1,7 %       |        | 1,8 %       |        | 5,1 %        |        |

Umiditatea mai scăzută a variantei CV se datorează faptului că la această variantă de lucrare a solului, pentru prelucrarea și pregătirea patului germinativ s-au realizat o serie de lucrări ale solului, reprezentate de lucrarea de bază, arat la 20 cm adâncime, prelucrarea arăturii și pregătirea patului germinativ cu combinatorul, menținând astfel starea de fertilitate a solului, dar totodată s-au făcut mobilizarea și aerarea solului, ceea ce a condus la pierderea unei cantități importante de apă din sol, aceasta făcând diferența de procente dintre cele două variante de lucrare a solului.

Interpretând statistic rezultatele obținute (tabelul 5.16), ca medie pe cei trei ani de experimentare, pe întreg profilul analizat și pe toate perioadele la care s-au recoltat probe, observăm diferențe pozitive, distinct semnificative în stadiile „semănat” și „vegetație” și diferențe neasigurate statistic la „recoltare”.

În cazul stadiului „semănat” între varianta NT și varianta martor s-a înregistrat o diferență de +1,409 % la varianata NT, iar în cazul stadiului pe „vegetație” diferența față de martor a fost de 1,074 %.

În figura 5.2 este prezentat modul în care a variat umiditatea medie a solului pe adâncimea 0-90 cm la cultura grâului de toamnă.

Analiza grafică evidențiază că umiditatea solului a fost mai ridicată în varianta NT, atât la semănat cât și pe vegetație, în schimb situația s-a modificat la recoltare când varianta CV a avut o valoare a umidității ceva mai mare.

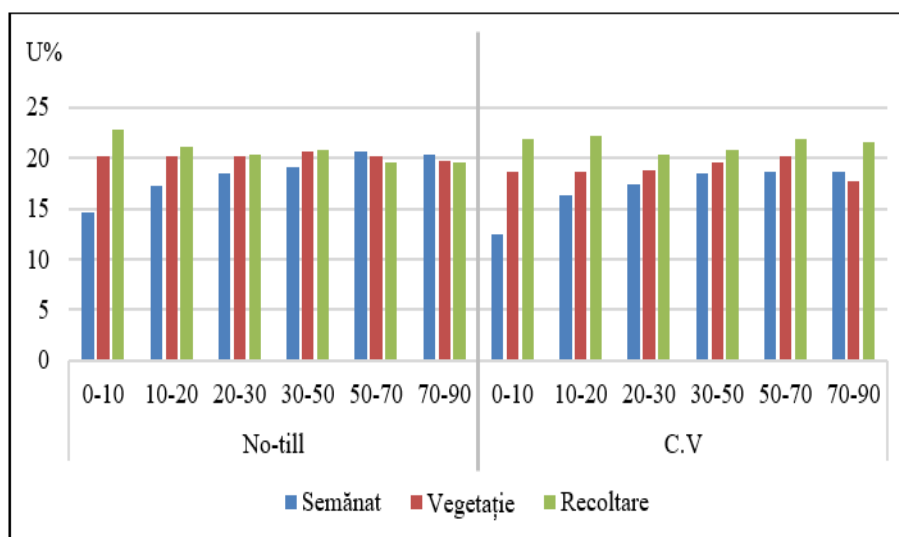


Fig. 5.2 – Evoluția *Umidității solului* pe intervale de adâncime și faze de vegetație – valori medii 2016 – 2019 (original)

Fig. 5.2 - The evolution *Soil moisture* on depth interval and growing stages - mean values 2010-2012 (original)



**Capitolul 6**  
**CHAPTER 6**

**REZULTATE PRIVIND INFLUENȚA SISTEMELOR DE  
LUCRARE ASUPRA POPULAȚIEI SOLULUI**

**RESULTS REGARDING THE INFLUENCE OF TILLAGE  
SYSTEMS ON THE SOIL POPULATION**

**6.1 Ponderea microorganismelor în sol**

**6.1 Amount of soil microorganisms**

O importanță deosebită în creșterea, dezvoltarea și asigurarea sănătății plantelor o are rizosfera, reprezentată de un strat de sol care aderă direct și strâns la rădăcini, locuit de numeroase populații microbiene.

Numărul microorganismelor din rizosferă este de 19-32 de ori mai mare în comparație cu cel din solul fără rădăcini, care este mult mai sărac în nutrienți (Nadeem ș.a., 2015).

Printre cele mai numeroase microorganisme se numără bacteriile care reprezintă componenta dominantă a microbiomului rizosferei și pot constitui până la 70 % din biomasa sa (Pietr, 1990), în timp ce ciupercile, deși sunt o componentă biotică cantitativă mai puțin semnificativă a acesteia, pot deveni periodic dominante (Lenc ș.a., 2015).

Având în vedere multitudinea cercetărilor realizate asupra comunităților de ciuperci prezente în zona rădăcinilor, Helgason ș.a. (2009) afirmă că ciupercile sunt mai abundente în cazul practicilor conservative, comparativ cu sistemul convențional, care pe lângă unele avantaje, cum ar fi aerarea mai bună a solului, poate avea efecte negative asupra structurii solului, favorizând eroziunea și mineralizarea excesivă a materiei organice, care limitează biodiversitatea microorganismelor din sol (Jaskulski și Jaskulska, 2016).

Pentru a vedea cum diferă numărul microorganismelor din sol în funcție de varianta de lucrare a acestuia, au fost efectuate analize privind prezența microorganismelor în sol, pe parcursul a trei ani de experiență.

**Anul agricol 2016-2017**

Analiza datelor obținute evidențiază faptul că microbiota solului a înregistrat diferențe privind numărul unităților formatoare de colonii (UFC/g sol) în funcție de varianta de lucrare a solului. Astfel, numărul total al microorganismelor din varianta CV a înregistrat o valoare superioară față de varianta NT. Microbiota solului în varianta NT a fost de 321,8 UFC/g sol, în timp ce la varianta CV a fost de 430,2 UFC/g sol (tabelul 6.1).

Tabelul 6.1

Table 6.1

**Influența sistemelor de lucrare asupra activității biologice din sol la cultura grâului de toamnă, 2016-2017 (original)**

*The influence of tillage systems on soil biological activity at winter wheat crop, 2016-2017 (original)*

| Varianta                  |                | NT                      |      | CV                      |      |
|---------------------------|----------------|-------------------------|------|-------------------------|------|
|                           |                | UFC/g sol               | %    | UFC/g sol               | %    |
| Bacterii                  | G <sup>+</sup> | 34 X 10 <sup>3</sup>    | 10,6 | 27,5 X 10 <sup>3</sup>  | 6,4  |
|                           | G <sup>-</sup> | 249,5 X 10 <sup>3</sup> | 77,5 | 370,3 X 10 <sup>3</sup> | 86,1 |
|                           | Aerobe         | 9,8 X 10 <sup>3</sup>   | 3,0  | 11,2 X 10 <sup>3</sup>  | 2,6  |
|                           | Anaerobe       | 6,8 X 10 <sup>3</sup>   | 2,1  | 6,2 X 10 <sup>3</sup>   | 1,4  |
| Fungi                     |                | 21,7 X 10 <sup>3</sup>  | 6,7  | 15,0 X 10 <sup>3</sup>  | 3,5  |
| Total microorg. UFC/g sol |                | 321,8 X 10 <sup>3</sup> |      | 430,2 X 10 <sup>3</sup> |      |

**Anul agricol 2017-2018**

Rezultatele analizelor obținute în cel de-al doilea an de studiu (tabelul 6.2), au indicat o prezență mult mai scăzută a microorganismelor în varianta convențională (290,3 UFC/g sol), în timp ce varianta NT a indicat o activitate biologică mai intensă în zona rizosferei în comparație cu primul an analizat (369,4 UFC/g sol).

Tabelul 6.2

Table 6.2

**Influența sistemelor de lucrare asupra activității biologice din sol la cultura grâului de toamnă, 2017-2018 (original)**

*The influence of tillage systems on soil biological activity at winter wheat crop, 2017-2018 (original)*

| Varianta                  |                | NT                      |      | CV                      |      |
|---------------------------|----------------|-------------------------|------|-------------------------|------|
|                           |                | UFC/g sol               | %    | UFC/g sol               | %    |
| Bacterii                  | G <sup>+</sup> | 39,3 X 10 <sup>3</sup>  | 10,6 | 26,4 X 10 <sup>3</sup>  | 7,5  |
|                           | G <sup>-</sup> | 298,5 X 10 <sup>3</sup> | 80,8 | 239,0 X 10 <sup>3</sup> | 85,6 |
|                           | Aerobe         | 8,4 X 10 <sup>3</sup>   | 2,3  | 7,0 X 10 <sup>3</sup>   | 2,5  |
|                           | Anaerobe       | 6,0 X 10 <sup>3</sup>   | 1,6  | 4,8 X 10 <sup>3</sup>   | 1,3  |
| Fungi                     |                | 18,0 X 10 <sup>3</sup>  | 4,7  | 13,1 X 10 <sup>3</sup>  | 3,2  |
| Total microorg. UFC/g sol |                | 369,4 X 10 <sup>3</sup> |      | 290,3 X 10 <sup>3</sup> |      |

**Anul agricol 2018-2019**

Observațiile realizate în cel de-al treilea an de experiență (tabelul 6.3) evidențiază o creștere semnificativă a numărului total de microorganisme față de anii precedenți în varianta NT (390,3 UFC/g sol), dar și o activitate mai bogată în varianta CV care a furnizat valoarea de 414,5 UFC/g sol.

Tabelul 6.3

Table 6.3

**Influența sistemelor de lucrare asupra activității biologice din sol la cultura grâului de toamnă, 2018-2019 (original)**

*The influence of tillage systems on soil biological activity at winter wheat crop, 2018-2019 (original)*

| Varianta                  |                | NT                      |      | CV                      |      |
|---------------------------|----------------|-------------------------|------|-------------------------|------|
|                           |                | UFC/g sol               | %    | UFC/g sol               | %    |
| Bacterii                  | G <sup>+</sup> | 43,0 X 10 <sup>3</sup>  | 11,0 | 32,8 X 10 <sup>3</sup>  | 7,9  |
|                           | G <sup>-</sup> | 314,3 X 10 <sup>3</sup> | 80,5 | 352,8 X 10 <sup>3</sup> | 85,1 |
|                           | Aerobe         | 6,7 X 10 <sup>3</sup>   | 2,0  | 10,2 X 10 <sup>3</sup>  | 2,5  |
|                           | Anaerobe       | 8,0 X 10 <sup>3</sup>   | 2,0  | 5,5 X 10 <sup>3</sup>   | 1,3  |
| Fungi                     |                | 18,3 X 10 <sup>3</sup>  | 4,7  | 13,2 X 10 <sup>3</sup>  | 3,2  |
| Total microorg. UFC/g sol |                | 390,3 X 10 <sup>3</sup> |      | 414,5 X 10 <sup>3</sup> |      |

**Media anilor agricoli 2016-2019**

Din analiza probelor de sol recoltate de pe suprafețele luate în studiu timp de trei ani rezultă că microbiota solului cultivat cu grâu de toamnă a înregistrat o variație cantitativă a unităților formatoare de colonii de 360,3 x 10<sup>3</sup> UFC/g sol pentru varianta NT și 392,7 x 10<sup>3</sup> UFC/g sol pentru varianta CV (tabelul 6.4).

Tabelul 6.4

Table 6.4

**Influența sistemelor de lucrare asupra activității biologice din sol la cultura grâului de toamnă, valori medii 2016-2019 (original)**

*The influence of tillage systems on soil biological activity at winter wheat crop, mean values 2016-2019 (original)*

| Varianta                  |                | NT                      |      | CV                      |      |
|---------------------------|----------------|-------------------------|------|-------------------------|------|
|                           |                | UFC/g sol               | %    | UFC/g sol               | %    |
| Bacterii                  | G <sup>+</sup> | 38,8 X 10 <sup>3</sup>  | 10,7 | 43,3 X 10 <sup>3</sup>  | 7,8  |
|                           | G <sup>-</sup> | 287,4 X 10 <sup>3</sup> | 79,8 | 320,7 X 10 <sup>3</sup> | 87,0 |
|                           | Aerobe         | 8,3 X 10 <sup>3</sup>   | 2,2  | 9,5 X 10 <sup>3</sup>   | 1,7  |
|                           | Anaerobe       | 6,9 X 10 <sup>3</sup>   | 1,9  | 5,5 X 10 <sup>3</sup>   | 1,0  |
| Fungi                     |                | 19,3 X 10 <sup>3</sup>  | 5,4  | 13,7 X 10 <sup>3</sup>  | 2,5  |
| Total microorg. UFC/g sol |                | 360,3 X 10 <sup>3</sup> |      | 392,7 X 10 <sup>3</sup> |      |

Analiza grafică a valorilor medii obținute în perioada celor trei ani experimentali, de-a lungul celor patru stadii de vegetație analizate (fig. 6.1), evidențiază raporturi diferite ale indicatorilor analizați în funcție de varianta de lucrare aleasă.

O scurtă privire a reprezentării grafice evidențiază că grupa de microorganisme cel mai bine reprezentată este a bacteriilor  $G^-$ .

Chiar dacă în cazul ambelor variante, predominante au fost bacteriile  $G^-$ , cu o pondere de 87,0 % în CV și de 79,8 % în varianta NT, restul componentelor investigate au prezentat valori superioare în cazul variantei NT.

Influența sistemelor de lucrare a determinat prezența fungilor filamentoși într-o proporție de 5,4 % în NT și de 2,5 % în CV, de asemenea, bacteriile  $G^+$ , fixatorii de azot aerobi și anaerobi, au prezentat valori superioare în NT spre deosebire de varianta clasică de lucrare a solului.

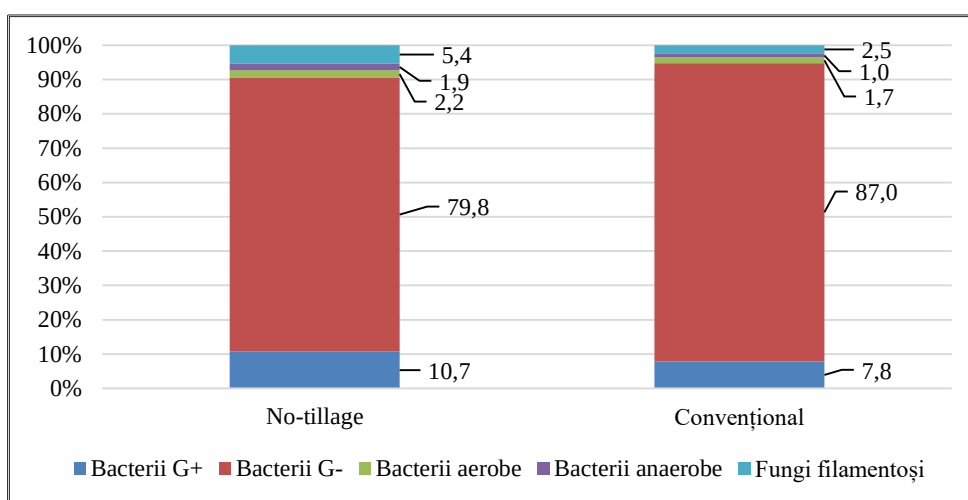


Fig. 6.1 – Ponderea microorganismelor în sol – valori medii 2016 – 2019 (original)

Fig. 6.1 – Amount of soil microorganisms – mean values 2016 – 2019 (original)

## 6.2 Dinamica bacteriană a solului

### 6.2 Bacterial dynamics of soil

Acest subcapitol prezintă distribuția numerică în parte, în funcție de varianta de lucrare a solului, a bacteriilor  $G^+$  și  $G^-$ , dar și a fixatorilor de azot liberi aerobi și anaerobi, determinați din probele de sol analizate anual, de-a lungul celor patru stadii de vegetație ale culturii grâului de toamnă.

Printre principalele avantaje ale bacteriilor fixatoare de azot a fost remarcată capacitatea de a îmbogăți fertilitatea solului, iar analizele au vizat identificarea speciilor *Azotobacter chroococcum* și *Clostridium pasteurianum*.

Genul *Azotobacter* a fost descoperit în 1901 de microbiologul și botanistul olandez Beijerinck și conține specii ce reprezintă alternative disponibile pentru a spori fertilitatea solului, fiind un fixator de azot care trăiește liber, cu numeroase

efecte benefice asupra creșterii și randamentului culturii. Aceste bacterii ajută la sinteza substanțelor de reglare a creșterii precum auxinele, citochinina și acidul giberelic. În plus, stimulează microbii rizosferici, protejează plantele de fitopatogeni, îmbunătățesc absorbția nutrienților și în cele din urmă stimulează fixarea biologică a azotului, iar abundența lor în sol este legată de mulți factori, mai ales de pH-ul și fertilitatea solului (Jnawali ș.a., 2015).

*Clostridium pasteurianum* este o bacterie anaerobă, capabilă să crească în absența oxigenului, care utilizează azotul liber din atmosferă în procesele metabolice. A fost descoperită de către Winogradsky în perioada 1893-1895, pe când se afla în St. Petersburg la Institutul Imperial de Medicină Experimentală și a propus noi metode de studiere a microorganismelor din sol, în special a celor care fixează simbiotic azotul în leguminoase, precum și cele dispersate în sol.

Cercetările întreprinse în perioada 2016-2019 au evidențiat rezultate bacteriologice de intensitate diferită, în funcție de variația sezonieră și sistemul de lucrare aplicat cernoziomului cambic de la Ezăreni.

Media rezultatelor analizelor efectuate în decursul celor trei ani de experiență (tabelul 6.5) indică faptul că bacteriile  $G^+$  prezintă valorile cele mai ridicate în faza de „recoltare” a grâului de toamnă ( $46 \times 10^3$  UFC/g sol) în varianta NT, iar valorile cele mai reduse în stadiul de „înfrățire” ( $22 \times 10^3$  UFC/g sol) la varianta CV; de asemenea, se poate observa că varianta NT a furnizat valori superioare variantei CV de-a lungul tuturor stadiilor analizate.

În ceea ce privește grupa bacteriilor  $G^-$  valoarea maximă a fost atinsă în varianta NT în stadiul de „recoltare” ( $440 \times 10^3$  UFC/g sol), iar valoarea minimă a fost înregistrată în aceeași variantă de lucrare a solului, dar în stadiul de „înfrățire” ( $164 \times 10^3$  UFC/g sol).

Investigațiile efectuate cu privire la numărul total de bacterii de-a lungul celor patru stadii analizate au evidențiat raporturi diferite în funcție de stadiul analizat și de varianta de lucrare aleasă.

În urma analizei valorilor medii a celor trei ani studiați, observăm un număr maxim de bacterii furnizat de varianta NT în stadiul de „recoltare” ( $485 \times 10^3$  UFC/g sol). Tot în cazul acestei variante, de remarcat este și faptul că numărul total de bacterii a crescut treptat, începând de la „înfrățire” și până la „recoltare”, pe când varianta clasică a prezentat un maxim de  $466 \times 10^3$  UFC/g sol în stadiul de „alungire a paiului”, iar în cazul celorlalte epoci analizate valorile au oscilat destul de mult, neputându-se observa aceeași creștere liniară ca a variantei NT.

Din rezultatele obținute de-a lungul celor trei ani se observă că atât bacteriile anaerobe cât și cele aerobe și-au mărit ponderea în cazul ambelor variante de lucrare a solului odată cu creșterea temperaturii atmosferice. Dacă în cazul stadiului de „înfrățire” bacteriile aerobe au fost identificate într-un număr de  $2,6 \times 10^3$  UFC/g sol în NT și  $3,0 \times 10^3$  UFC/g sol în CV, observăm că la „recoltare” s-a ajuns la valori de  $13,7 \times 10^3$  UFC/g sol și, respectiv  $16,2 \times 10^3$  UFC/g sol.

Tabelul 6.5  
Table 6.5

Dinamica bacteriană a solului la cultura grâului de toamnă, media pe anii agricoli 2016-2019 (original)  
*Bacterial dynamics of soil in winter wheat crop, average for agricultural years 2016-2019 (original)*

| Stadiul de vegetație | NT                              |                                      |                                      |                                      |                        |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                      | Nr. total bacterii<br>UFC/g sol | Bacterii G <sup>+</sup><br>UFC/g sol | Bacterii G <sup>-</sup><br>UFC/g sol | Bacterii fixatoare de azot UFC/g sol |                        |
|                      |                                 |                                      |                                      | Anaerobe                             | Aerobe                 |
| Înfrățire            | 206 X 10 <sup>3</sup>           | 42 X 10 <sup>3</sup>                 | 164 X 10 <sup>3</sup>                | 4,4 X 10 <sup>3</sup>                | 2,6 X 10 <sup>3</sup>  |
| Alungire a paiului   | 367 X 10 <sup>3</sup>           | 34 X 10 <sup>3</sup>                 | 234 X 10 <sup>3</sup>                | 5,6 X 10 <sup>3</sup>                | 6,4 X 10 <sup>3</sup>  |
| Înflorire            | 376 X 10 <sup>3</sup>           | 38 X 10 <sup>3</sup>                 | 340 X 10 <sup>3</sup>                | 7,2 X 10 <sup>3</sup>                | 11,7 X 10 <sup>3</sup> |
| Recoltare            | 485 X 10 <sup>3</sup>           | 46 X 10 <sup>3</sup>                 | 440 X 10 <sup>3</sup>                | 9,0 X 10 <sup>3</sup>                | 13,7 X 10 <sup>3</sup> |
|                      | CV                              |                                      |                                      |                                      |                        |
|                      | Înfrățire                       | 376 X 10 <sup>3</sup>                | 22 X 10 <sup>3</sup>                 | 353 X 10 <sup>3</sup>                | 3,0 X 10 <sup>3</sup>  |
|                      | Alungire a paiului              | 466 X 10 <sup>3</sup>                | 28 X 10 <sup>3</sup>                 | 436 X 10 <sup>3</sup>                | 8,2 X 10 <sup>3</sup>  |
|                      | Înflorire                       | 392 X 10 <sup>3</sup>                | 35 X 10 <sup>3</sup>                 | 303 X 10 <sup>3</sup>                | 14,3 X 10 <sup>3</sup> |
|                      | Recoltare                       | 373 X 10 <sup>3</sup>                | 38 X 10 <sup>3</sup>                 | 335 X 10 <sup>3</sup>                | 16,2 X 10 <sup>3</sup> |

Și în cazul bacteriilor anaerobe situația a fost similară, înregistrând la început un procent de  $4,4 \times 10^3$  UFC/g sol în NT, ajungând la „recoltare” la valoarea de  $9,0 \times 10^3$  UFC/g sol, iar în cea de-a doua variantă de lucrare a solului analizată, aceleași bacterii anaerobe au pornit de la valoarea de  $3,8 \times 10^3$  UFC/g sol și au ajuns până la valoarea de  $7,8 \times 10^3$  UFC/g sol în ultima fază analizată.

Dacă anterior au fost prezentate rezultatele medii obținute în urma analizelor efectuate în toată perioada studiată, în cele ce urmează este evidențiată evoluția rezultatelor obținute privind dinamica bacteriană pe fiecare an agricol în parte, în funcție de perioada de recoltare a probelor și a variantelor de lucrare aplicate.

Rezultatele privind abundența bacteriilor obținute pe anul agricol 2016-2017 (tabelul 6.6) au arătat că în ceea ce privește numărul total de bacterii, analizele efectuate au evidențiat un maxim de  $465 \times 10^3$  UFC/g sol în varianta semănat direct în stadiul de „recoltare”, iar varianta CV a furnizat o valoare maximă de  $504 \times 10^3$  UFC/g sol în cel de-al doilea stadiu analizat, de „alungire a paiului”.

Observăm că activitatea biologică bacteriană din stadiul de „recoltare” a indicat valoarea maximă de  $465 \times 10^3$  UFC/g sol în varianta NT. Această activitate maximă poate fi explicată de prezența apei din precipitații care s-a infiltrat în sol și care este benefică dezvoltării bacteriilor.

Și în cazul acestui an agricol, predominante au fost tulpinile bacteriene  $G^-$  ce au înregistrat valori cuprinse între  $179 \times 10^3$  UFC/g sol și  $425 \times 10^3$  UFC/g sol la varianta NT, valori ce au crescut treptat începând de la cel de-al doilea stadiu analizat și până la ultimul. Nu aceeași situație s-a întâlnit și în cazul variantei clasice, deoarece datele obținute au prezentat valori ce au alternat începând de la primul stadiu analizat și până la ultimul.

De asemenea, numărul bacteriilor  $G^+$  a fost mai mare tot în NT în stadiul de „înfrățire” ( $60 \times 10^3$  UFC/g sol), iar în următoarele două stadii analizate, „alungire a paiului” și „înflorire”, ponderea bacteriilor  $G^+$  a fost ceva mai mare în varianta clasică de lucrare a solului, pe când în ultimul stadiu analizat, cel de la „recoltarea” culturii grâului de toamnă, s-a evidențiat o proporție mai mare a bacteriilor  $G^+$  în varianta NT ( $40 \times 10^3$  UFC/g sol), spre deosebire CV ( $35 \times 10^3$  UFC/g sol).

Aceste rezultate dovedesc că activitatea bacteriană a fost mai intensă la început în varianta NT, după care situația s-a modificat; în cazul celorlalte două stadii analizate, numărul bacteriilor  $G^+$  a fost mai mare în varianta semănată în sistem CV ( $41 \times 10^3$  UFC/g sol și  $23 \times 10^3$  UFC/g sol).

În rândul fixatorilor de azot, respectiv bacteriile anaerobe, observăm că rezultatele au prezentat valori ce au pornit de la  $2,4 \times 10^3$  UFC/g sol în NT și  $2,2 \times 10^3$  UFC/g sol în CV, valori care au crescut până spre sfârșitul perioadei de vegetație până la  $12,8 \times 10^3$  UFC/g sol și  $11,4 \times 10^3$  UFC/g sol, această situație putând fi pusă pe seama faptului că bacteria *Clostridium pasteurianum* se dezvoltă și în soluri mai puțin aerate, iar varianta NT de lucrare a solului a permis dezvoltare sa.

Tabelul 6.6  
Table 6.6

Dinamica bacteriană a solului la cultura grâului de toamnă, anul agricol 2016-2017 (original)  
*Bacterial dynamics of soil in winter wheat crop, agricultural year 2016-2017 (original)*

| Stadiul de vegetație | NT                             |                                      |                                      |                                      |                        |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                      | Nr.total bacterii<br>UFC/g sol | Bacterii G <sup>+</sup><br>UFC/g sol | Bacterii G <sup>-</sup><br>UFC/g sol | Bacterii fixatoare de azot UFC/g sol |                        |
|                      |                                |                                      |                                      | Anaerobe                             | Aerobe                 |
| Înfrățire            | 239 X 10 <sup>3</sup>          | 60 X 10 <sup>3</sup>                 | 179 X 10 <sup>3</sup>                | 2,4 X 10 <sup>3</sup>                | 1,6 X 10 <sup>3</sup>  |
| Alungire a paiului   | 348 X 10 <sup>3</sup>          | 15 X 10 <sup>3</sup>                 | 133 X 10 <sup>3</sup>                | 4,2 X 10 <sup>3</sup>                | 6,2 X 10 <sup>3</sup>  |
| Înflorire            | 282 X 10 <sup>3</sup>          | 21 X 10 <sup>3</sup>                 | 261 X 10 <sup>3</sup>                | 7,8 X 10 <sup>3</sup>                | 15,0 X 10 <sup>3</sup> |
| Recoltare            | 465 X 10 <sup>3</sup>          | 40 X 10 <sup>3</sup>                 | 425 X 10 <sup>3</sup>                | 12,8 X 10 <sup>3</sup>               | 16,2 X 10 <sup>3</sup> |
| CV                   |                                |                                      |                                      |                                      |                        |
| Înfrățire            | 411 X 10 <sup>3</sup>          | 11 X 10 <sup>3</sup>                 | 400 X 10 <sup>3</sup>                | 2,2 X 10 <sup>3</sup>                | 2,4 X 10 <sup>3</sup>  |
| Alungirea paiului    | 504 X 10 <sup>3</sup>          | 41 X 10 <sup>3</sup>                 | 463 X 10 <sup>3</sup>                | 2,2 X 10 <sup>3</sup>                | 7,8 X 10 <sup>3</sup>  |
| Înflorire            | 347 X 10 <sup>3</sup>          | 23 X 10 <sup>3</sup>                 | 324 X 10 <sup>3</sup>                | 8,8 X 10 <sup>3</sup>                | 16,4 X 10 <sup>3</sup> |
| Recoltare            | 329 X 10 <sup>3</sup>          | 35 X 10 <sup>3</sup>                 | 294 X 10 <sup>3</sup>                | 11,4 X 10 <sup>3</sup>               | 18,2 X 10 <sup>3</sup> |

Și în rândul bacteriilor aerobe, tendința a fost tot de creștere, rezultatele obținute demonstrând că prezența cea mai ridicată a acestora a fost în faza de „recoltare” în ambele variante de lucrare a solului, în schimb ca medie pe cele patru fenofaze analizate, observăm că bacteriile aerobe au avut o proporție mai mare în varianta lucrată în sistem CV.

Rezultatele obținute în urma analizelor din cel de-al doilea an agricol analizat, 2017-2018 (tabelul 6.7), evidențiază influența sistemului de lucrare ce a avut drept consecință schimbarea raportului între categoriile de bacterii.

Ca și în anul anterior analizat, observăm că pe toate cele patru stadii analizate au predominat tulpinile bacteriene  $G^-$ , însă ponderea acestora a fost mai mică în varianta NT spre deosebire de CV. Totodată, o analiză a rezultatelor obținute evidențiază o mai bună dezvoltare a bacteriilor  $G^+$  în varianta NT, comparativ cu varianta CV.

De asemenea, putem observa că numărul bacteriilor  $G^+$  s-a mărit în varianta NT începând din stadiul de „înfrățire” până la „recoltare”; astfel, la „înfrățire” au fost întâlnite  $32 \times 10^3$  UFC/g sol, în faza de „alungire a paiului” un număr de  $39 \times 10^3$  UFC/g sol,  $41 \times 10^3$  UFC/g sol în stadiul de „înflorire” ajungând la „recoltare” la un maxim de  $45 \times 10^3$  UFC/g sol. Această evoluție se datorează faptului că odată cu creșterea temperaturilor are loc și o creștere a numărului de bacterii și mai cu seamă, diferența dintre cele două variante de lucrare dovedește faptul că materia organică influențează pozitiv dezvoltarea bacteriilor, varianta NT presupunând păstrarea resturilor vegetale de la cultura precedentă la suprafața solului.

Spre deosebire de varianta NT, ce a înregistrat un maxim de  $41 \times 10^3$  UFC/g sol la „recoltare”, varianta CV a prezentat în aceeași fază o valoare maximă de numai  $39 \times 10^3$  UFC/g sol.

Prezența fixatorilor de azot aerobi și anaerobi a fost semnalată în ambele variante de lucrare, în toate stadiile analizate și au prezentat valori care au crescut treptat de-a lungul perioadei de vegetație, dovadă a faptului că sunt prietenoase cu temperaturile mai ridicate.

Probele analizate pentru evidențierea bacteriilor fixatoare de azot molecular au arătat că ponderea cea mai ridicată a bacteriilor aerobe (*Azotobacter chroococcum*) s-a întâlnit în varianta CV („înfrățire” -  $3,2 \times 10^3$  UFC/g sol, „alungirea paiului” -  $8,2 \times 10^3$  UFC/g sol, „înflorire” -  $13,6 \times 10^3$  UFC/g sol, iar la „recoltare” -  $15,6 \times 10^3$  UFC/g sol), datorită faptului că speciile genului *Azotobacter* sunt larg răspândite în solurile aerate, pe când în varianta NT au predominat bacteriile anaerobe.

De asemenea, ca și în anul precedent, putem observa că bacteriile fixatoare de azot și-au mărit procentele de participare odată ce au crescut temperaturile.

Tabelul 6.7  
Table 6.7Dinamica bacteriană a solului la cultura grâului de toamnă, anul agricol 2017-2018 (original)  
*Bacterial dynamics of soil in winter wheat crop, agricultural year 2017-2018 (original)*

| Stadiul de vegetație | NT                              |                                      |                                      |                                      |                        |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                      | Nr. total bacterii<br>UFC/g sol | Bacterii G <sup>+</sup><br>UFC/g sol | Bacterii G <sup>-</sup><br>UFC/g sol | Bacterii fixatoare de azot UFC/g sol |                        |
|                      |                                 |                                      |                                      | Anaerobe                             | Aerobe                 |
| Înfrățire            | 187 X 10 <sup>3</sup>           | 32 X 10 <sup>3</sup>                 | 155 X 10 <sup>3</sup>                | 4,4 X 10 <sup>3</sup>                | 2,4 X 10 <sup>3</sup>  |
| Alungire a paiului   | 304 X 10 <sup>3</sup>           | 39 X 10 <sup>3</sup>                 | 265 X 10 <sup>3</sup>                | 5,4 X 10 <sup>3</sup>                | 6,4 X 10 <sup>3</sup>  |
| Înflorire            | 378 X 10 <sup>3</sup>           | 41 X 10 <sup>3</sup>                 | 337 X 10 <sup>3</sup>                | 6,4 X 10 <sup>3</sup>                | 12,0 X 10 <sup>3</sup> |
| Recoltare            | 482 X 10 <sup>3</sup>           | 45 X 10 <sup>3</sup>                 | 437 X 10 <sup>3</sup>                | 7,6 X 10 <sup>3</sup>                | 12,8 X 10 <sup>3</sup> |
|                      | CV                              |                                      |                                      |                                      |                        |
|                      | Înfrățire                       | 360 X 10 <sup>3</sup>                | 25 X 10 <sup>3</sup>                 | 335 X 10 <sup>3</sup>                | 3,2 X 10 <sup>3</sup>  |
|                      | Alungire a paiului              | 468 X 10 <sup>3</sup>                | 21 X 10 <sup>3</sup>                 | 442 X 10 <sup>3</sup>                | 8,2 X 10 <sup>3</sup>  |
|                      | Înflorire                       | 542 X 10 <sup>3</sup>                | 38 X 10 <sup>3</sup>                 | 286 X 10 <sup>3</sup>                | 13,6 X 10 <sup>3</sup> |
|                      | Recoltare                       | 385 X 10 <sup>3</sup>                | 39 X 10 <sup>3</sup>                 | 346 X 10 <sup>3</sup>                | 15,6 X 10 <sup>3</sup> |

În cel din urmă an analizat, 2018-2019 (tabelul 6.8), se poate remarca ușor aceeași tendință întâlnită în anii precedenți, varianta NT semnalând valori superioare în ceea ce privește proporția bacteriilor  $G^+$  în fiecare etapă analizată ( $38 \times 10^3$  UFC/g sol la „înfrățire”, în faza de „alungire a paiului” un număr de  $40 \times 10^3$  UFC/g sol,  $44 \times 10^3$  UFC/g sol în stadiul de „înflorire” ajungând la „recoltare” la un maxim de  $50 \times 10^3$  UFC/g sol), comparativ cu varianta CV de lucrare a solului unde valorile au fost mai reduse („înfrățire” -  $26 \times 10^3$  UFC/g sol, „alungirea paiului” -  $26 \times 10^3$  UFC/g sol, „înflorire” -  $39 \times 10^3$  UFC/g sol, iar la „recoltare” -  $40 \times 10^3$  UFC/g sol).

Condițiile climatice ale acestui an agricol au favorizat dezvoltarea unui număr mai mare față de anii anteriori, a bacteriilor din grupa  $G^-$ , numărul maxim, de  $448 \times 10^3$  UFC/g sol, fiind înregistrat în stadiul de „recoltare” în varianta NT.

Și rezultatele analizelor din acest an au semnalat prezența fixatorilor de azot, care au fost regăsiți în fiecare dintre cele patru stadii analizate, în ambele variante de lucrare a solului, într-o variație numerică.

Valorile mai mici ale fixatorului aerob de azot atmosferic în varianta NT se datorează faptului că solul este mai puțin aerat, iar una dintre condițiile esențiale pentru ca *Azotobacter chroococcum* să se dezvolte este prezența oxigenului.

Specia *Azotobacter chroococcum* a atins un maxim de  $12,9 \times 10^3$  UFC/g sol în stadiul de „recoltare” în varianta NT, în timp ce în varianta clasică de lucrare a solului, în stadiul de „recoltare”, a fost de  $15,4 \times 10^3$  UFC/g sol.

Lipsa lucrării de bază a solului din varianta NT a constituit unul dintre factorii favorabili dezvoltării fixatorului de azot molecular anaerob (*Clostridium pasteurianum*).

Numărul mai mare de *Clostridium pasteurianum* întâlnit în varianta NT este explicat prin faptul că solul este slab aerat, condiție de bază pentru dezvoltarea fixatorului anaerob de azot.

În urma analizelor efectuate în perioada 2016-2019, s-a constatat aceeași tendință generală de creștere a numărului de bacterii începând din stadiul de „înfrățire” până în ultimul stadiu analizat, la „recoltarea” grâului de toamnă, rezultatele oscilând în funcție de varianta de lucrare a solului și de dinamica sezonieră. Astfel, valorile medii pe cele patru stadii de dezvoltare analizate au arătat că numărul bacteriilor  $G^+$  este inferior în varianta CV. Pe de altă parte, putem observa că în cazul mobilizării intense a solului, prin arătura la 20 cm, în varianta CV numărul total de bacterii a fost mai ridicat, comparativ cu varianta NT.

Valorile numerice înregistrate în cazul bacteriilor anaerobe sunt mai mari în varianta NT, în schimb, varianta CV prezintă o proporție mai mare a bacteriilor aerobe, deoarece gradul mai ridicat de aerare al solului are efecte pozitive asupra acestora.

Tabelul 6.8  
Table 6.8

Dinamica bacteriană a solului la cultura grâului de toamnă, anul agricol 2018-2019 (original)  
*Bacterial dynamics of soil in winter wheat crop, agricultural year 2018-2019 (original)*

| Stadiul de vegetație | NT                              |                                      |                                      |                                      |                        |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|                      | Nr. total bacterii<br>UFC/g sol | Bacterii G <sup>+</sup><br>UFC/g sol | Bacterii G <sup>-</sup><br>UFC/g sol | Bacterii fixatoare de azot UFC/g sol |                        |
|                      |                                 |                                      |                                      | Anaerobe                             | Aerobe                 |
| Înfrățire            | 199 X 10 <sup>3</sup>           | 38 X 10 <sup>3</sup>                 | 161 X 10 <sup>3</sup>                | 5,3 X 10 <sup>3</sup>                | 3,2 X 10 <sup>3</sup>  |
| Alungire a paiului   | 308 X 10 <sup>3</sup>           | 40 X 10 <sup>3</sup>                 | 268 X 10 <sup>3</sup>                | 6,4 X 10 <sup>3</sup>                | 6,5 X 10 <sup>3</sup>  |
| Înflorire            | 422 X 10 <sup>3</sup>           | 44 X 10 <sup>3</sup>                 | 380 X 10 <sup>3</sup>                | 7,3 X 10 <sup>3</sup>                | 9,8 X 10 <sup>3</sup>  |
| Recoltare            | 498 X 10 <sup>3</sup>           | 50 X 10 <sup>3</sup>                 | 448 X 10 <sup>3</sup>                | 7,9 X 10 <sup>3</sup>                | 12,9 X 10 <sup>3</sup> |
|                      | CV                              |                                      |                                      |                                      |                        |
|                      | Înfrățire                       | 366 X 10 <sup>3</sup>                | 26 X 10 <sup>3</sup>                 | 340 X 10 <sup>3</sup>                | 3,3 X 10 <sup>3</sup>  |
|                      | Alungire a paiului              | 446 X 10 <sup>3</sup>                | 26 X 10 <sup>3</sup>                 | 420 X 10 <sup>3</sup>                | 8,3 X 10 <sup>3</sup>  |
|                      | Înflorire                       | 340 X 10 <sup>3</sup>                | 39 X 10 <sup>3</sup>                 | 301 X 10 <sup>3</sup>                | 13,8 X 10 <sup>3</sup> |
|                      | Recoltare                       | 390 X 10 <sup>3</sup>                | 40 X 10 <sup>3</sup>                 | 350 X 10 <sup>3</sup>                | 15,4 X 10 <sup>3</sup> |

### 6.3 Spectrul de micromicete

#### 6.3 The micromycetes spectrum

În urma cercetărilor realizate de-a lungul timpului, ciupercile s-au dovedit a fi componente majore ale biomasei microbiene, cu rol în sporirea producției culturilor și fertilității solului, contribuind totodată la combaterea insectelor și având rol împotriva dăunătorilor.

În această lucrare, spectrul de micromicete a fost analizat în funcție de cele două variante de lucrare a solului, pe parcursul a patru stadii de vegetație din fiecare an agricol studiat, iar în urma prelucrării probelor și analizei rezultatelor de laborator au fost întocmite grafice.

#### Anul agricol 2016-2017

În primul an agricol, analiza probelor de sol recoltate în stadiul de „înfrățire” a grâului, au indicat prezența a opt genuri de fungi în varianta NT și a șapte genuri de fungi în varianta CV (fig. 6.2). În cazul ambelor variante de lucrare, predominante au fost speciile ce aparțin genurilor *Penicillium*, iar la distanță destul de mare au fost întâlnite genurile *Aspergillus* și *Trichoderma*.

Chiar dacă în cazul ambelor variante de lucrare a solului studiate, genul dominant a fost *Penicillium*, au fost observate diferențieri evidente în ceea ce privește proporția întâlnită; astfel, valoarea mai mică a fost înregistrată în varianta CV, în care speciile acestui gen au fost întâlnite într-o proporție de 64,4 %, în timp ce în varianta NT acestea s-au întâlnit într-o proporție de 76,7 %.

În cazul speciilor ce aparțin genului *Trichoderma*, ponderea mai mare a fost oferită de varianta CV, ce a înregistrat valoarea de 19,4 %, comparativ cu varianta NT unde aceste specii s-au regăsit într-o proporție mai mică, respectiv 8,4 %.

Proporțiile furnizate de speciile genului *Aspergillus* care au ocupat în cazul ambelor variante de lucrare a solului ponderi aproximativ egale au fost de 6,3 %, respectiv 6,4 %.

Restul genurilor de micromicete comune întâlnite în cele două variante de lucrare sunt reprezentate de *Rhizopus*, *Fusarium* și *Verticillium*.

Diferența în ceea ce privește spectrul de micromicete a fost reprezentată de genurile *Mucor* și *Mycogone*, în varianta NT, pe când în varianta CV a fost întâlnit genul *Alternaria*.

Din analiza probelor investigate în stadiul de „alungire a paiului”, a rezultat o prezență mai scăzută a principalelor genuri de fungi comparativ cu stadiul de „înfrățire”; în cazul variantei NT s-au regăsit specii ce aparțin la cinci genuri de micromicete, în timp ce în varianta semănată în sistem CV au fost întâlnite specii ce aparțin a șase genuri de micromicete (fig. 6.3).

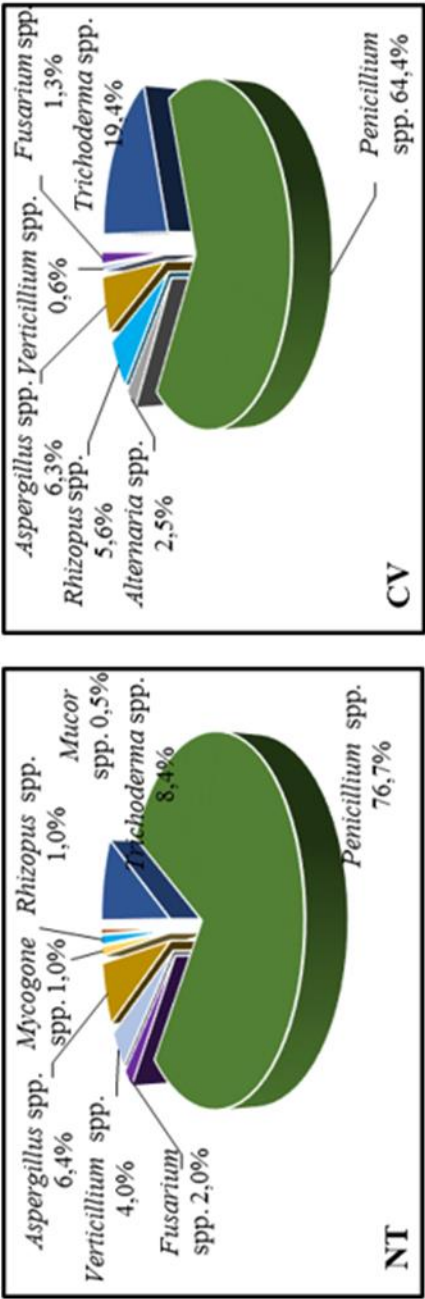


Fig. 6.2 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înfrățire” - 2016/2017 (original)

Fig. 6.2 – Frequency of isolated fungi in the stage of „tillering” - 2016/2017 (original)

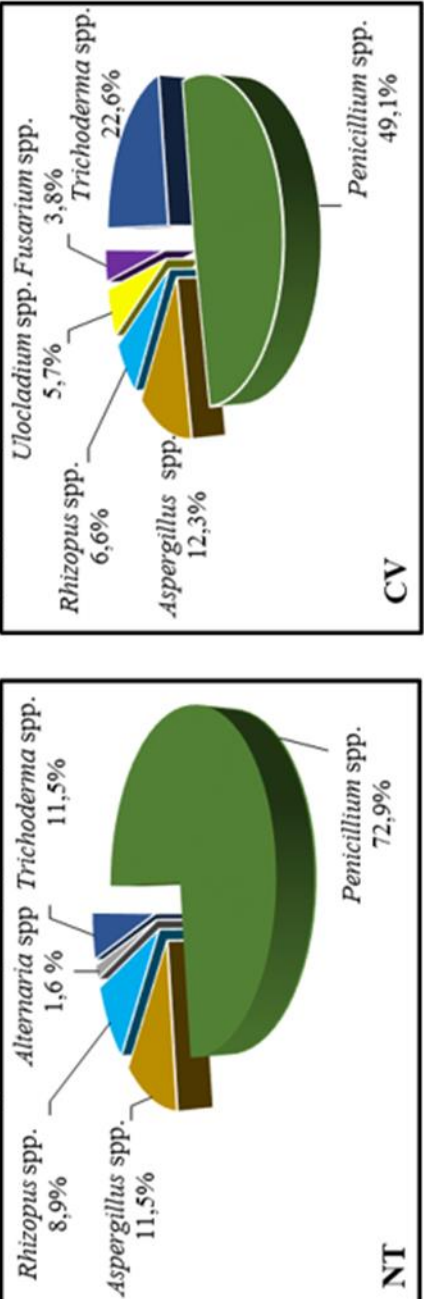


Fig. 6.3 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „alungire a paiului” - 2016/2017 (original)

Fig. 6.3 – Frequency of isolated fungi in the stage of „stem elongation” - 2016/2017 (original)

Dintre principalele genuri identificate, s-a constatat că speciile genului *Penicillium* au fost și de această dată mai numeroase în cazul variantei NT având o participare de 72,9 % comparativ cu varianta CV unde au fost prezente într-o proporție mult mai scăzută, de doar 49,1 %.

În cazul speciilor genului *Trichoderma*, situația a fost similară stadiului anterior analizat, acestea fiind întâlnite într-o pondere mai mare tot în varianta clasică de lucrare a solului, de 22,6 %, pe când în cazul variantei semănat direct, au fost prezente într-o proporție mai mică, de doar 11,5 %.

De asemenea, la varianta CV s-au determinat în plus față de varianta NT, specii ce aparțin genului *Ulocladium* prezente într-o proporție de 5,7 %.

În cel de-al treilea stadiu de vegetație analizat, cel de „înflorire” a grâului de toamnă, investigațiile realizate au evidențiat că atât în varianta NT cât și în varianta CV au fost întâlnite specii ce aparțin unui număr de opt genuri diferite de fungi (fig. 6.4).

La fel ca și în cazul stadiilor anterioare, preponderente au fost tot speciile genului *Penicillium* care au reprezentat 76,4 % din total, în cazul variantei NT și 61,7 % în varianta CV.

La mare distanță de genul principal de micromicete au fost regăsite speciile genului *Aspergillus* care au fost izolate în proporții relativ apropiate în cazul ambelor variante de lucrare, valoarea mai mică, de 16,7 %, fiind remarcată în varianta semănat direct, iar valoarea mai ridicată, de 18,4 % în varianta semănată în sistem CV.

Printre genurile de micromicete comune întâlnite se numără: genul *Trichoderma*, prezent într-o proporție de 7,0 % în varianta CV și 1,4 % în varianta NT, genul *Fusarium* ce a evidențiat o valoare mai mare în varianta CV (5,5 %) față de 0,9 % în varianta NT, genurile *Mucor*, *Ulocladium* și *Verticillium* ce au fost prezente în proporții superioare în varianta CV de lucrare a solului (3,0 %, 1,5 % și 1,0 %), dar și specii ale genului *Rhizopus* cu un procent mai ridicat în varianta NT (3,4 %).

Ultimul stadiu de vegetație luat în studiu, din primul an agricol analizat, 2016-2017, la „recoltarea” grâului de toamnă, a arătat prezența speciilor din șapte genuri de fungi în varianta NT și a opt genuri de fungi în varianta CV (fig. 6.5).

Analizele efectuate au arătat că speciile genului *Penicillium* au fost întâlnite în proporții apropiate în cele două variante de lucrare a solului studiate, 66,7 % în varianta NT și respectiv 69,4 % în varianta CV. Acesta a fost primul stadiu de vegetație în care genul *Penicillium* a fost izolat într-o proporție mai mare în varianta clasică decât în NT.

Printre principalele specii regăsite s-au remarcat și speciile genurilor: *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Verticillium* și *Mucor*. Dintre acestea, speciile genurilor *Aspergillus*, *Trichoderma* și *Verticillium* au fost mai numeroase în varianta NT (14,8 % speciile genului *Trichoderma*, 7,6 % speciile genului *Aspergillus* și 1,9 % speciile genului *Verticillium*), în timp ce proporțiile genurilor *Fusarium*, *Rhizopus* și *Mucor* din varianta CV au fost mai ridicate (8,8 %, 3,1 % pentru cele din urmă). În plus, analizele au evidențiat și prezența genului *Alternaria*, izolat într-o proporție de 4,4 % în varianta CV.

Analizând rezultatele obținute cu privire la răspândirea fungilor în sol în funcție de varianta de lucrare aleasă, după primul an de investigație, s-a constatat că ponderea fungilor a înregistrat o variație sezonieră, putându-se observa că diversitatea cea mai scăzută a fost în cel de-al doilea stadiu investigat, stadiul de „alungire a paiului”, cu un număr de cinci, respectiv șase genuri de micromicete, altfel spus, stadiul de „înfrățire” a înregistrat un număr mai mare de genuri, iar în următorul stadiu investigat, spectrul de micromicete s-a redus și a crescut din nou în ultimele două stadii investigate.

Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire” a atins maximul în acest an agricol, cu un număr de opt genuri de micromicete, dar cu diferențe evidente privind proporția genului principal, genul *Penicillium*.

Proporția speciilor genului *Penicillium* a fost maximă în toate cele patru stadii analizate, cu valori cuprinse între 66,7 % și 76,7 % în cazul variantei NT, respectiv 49,1 % și 69,4 % în varianta CV.

Ordinea în care principalele genuri de fungi au apărut în probele de sol analizate de-a lungul celor patru stadii de vegetație a fost următoarea: *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, urmate de speciile genurilor *Rhizopus*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Mucor* ș.a ce au înregistrat procente de sub 5,0 %.

Dacă speciile genului *Penicillium* au înregistrat cele mai mari valori în varianta NT, cu excepția ultimului stadiu, genul *Trichoderma*, care este cel de-al doilea gen de micromicete izolate în cazul primului an studiat, a înregistrat valori mai mari în varianta CV, valori cuprinse între 22,6 % și 7,0 %, față de proporțiile din varianta NT, cuprinse între 11,5 % - 1,4 %.

De asemenea, speciile genului *Aspergillus*, au fost și ele distribuite destul de evident în rizosfera plantelor de grâu, în proporții de până la 16,7 % în NT și 18,4 % în CV.

În urma investigațiilor efectuate în primul an de studiu, putem afirma că benefice pentru speciile genului *Penicillium*, care au înregistrat proporțiile cele mai mari în ambele variante de lucrare a solului, au fost condițiile din sol. În stadiul de „înfrățire”, analizele au evidențiat valorile cele mai ridicate în varianta NT (76,6 %), iar momentul de „recoltare” a grâului de toamnă a determinat scăderea procentului până la 66,7 %.

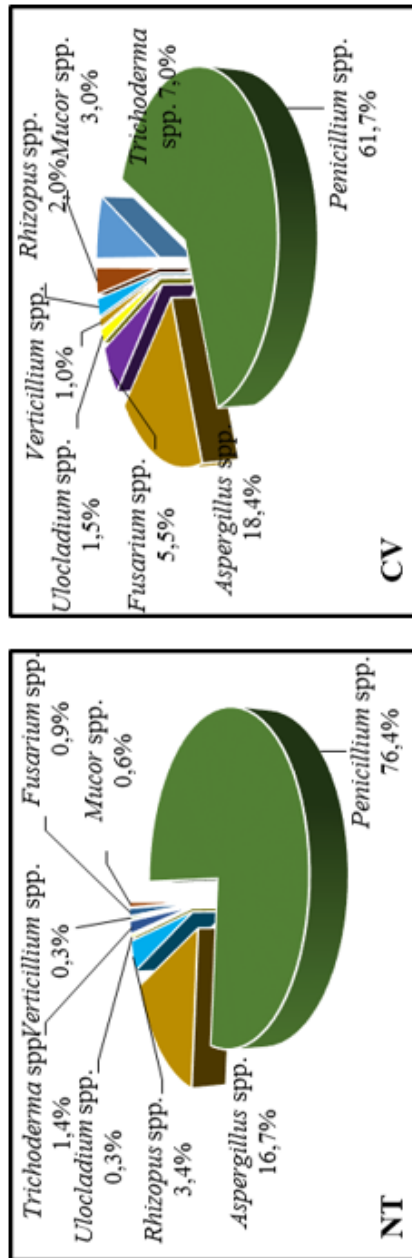


Fig. 6.4 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire” - 2016/2017 (original)

Fig. 6.4 – Frequency of isolated fungi in the stage of „flowering” - 2016/2017 (original)

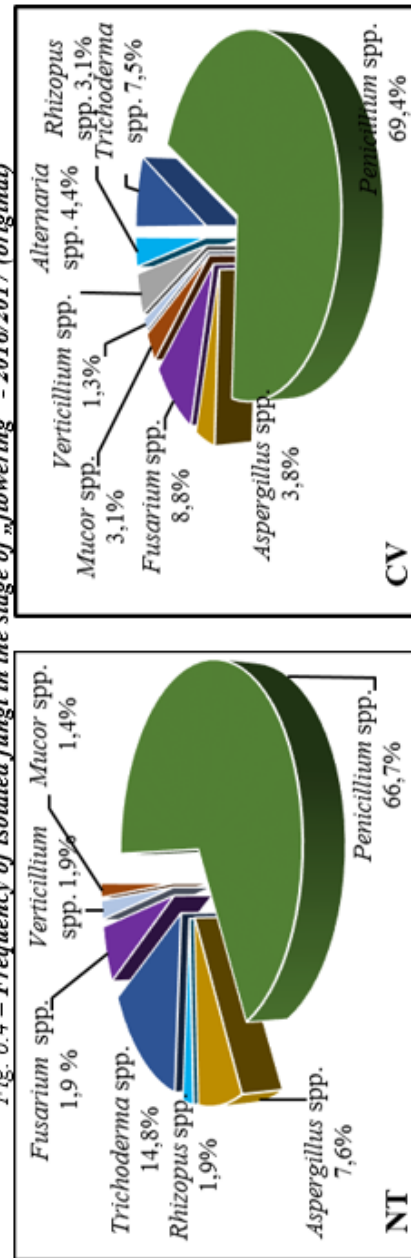


Fig. 6.5 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „recoltare” - 2016/2017 (original)

Fig. 6.5 – Frequency of isolated fungi in the stage of „harvesting” - 2016/2017 (original)

**Anul agricol 2017-2018**

Determinarea speciilor de micromicete în stadiul de „înfrățire” la cultura grâului de toamnă din cel de-al doilea an de experiență a evidențiat prezența genurilor *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Trichoderma* și *Fusarium* în varianta NT, iar în varianta CV au fost izolate specii ce aparțin de șapte genuri de micromicete: *Penicillium*, *Aspergillus*., *Trichoderma*, *Mycogone*, *Mucor*, *Fusarium* și *Verticillium* (fig. 6.6).

În acest stadiu de vegetație, varianta CV a permis și dezvoltarea genului *Mycogone*, izolat într-o proporție de 3,3 % în plus față de varianta NT.

Dacă în anul precedent analizat, cercetările au arătat prezența a opt genuri de micromicete în varianta NT și a șapte genuri de micromicete în varianta clasică de lucrare, în acest an s-a observat că în cazul variantei NT spectrul de micromicete s-a redus cu două genuri.

Dintre micromicetele identificate în cele două variante luate în studiu se detașează speciile genului *Penicillium* care au fost regăsite într-o proporție relativ egală, 64,5 %, respectiv 64,4 %.

Între principalele genuri identificate se numără *Aspergillus*, *Trichoderma* și *Fusarium* ce au înregistrat valori superioare în varianta clasică de lucrare a solului (15,6 %, 11,1 % și 2,2 %) față de varianta NT (12,1%, 3,7 % și 0,9 %), în schimb proporția genului *Mucor* a fost mai mare în varianta la care nu au fost efectuate lucrări ale solului (7,5 %).

Investigațiile efectuate în cel de al doilea stadiu de vegetație analizat, cel în care are loc „alungirea paiului”, au arătat prezența unui număr egal de genuri de micromicete cu cea a stadiului anterior (fig. 6.7). Predominante au fost tot speciile genului *Penicillium*, care au fost mai numeroase în varianta NT (76,1 %) comparativ cu varianta clasică (61,7 %).

La mare distanță de genul *Penicillium* s-au regăsit speciile genului *Aspergillus* și *Trichoderma*, care au avut o pondere de 12,5 %, respectiv 14,2 % în varianta lucrată cu plugul cu întoarcerea brazdei și 10,9 %, respectiv 3,2 % în varianta NT.

Similar anului anterior, în acest stadiu au fost izolate din nou specii ce aparțin genului *Ulocladium*, prezente în proporție de 1,2 % în NT și 1,7 % în varianta clasică; de asemenea, au mai fost întâlnite genurile *Alternaria* în varianta NT și genurile *Fusarium* și *Verticillium* în varianta CV.

După efectuarea analizelor din faza de „înflorire” s-a observat că numărul genurilor de micromicete a rămas constant, ca și în stadiul anterior (fig. 6.8).

Speciile genului *Penicillium* au fost prezente în proporție de 71,4 % în varianta NT, dar procentul acestora s-a micșorat destul de mult în varianta CV, fiind regăsite în proporție de 50,5 %.

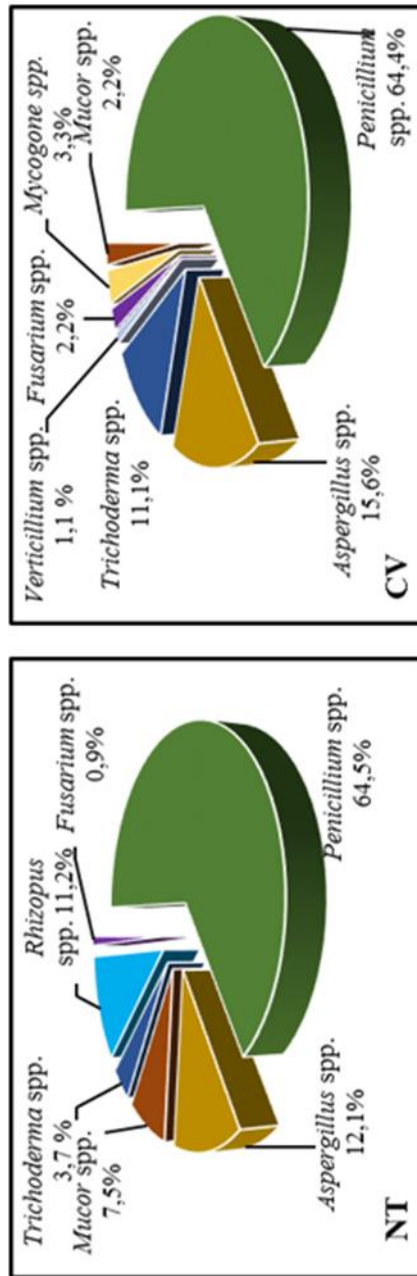


Fig. 6.6 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înfrățire” 2017/2018 (original)

Fig. 6.6 – Frequency of isolated fungi in the stage of „tillering” 2017/2018 (original)

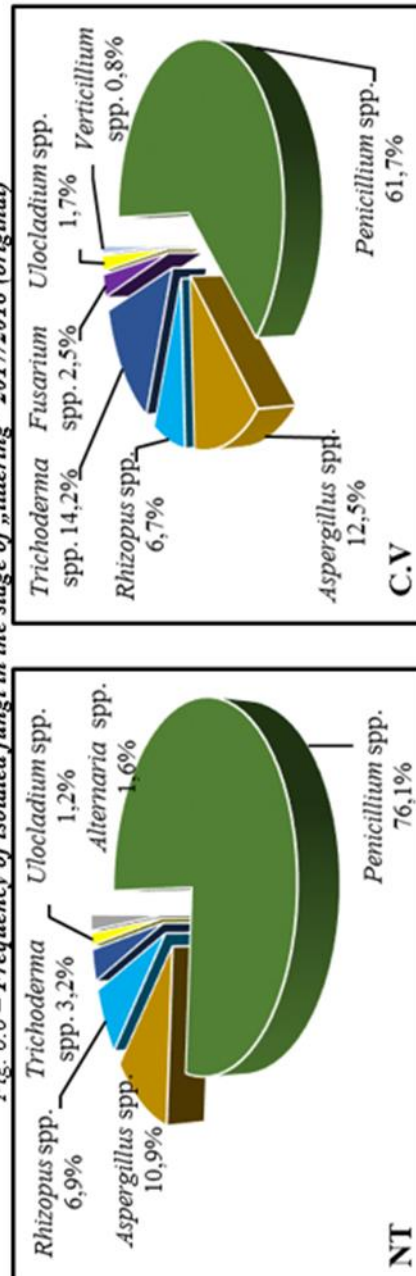


Fig. 6.7 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „alungire a paiului” 2017/2018 (original)

Fig. 6.7 – Frequency of isolated fungi in the stage of „stem elongation” 2017/2018 (original)

Deși proporțiile genurilor de micromicete au fost diferite, în ambele variante de lucrare au fost întâlnite specii ce aparțin genurilor *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Mucor* și *Rhizopus*.

Rezultatele analizelor au evidențiat valori superioare ale genurilor *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Mucor* și *Fusarium* în varianta clasică, unde *Aspergillus* a înregistrat un procent de 28,6 %, *Trichoderma* a fost izolat în procent de 6,8 %, la egalitate cu genul *Mucor*, iar *Fusarium* a prezentat valoarea de 4,9 %.

În urma analizei probelor de sol prelevate în stadiul de „formarea bobului” - maturitate deplină, înainte de recoltarea culturii, s-a evidențiat prezența micromicetelor ce aparțin de opt genuri comune: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Verticillium* și *Mucor* (fig. 6.9).

Dintre micromicetele determinate pe cele două variante de lucrare a solului luate în studiu se detașează genul *Penicillium*, care a fost izolat într-o proporție de 66,0 % în NT și 69,3 % în CV, din totalul genurilor identificate.

S-a putut remarca în acest stadiu de vegetație că proporția principalelor genuri este mai scăzută în ambele variante de lucrare a solului, fapt ce demonstrează că o parte dintre micromicete au intrat în stare de repaus spre sfârșitul perioadei de vegetație a grâului de toamnă.

Cu excepția speciilor ce aparțin genului *Penicillium*, toate celelalte genuri izolate, au reprezentat sub 10,0 % din total.

În varianta NT au fost determinate genurile *Trichoderma* (9,6 %), *Aspergillus* (8,1 %), *Fusarium* (7,1 %), *Alternaria* (4,6 %), *Rhizopus* și *Mucor* (2,0 %) și în final *Verticillium* (1,0 %).

Rezultatele cercetărilor din varianta convențională au pus în evidență genul *Trichoderma*, în proporție de 8,0 %, urmat de genul *Aspergillus*, izolat în proporție de 6,0 %, *Fusarium* la egalitate cu genul *Alternaria*, ce au înregistrat valoarea de 5,3 %, genul *Rhizopus* în procent de 2,0 % și genul *Verticillium* cu o prezență minimă de 0,7 %.

Cercetările efectuate în acest an agricol au pus în evidență faptul că *Penicillium*, principalul gen de micromicete identificat, a fost regăsit într-o proporție mai mică față de anul anterior. Ponderea speciilor din genul *Penicillium* a indicat valori cuprinse între 76,1 % și 64,5 % în NT și valori cuprinse între 64,4 % și 50,5 % în CV.

Varianta NT a înregistrat valori superioare ale genului *Penicillium* în primele trei stadii de vegetație, situație similară cu cea din anul anterior, ultimul stadiu investigat oferind valori mai mari ale genului *Penicillium* în varianta CV.

Ținând cont de condițiile climatice din perioada studiată, cu precădere de temperatura înregistrată în anul agricol 2017-2018, care a fost cea mai ridicată din toți cei trei ani studiați, se poate considera că acesta a fost un factor responsabil de variația spectrului de micromicete izolate.

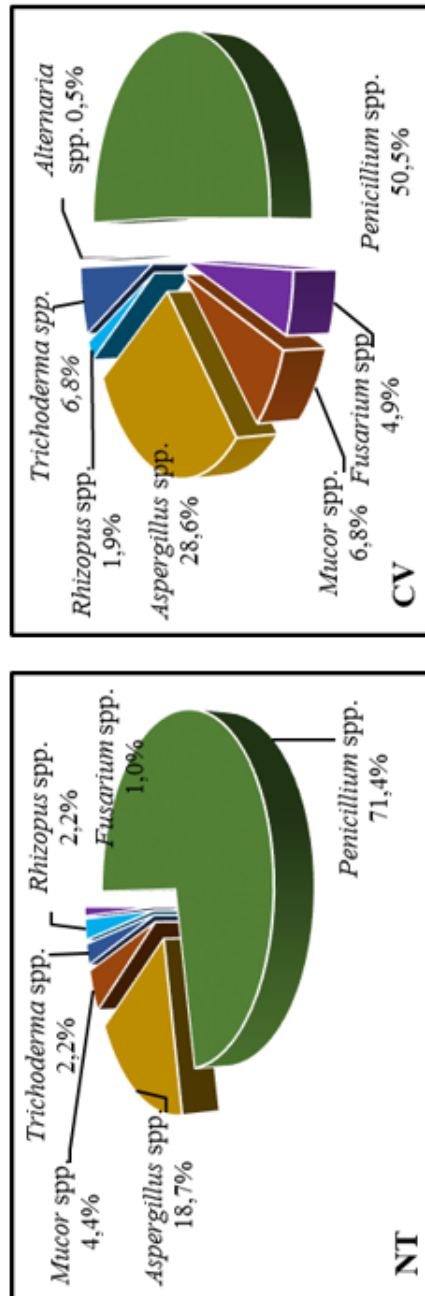


Fig. 6.8 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire” - 2017/2018 (original)  
 Fig. 6.8 – Frequency of isolated fungi in the stage of „flowering” - 2017/2018 (original)

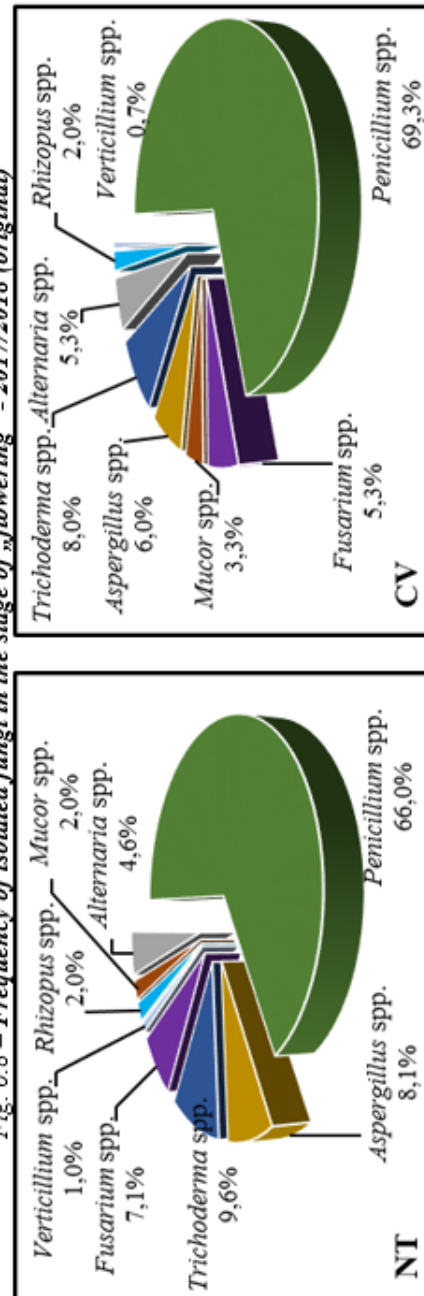


Fig. 6.9 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „formare a bobului” - 2017/2018 (original)  
 Fig. 6.9 – Frequency of isolated fungi in the stage of „harvesting” - 2017/2018 (original)

**Anul agricol 2018-2019**

În primăvara anului 2019, analizele au fost reluate, în aceleași stadii de vegetație ca și în cei doi ani anteriori.

În stadiul de „înfrățire” (fig. 6.10) al grâului de toamnă, în varianta NT s-a constatat prezența a zece genuri de micromicete, numărul maxim înregistrat în urma tuturor analizelor efectuate, pe când varianta CV a evidențiat prezența a doar șase genuri.

Genul care a predominat în ambele variante a fost *Penicillium*, izolat în proporție de 72,3 % în varianta NT și de 70,4 % în varianta CV, urmat la mare distanță de genurile *Aspergillus* și *Trichoderma*, care au înregistrat procente superioare în varianta clasică (11,1 % și 9,6 %) comparativ cu cele din varianta NT (6,8 % și 7,7 %).

În plus față de varianta CV, în varianta NT și-au făcut apariția și specii din genurile *Fusarium*, *Mucor*, *Chaetonium* și *Mycogone*.

Genul *Verticillium*, prezent și el în ambele variante de lucrare a solului, a fost izolat în proporție de 2,7 % în NT și 0,7 % în varianta CV.

Cercetările din cel de-al doilea stadiu analizat, cel în care are loc „alungirea paiului” (fig. 6.11), au arătat că în varianta CV a fost determinat un număr mai mare de genuri față de varianta NT.

Procentul cel mai ridicat a fost reprezentat tot de speciile genului *Penicillium*, ce a ocupat o proporție de 76,0 % în NT și 62,9 % în varianta clasică. Totodată, s-a observat că proporția pe care a avut-o genul *Penicillium* a fost mai mare decât în stadiul anterior.

În plus față de varianta NT, în varianta CV a fost întâlnit și genul *Verticillium*, însă în proporție de doar 1,0 %.

Genurile *Aspergillus* și *Trichoderma* au înregistrat valori de 13,3 % și de 11,4 % în varianta la care au fost efectuate lucrări, iar în varianta NT au înregistrat valori mai mici, 10,8 %, respectiv 3,9 %.

Speciile genului *Ulocladium* au fost reprezentate în proporție de 1,9 % în CV și 1,5 % în NT.

În stadiul de „înflorire” s-a remarcat același număr de genuri de micromicete ca în stadiul anterior analizat (fig. 6.12).

Analiza rezultatelor variantei NT a pus în evidență prezența a șase genuri de ciuperci. Genul predominant este reprezentat de speciile genului *Penicillium*, izolat în proporție de 71,2 %, urmat de genurile: *Aspergillus* regăsit în proporție de 18,3 %, *Mucor* (5,6 %), *Rhizopus* (2,2 %), *Trichoderma* (1,9 %) și *Fusarium* (0,9 %).

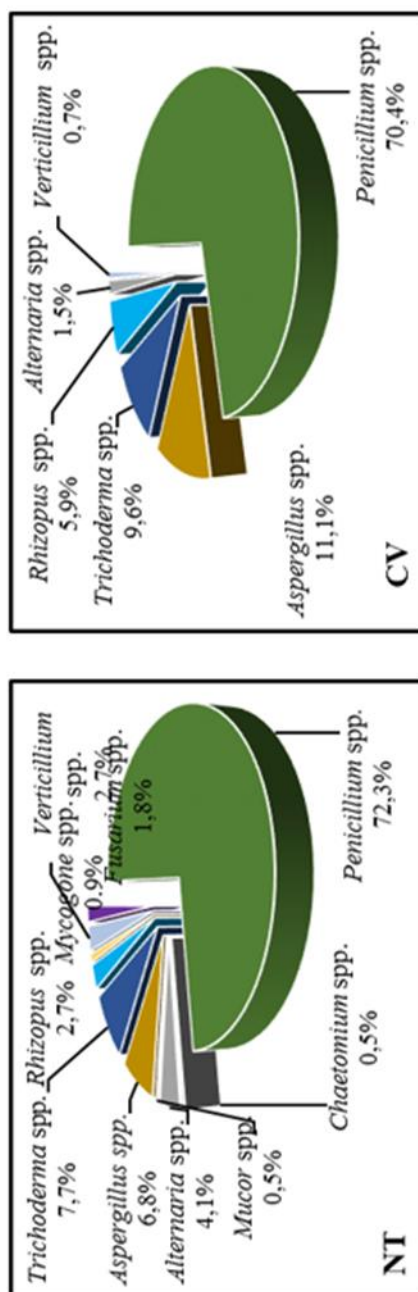


Fig. 6.10 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înfrățire” - 2018/2019 (original)

Fig. 6.10 – Frequency of isolated fungi in the stage of „tillering” - 2018/2019 (original)

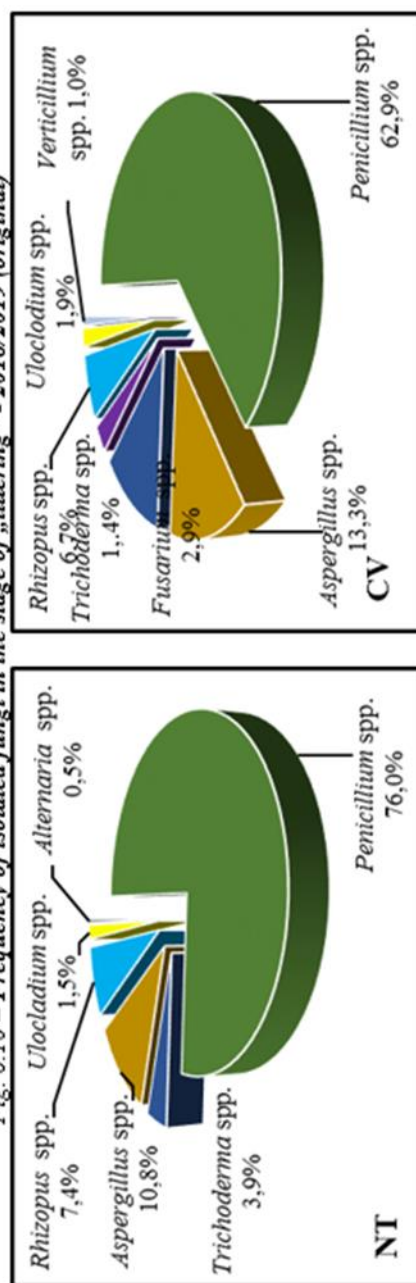


Fig. 6.11 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „alungire a paiului” - 2018/2019 (original)

Fig. 6.11 – Frequency of isolated fungi in the stage of „stem elongation” - 2018/2019 (original)

Varianta CV a mai adăugat în plus față de NT genul *Alternaria*, regăsit într-o proporție mică, de doar 0,5 %; și aici, preponderente au fost tot speciile genului *Penicillium*, în schimb acestea au fost izolate în proporție de doar 50,0 %, fiind precedate de genul *Aspergillus*, izolat în proporție de 28,9 %, genul *Trichoderma* (9,3 %), *Mucor* (6,4 %), *Fusarium* (2,9 %) și *Rhizopus* (2,0 %).

La „recoltare” investigațiile au evidențiat în ambele variante de lucrare a solului același număr de genuri (fig. 6.13), în plus față de stadiul anterior analizat, se remarcă prezența genului *Verticillium* în ambele variante studiate. Acesta a reprezentat 1,1 % în NT și de 0,6 % în CV.

Prin compararea rezultatelor obținute în cele două variante de lucrare, s-a constatat că deși proporția genului *Penicillium* a fost mai mare în varianta NT la toate cele trei stadii anterior analizate, în această fază, varianta CV a indicat o prezență superioară (71,4 %) variantei NT (69,9 %).

Genurile *Aspergillus*, *Trichoderma* și *Fusarium* au prezentat valori superioare în varianta NT (9,1 %, 8,0 % și 5,3 %) comparativ cu valorile din varianta CV (7,5 %, 6,8 % și 4,3 %).

Pe de altă parte, genurile *Alternaria*, *Mucor* și *Rhizopus* au indicat valori mai ridicate în varianta CV (4,3 %, 3,1 % și 1,9 %) față de varianta NT (3,2 %, 2,1 % și 1,6 %).

Observațiile realizate în acest an agricol au evidențiat faptul că primul stadiu analizat, cel de „înfrățire” a debutat cu un număr de zece genuri de micromicete în varianta NT și doar șase genuri în varianta CV.

Următoarele două stadii analizate au prezentat același număr de genuri în NT, șase la „alungirea paiului”, respectiv șase la „înflorire” și șapte genuri în CV, iar la sfârșitul perioadei de vegetație, situația în ceea ce privește numărul de genuri s-a egalat pe ambele variante de lucrare studiate, prezentând un număr de opt genuri de micromicete.

Așa cum era de așteptat, speciile genului *Penicillium* au avut de această dată ponderea cea mai mare, cuprinsă între 69,9 % și 76,0 % în varianta semănat direct, iar în varianta clasică ponderea a oscilat între 50,0 % și 71,4 %.

Și în acest an agricol, speciile genurilor *Aspergillus* și *Trichoderma* au fost mai numeroase tot în varianta lucrată convențional, excepție făcând ultimul stadiu investigat, unde au reprezentat între 28,9 % și 7,5 % în cazul genului *Aspergillus* și 11,4 % și 6,8 % în cazul genului *Trichoderma*.

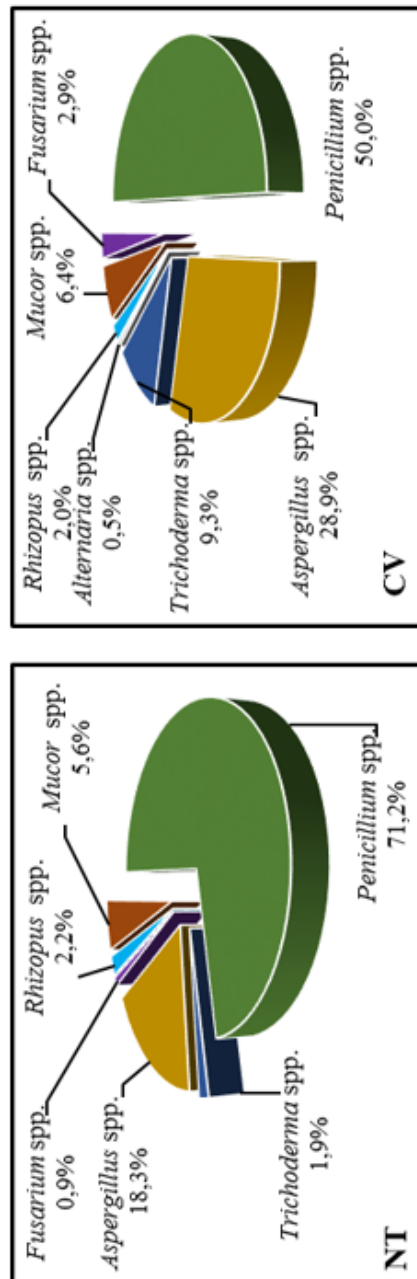


Fig. 6.12 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire” - 2018/2019 (original)

Fig. 6.12 – Frequency of isolated fungi in the stage of „flowering” - 2018/2019 (original)

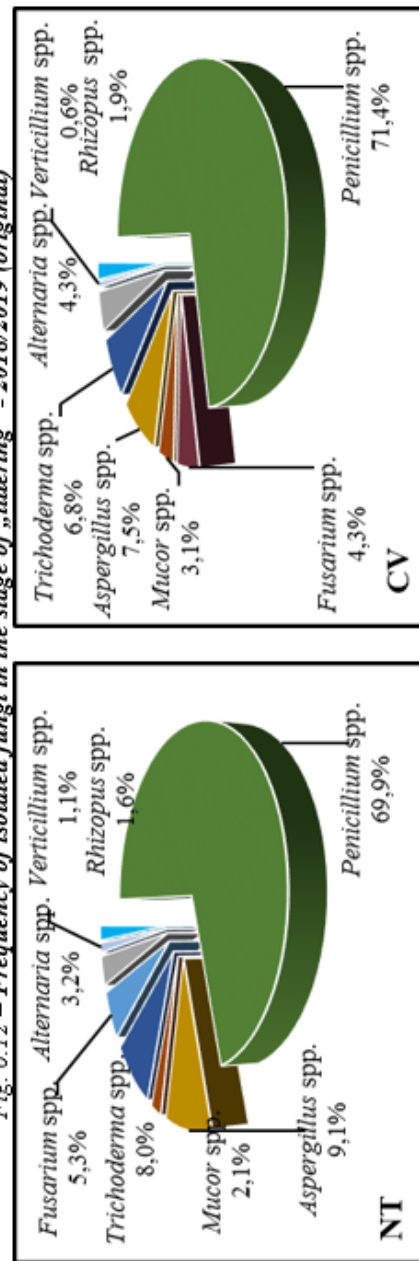


Fig. 6.13 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „recoltare” - 2018/2019 (original)

Fig. 6.13 – Frequency of isolated fungi in the stage of „harvesting” - 2018/2019 (original)

**Media anilor agricoli 2016-2019**

În cele ce urmează am descris spectrul de micromicete determinate ca medie pe cei trei ani agricoli investigați, în funcție de varianta de lucrare a solului și de stadiul de vegetație al culturii grâului de toamnă.

Rezultatele obținute cu privire la procentul genurilor de micromicete din stadiul de „înfrățire” (fig. 6.14) au evidențiat bineînțeles, proporția cea mai ridicată în NT a genului predominant întâlnit în ambele variante și în cazul tuturor stadiilor de vegetație.

De-a lungul celor trei ani și a primului stadiu investigat, în cazul variantei NT au fost determinate genurile: *Penicillium*, într-o proporție medie de 72,4 %, *Aspergillus* (7,8 %), *Trichoderma* (7,2 %), *Rhizopus* (3,8 %), *Verticillium* (2,6 %), *Mucor* (1,9 %), *Fusarium* la egalitate cu *Alternaria* (1,7 %), *Mycogone* (0,8 %) și *Chaetium* (0,2 %).

Media rezultatelor analizelor din varianta CV relevă prezența genurilor *Penicillium*, izolat într-o proporție de 66,7 %, *Trichoderma* (14,1 %), *Aspergillus* (10,2 %), *Rhizopus* (4,4 %), *Alternaria* (1,6 %), *Fusarium* (1,0 %), *Verticillium* și *Mycogone* (0,8 %) și genul *Mucor* (0,5 %).

Dintre micromicetele identificate în cele două variante de lucrare a solului, se detașează genul *Penicillium*, izolat într-o proporție mai ridicată în varianta NT (72,4 %) comparativ cu varianta CV (66,7 %).

La mare distanță de speciile genului *Penicillium* este semnalată prezența genurilor *Aspergillus* și *Trichoderma*, izolate în proporție de 7,8 %, respectiv 7,2 % în varianta NT, în timp ce în varianta CV s-au semnalat procente ceva mai ridicate (10,2 %, respectiv 14,1 %).

Media celui de-al doilea stadiu analizat, cel de „alungire a paiului” (fig. 6.15) evidențiază o reducere a numărului de genuri de micromicete, față de stadiul anterior analizat. Astfel, dacă în stadiul de „înfrățire” varianta NT a înregistrat un număr de zece genuri, iar varianta clasică nouă genuri, în cel de-al doilea stadiu a avut loc o reducere a principalelor genuri de micromicete, varianta NT indicând prezența a șase genuri de micromicete, iar varianta CV evidențiind prezența a șapte genuri de micromicete.

Rezultatele au arătat că în cazul variantei NT, speciile genului *Penicillium* au înregistrat un procent maxim de 70,2 %, urmat la mare distanță de genurile *Aspergillus* și *Trichoderma* (10,3 %), *Rhizopus* (7,1 %), *Alternaria* (1,2 %) și genul *Ulocladium* în procent de 0,9 %.

În varianta clasică de lucrare a solului se constată că valoarea maximă a avut-o genul *Penicillium* (58,0 %), dar în proporție mult mai mică față de varianta NT, urmat de genurile *Trichoderma* (16,0 %), *Aspergillus* (12,7 %), *Rhizopus* (6,6 %), *Fusarium* și *Ulocladium* (3,0 %) și *Verticillium*, toate acestea din urmă în procente superioare variantei NT.

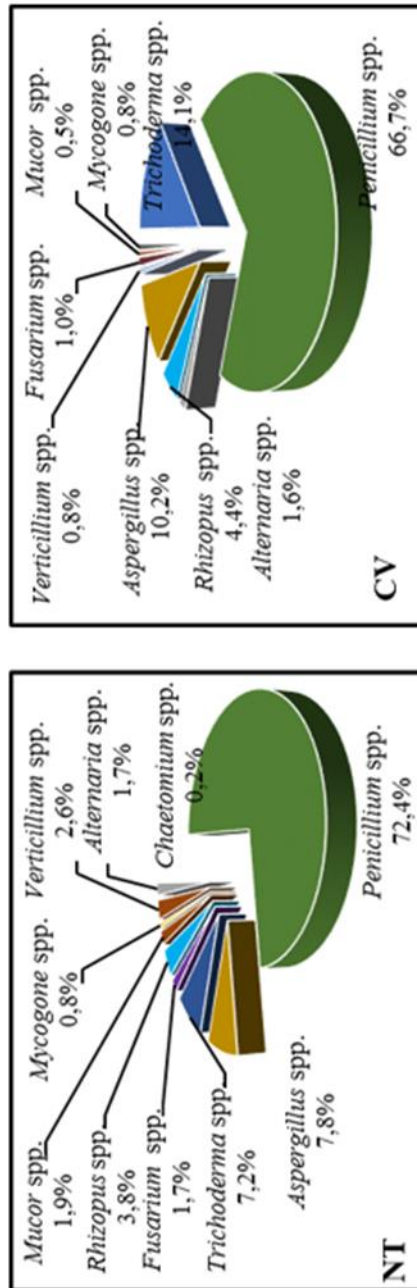


Fig. 6.14 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înfrățire”, valori medii 2016 – 2019 (original)

Fig. 6.14 – Frequency of isolated fungi in the stage of „tillering”, mean values 2016 – 2019 (original)

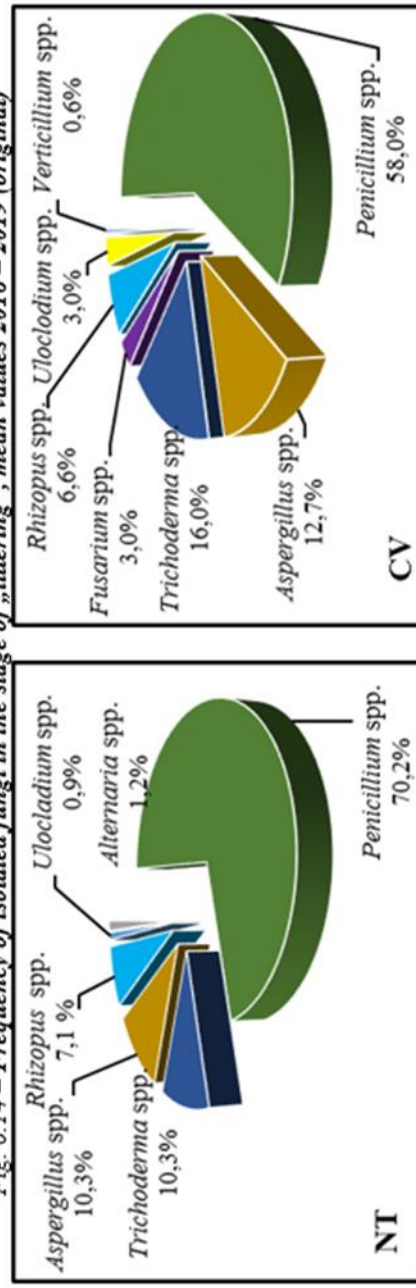


Fig. 6.15 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „alungire a paiului” valori medii 2016 – 2019 (original)

Fig. 6.15 – Frequency of isolated fungi in the stage of „stem elongation” mean values 2016 – 2019 (original)

Rezultatele medii privind frecvența genurilor de micromicete în stadiul de „înflorire” (fig. 6.16) au arătat o creștere a numărului de genuri, comparativ cu stadiul de „alungire a paiului”.

Analizele efectuate în varianta NT au indicat prezența în probele de sol a opt genuri de micromicete, iar în varianta CV s-au semnalat un număr de nouă genuri.

În ambele variante de lucrare a solului observăm că speciile genului *Penicillium* au ocupat proporția cea mai mare, 73,1 % în NT și 54,0 % în varianta clasică, lucru similar stadiilor anterioare.

Pe de altă parte, genul *Aspergillus* înregistrează în această fază de dezvoltare a grâului de toamnă valori mai ridicate, 17,8 % în varianta fără lucrări și 25,4 % în varianta CV.

În afară de genurile *Penicillium* și *Aspergillus*, varianta NT a mai pus în evidență prezența genurilor: *Mucor* (3,4 %), *Rhizopus* (2,6 %), *Trichoderma* (1,8 %), precum și a genurilor *Fusarium*, *Verticillium* și *Ulocladium* în procente de sub 1,0 %.

În varianta clasică, pe lângă genurile întâlnite în NT, s-a mai izolat și genul *Alternaria* (0,3 %), în rest, în afara genului *Penicillium*, toate celelalte genuri de micromicete au prezentat valori mai ridicate față de varianta NT: *Aspergillus* (25,4 %), *Trichoderma* (7,7 %), *Mucor* (5,4 %), *Fusarium* (4,4 %).

Media ultimului stadiu analizat, cel de la “recoltarea” grâului de toamnă (fig. 6.17), a indicat o situație inversă față de celelalte trei stadii anterior analizate. Astfel, în ambele variante a fost regăsit un număr egal de genuri de micromicete, câte opt pe fiecare variantă.

Au fost izolate specii aparținând aceluiași genuri de micromicete în ambele variante luate în studiu.

Genul *Penicillium* a avut o activitate mai redusă în NT (67,2 %) față de toate stadiile anterioare, dar de data aceasta puțin mai mică și față de CV (69,8 %).

Speciile genurilor *Trichoderma* și *Aspergillus* au marcat proporții mai ridicate în varianta la care nu s-au efectuat lucrări ale solului (10,9 %, respectiv 8,2 %), *Fusarium* a fost izolat în proporție de 6,1 % pe ambele variante de lucrare, iar celelalte patru genuri identificate, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus* și *Verticillium*, au prezentat valori sub 5,0 % în ambele cazuri.

Făcând o analiză de ansamblu a celor trei ani de experiență, observăm că numărul genurilor de micromicete a fost aproximativ egal în decursul celor patru stadii de dezvoltare analizate.

Pe tot parcursul investigațiilor s-a observat că speciile genului *Penicillium* au fost izolate în proporții maxime. În varianta NT a fost izolat în procente de la 67,2 % până la 73,1 %, iar în varianta CV în procente de la 54,0 % până la 69,8 %.

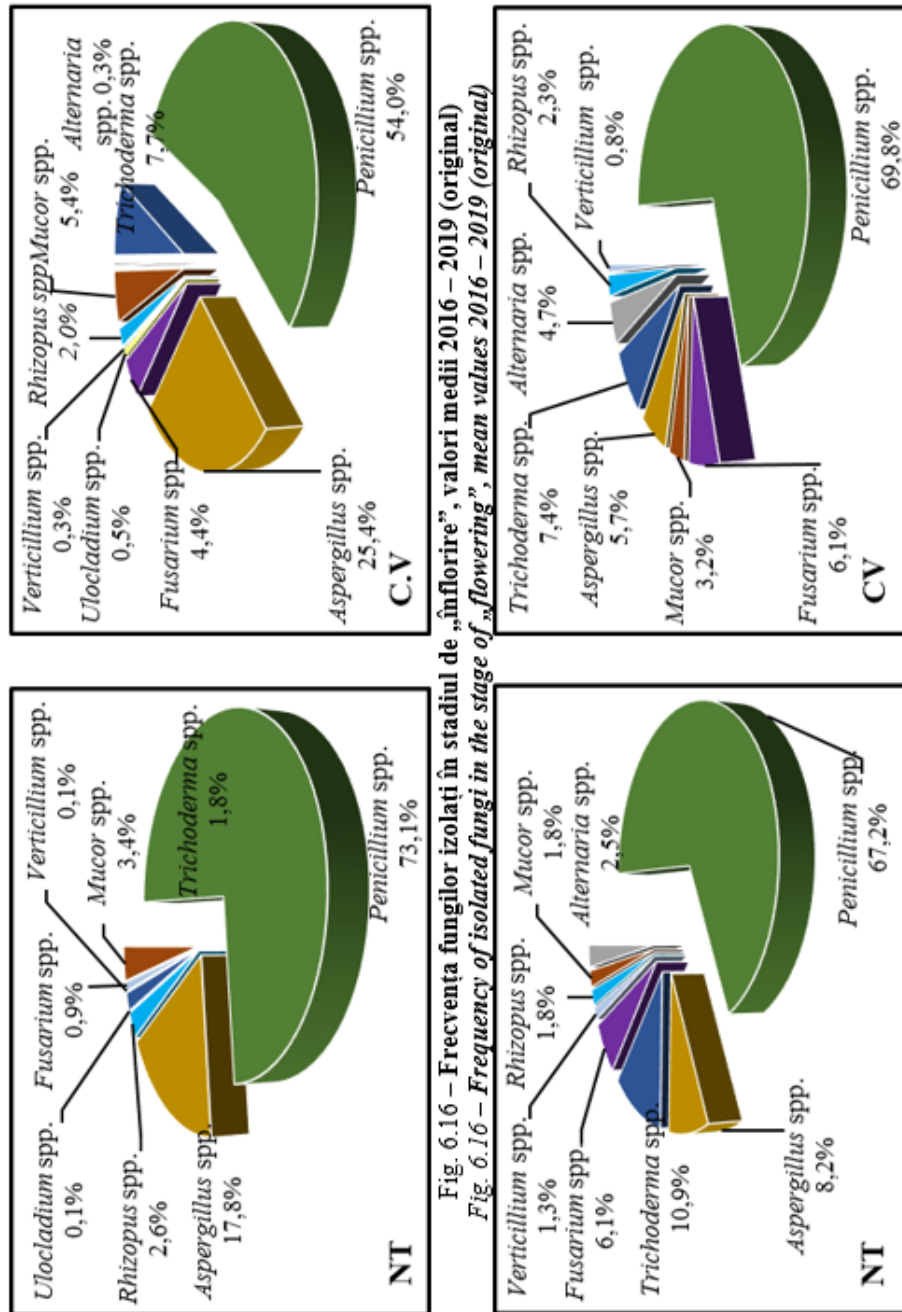


**Fig. 6.16 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire”, valori medii 2016 – 2019 (original)**

**Fig. 6.17 – Frecvența fungilor izolați în stadiul de „recoltare”, valori medii 2016 – 2019 (original)**

**Fig. 6.17 – Frequency of isolated fungi in the stage of „harvesting”, mean values 2016 – 2019 (original)**

Analizând dinamica sezonieră a procentelor în care au fost întâlnite speciile genului *Penicillium*, putem observa că în cazul variantei NT, maximul a fost înregistrat la „înflorire”, 73,1 %, iar în varianta CV maximul a fost înregistrat la „recoltare” (69,8 %), semn că aceste genuri și-au mărit ponderea în sezonul cald.

De asemenea, în cazul ambelor variante aceste genuri au fost izolate în proporție mai mare în stadiul de „înfrățire”, atunci când temperatura aerului era de aproximativ 3,7 °C, investigațiile fiind realizate în luna martie a celor trei ani, imediat ce s-a putut intrat în câmp pentru prelevarea probelor. În următorul stadiu analizat, de „alungire a paiului” și la o temperatură de aproximativ 10,6 °C, s-a observat că în ambele variante s-a diminuat puțin proporția speciilor din genul *Penicillium*, 70,2 % în varianta NT și mult mai puțin, 58,0 % în varianta CV.

Stadiul de „recoltare” evidențiază cea mai mică valoare pentru speciile genului *Penicillium* în varianta NT (67,2 %) și valoarea maximă în varianta CV (69,8 %), iar explicația constă în faptul că varianta clasică de lucrare a solului a păstrat mai bine condițiile de umiditate și temperatură necesare dezvoltării principalelor genuri de micromicete.

Analiza valorilor demonstrează faptul că distribuția procentuală a principalelor genuri de micromicete este direct influențată, pe de o parte de sistemele de lucrare aplicate, iar pe de altă parte de stadiul de vegetație a culturii grâului de toamnă.

### **6.3.1 Imaginea macro și microscopică a micromicetelor izolate**

#### **6.3.1 Macro and microscopic image of isolated micromycetes**

Analizele efectuate în decursul perioadei luate în studiu au condus la identificarea unui total de 11 genuri de micromicete.

În urma identificărilor realizate s-a observat cu lejeritate că în cazul cernoziomului cambic de la Ezăreni cea mai mare prezență în rizosfera culturii grâului de toamnă este reprezentată de speciile genului *Penicillium* (fig. 6.18), izolat de-a lungul tuturor stadiilor analizate și în cazul ambelor variante de lucrare a solului.

Aceste rezultate vin să confirme concluziile altor cercetări din literatura de specialitate străină, care susțin că ciupercile din genul *Penicillium* sunt între cele mai frecvente microciuperci din sol asociate cu rizosfera multor plante din ecosistemele naturale (Carrile ș.a., 2001).

Unele specii de *Penicillium* produc fosfor solubilizat, siderofor și fitohormoni, cum ar fi acidul indol acetic și acidul gibberelic, care sunt importanți pentru sănătatea plantelor (Altat ș.a., 2017).

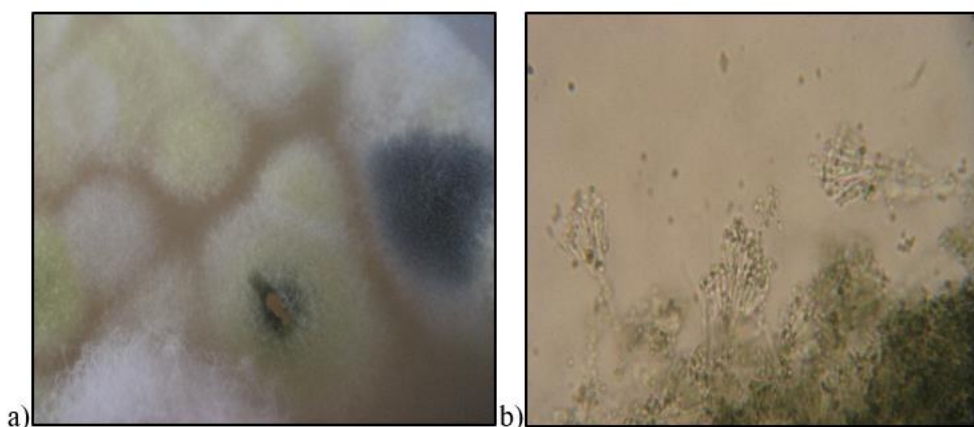


Fig. 6.18 – *Penicillium* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)  
Fig. 6.18 – *Penicillium* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)

Prezența speciilor din genul *Aspergillus* (fig. 6.19), unul dintre cele mai vechi genuri de ciuperci descrise de Micheli încă din 1729, au fost prezente la fel de des ca și *Penicillium*, dar în procente mult mai mici.

Speciile de ciuperci din genul *Aspergillus* sunt recunoscute pentru capacitatea ridicată de descompunere și au capacitatea de a crește liber și abundent în sol, având timpul de incubare mai bun comparativ cu alte specii fungice (Bosshard, 2011).

Atât *Aspergillus* cât și *Penicillium* sunt genuri diverse, ce conțin un număr mare de specii și au o gamă largă de habitate ecologice. Sunt omniprezente și pot fi găsite în aer, în sol, vegetație și medii interioare, capabile să crească și în medii extreme, cum ar fi cele cu temperaturi ridicate/scăzute, concentrații mari de sare/zahăr, acidități scăzute sau niveluri scăzute de oxigen.

Contribuția principală a acestor microorganisme în natură este de a descompune materialele organice (Visagie ș.a., 2014).

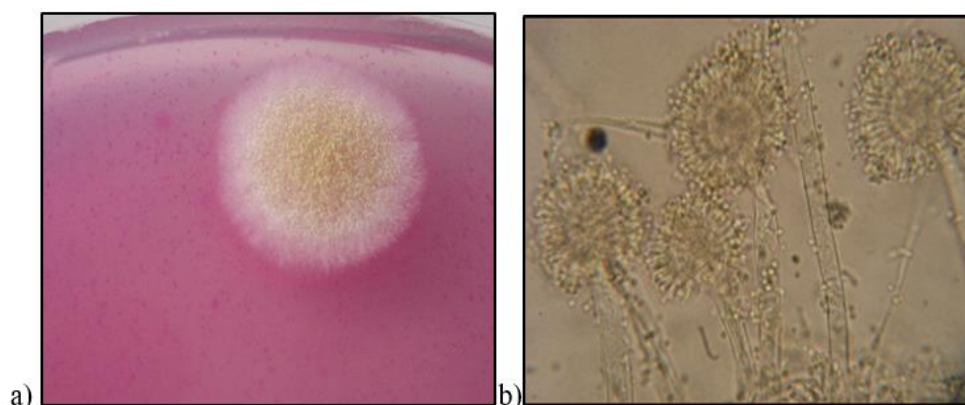


Fig. 6.19 – *Aspergillus* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)  
Fig. 6.19 – *Aspergillus* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)

Dintre micromicetele izolate pe durata analizelor s-au detașat la fel de des și speciile genului *Trichoderma* (fig. 6.20).

Tulpinile de *Trichoderma* spp. promovează creșterea plantelor, fiind capabile de a suprima o gamă largă de boli cauzate de ciupercile patogene ale plantelor. În plus, atunci când interacționează cu rădăcinile, *Trichoderma* favorizează creșterea rezistenței, inducând efecte pozitive asupra dezvoltării plantei, datorită prezenței hormonilor de reglare a creșterii și formării de siderofori chelatori ai fierului, stimulând țesuturile meristematice primare ale părților tinere.

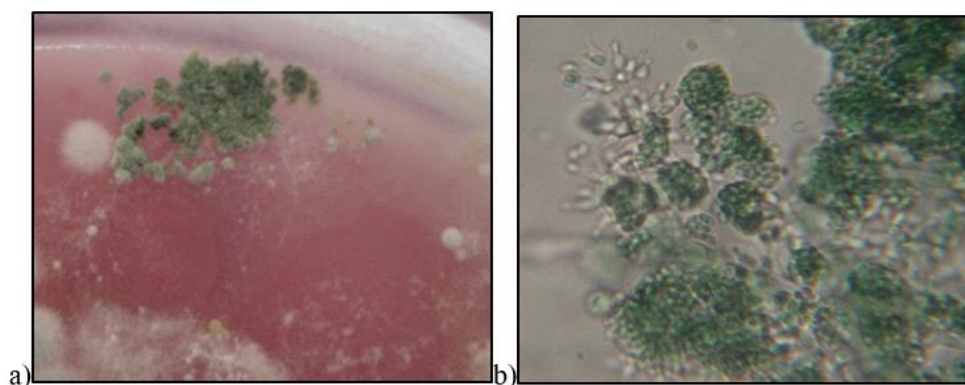


Fig. 6.20 – *Trichoderma* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)

Fig. 6.20 – *Trichoderma* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)

O frecvență ridicată au avut și speciile genului *Rhizopus* (fig. 6.21), cel care conține unele dintre cele mai studiate și mai cunoscute specii, în general saprofite și care pot fi găsite vii pe material organic mort și în descompunere, de exemplu, pe frunze sau în sol.

Pe lângă utilizarea la scară largă în diferite aplicații industriale, genul *Rhizopus* reprezintă și o cauză cunoscută a deteriorării calității produselor agricole, care provoacă pierderi economice uriașe în timpul depozitării și transportului (Lennartsson ș.a., 2014).

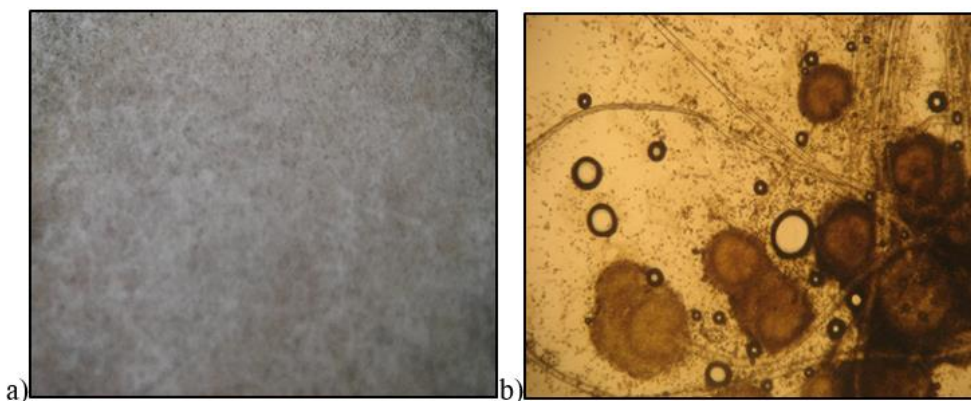


Fig. 6.21 – *Rhizopus* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)

Fig. 6.21 – *Rhizopus* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)

Genul *Mucor* (fig. 6.22) este prezent și el, dar în procente destul de reduse. Ciupercile filamentoase din genul *Mucor* aparțin ordinului *Mucorales*, iar speciile sunt comune și adesea omniprezente, miceliul lor cu creștere rapidă și sporul mare, fiind întâlnite într-o varietate de medii, cu excepția substraturilor cu activități de apă scăzute (Lebreton ș.a., 2019).

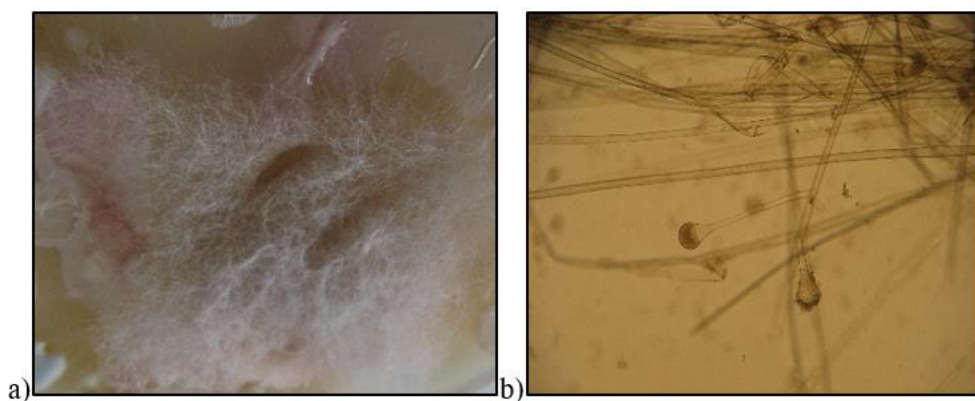


Fig. 6.22 – *Mucor* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)  
Fig. 6.22 – *Mucor* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)

Genul *Fusarium* (fig. 6.23). *Fusarium* este o ciupercă filamentoasă care este larg răspândită în plante și sol și prezintă interes în primul rând pentru că infectează plantele de cultură din întreaga lume în zonele cu climă moderată.

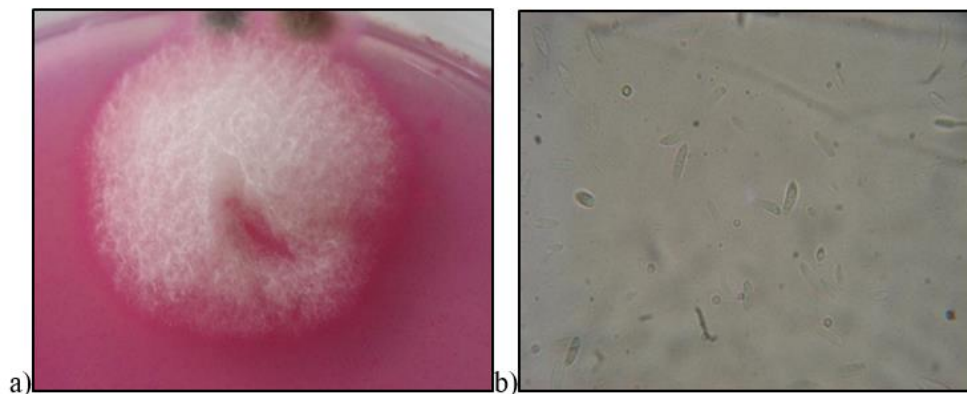


Fig. 6.23 – *Fusarium* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)  
Fig. 6.23 – *Fusarium* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)

Diferite specii de *Fusarium* provoacă boli ce pot duce la pierderi de producție și la scăderea calității cerealelor. Infecția fungică a cerealelor, cum ar fi orzul, grâul și porumbul, este adesea însoțită de contaminarea cu micotoxine și afectează în special dieta oamenilor și animalelor (Asam ș.a., 2017).

**Genul *Alternaria* (fig. 6.24)**

*Alternaria* este un gen de ciuperci omniprezent, ce conține specii cunoscute că provoacă daune înainte și după recoltarea produselor agricole, inclusiv cereale, fructe și legume.

Pe lângă faptul că strică o mare varietate de alimente, mai multe specii de *Alternaria* sunt capabile să producă metaboliți secundari considerați atât fitotoxine, care joacă un rol important în patogeniza plantelor, cât și micotoxine, care pot fi dăunătoare oamenilor și animalelor (Patriarca ș.a., 2014).



**Fig. 6.24 – *Alternaria* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)**  
**Fig. 6.24 – *Alternaria* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)**

**Genul *Chaetomium* (Fig. 6.25)**

Este un gen de ciuperci din sol, la care se cunosc până în prezent peste 180 de specii. Majoritatea speciilor provoacă degradarea substraturilor bogate în celuloză, cum ar fi componentele din sol, paie sau lemn (Un Aru ș.a., 1997).

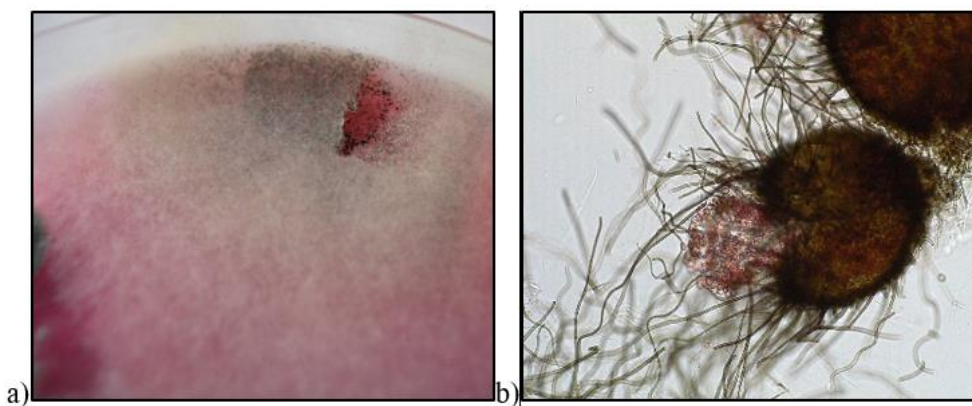


**Fig. 6.25 – *Chaetomium* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)**  
**Fig. 6.25 – *Chaetomium* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)**

Genul *Verticillium* (Fig. 6.26)

Agentul patogen din sol *Verticillium* este recunoscut la nivel mondial că provoacă ofilirea a peste 160 de specii de plante (Schnathorst, 1981).

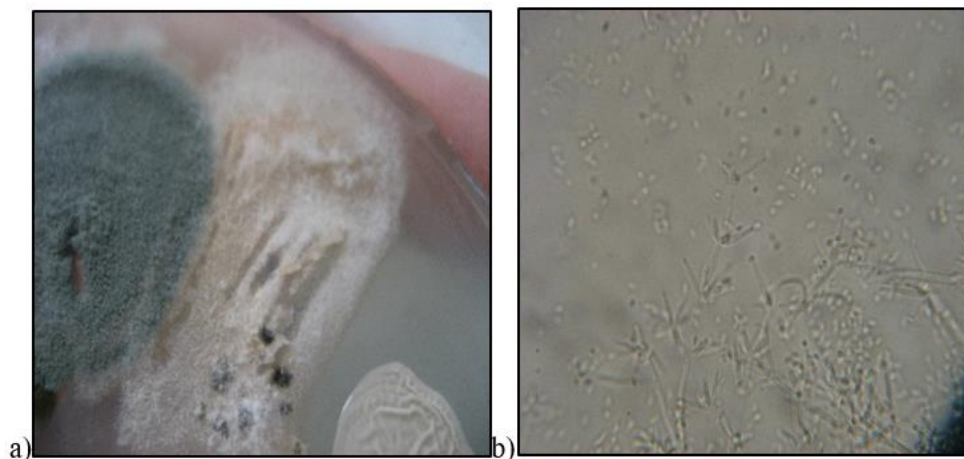


Fig. 6.26 – *Verticillium* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)  
Fig. 6.26 – *Verticillium* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)

Genul *Mycogone* (Fig. 6.27)

Speciile genului *Mycogone* sunt cunoscute ca fiind responsabile de transmiterea unor boli comune la alte clase de ciuperci, distribuite la nivel global, cu rate de incidență diferite, prin intermediul solului, apei, prafului (Gea ș.a., 2010).

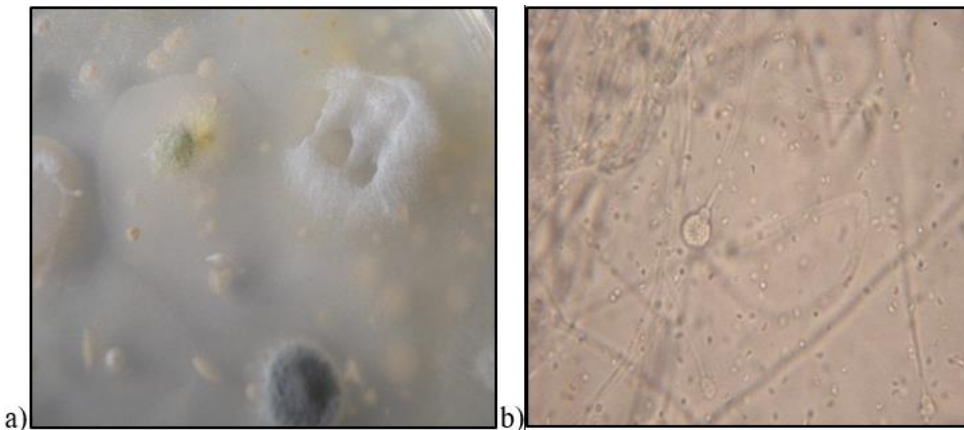


Fig. 6.27 – *Mycogone* spp. a) Imaginea macroscopică b) Imaginea microscopică (Original)  
Fig. 6.27 – *Mycogone* spp. a) Macroscopic image b) Microscopic image (Original)



**Capitolul 7**  
**CHAPTER 7**

**REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND INFLUENȚA  
SISTEMELOR DE LUCRARE ASUPRA ELEMENTELOR  
DE PRODUCTIVITATE LA GRÂUL DE TOAMNĂ**

***RESULTS AND DISCUSSIONS ON THE INFLUENCE OF  
TILLAGE SYSTEMS ON ELEMENTS OF PRODUCTIVITY AT  
WINTER WHEAT CROP***

Grâul de toamnă (*Triticum aestivum* L.) asigură peste 20 % din caloriiile și proteinele consumate de populația globală și a avut o contribuție semnificativă la asigurarea securității alimentare mondiale (Rathore ș.a., 2017 , Yan ș.a., 2018).

Având în vedere particularitățile actuale ale pieței, în condițiile utilizării multilaterale a grâului și a nevoii de satisfacere a nevoilor alimentare, fără nicio îndoială că este esențială creșterea randamentului și a calității cerealelor, precum și dezvoltarea unor tehnologii agricole care să sporească producția. În acest sens, un rol deosebit de important îl are identificarea practicilor adecvate de lucrare a solului.

Potrivit Ortiz ș.a. (2008) creșterea randamentului culturilor poate fi reglementată prin diferite practici agricole, considerând că agricultura de conservare, respectiv NT îmbunătățește în mod eficient agregatele structurale ale solului, capacitatea de reținere a apei și poate preveni eroziunea solului, ajutând cultura de grâu să se adapteze schimbărilor climatice.

Randamentul grâului în condițiile încălzirii globale a crescut semnificativ prin ajustarea practicilor de agricole, iar Mohamad ș.a. (1999) este de părere că impactul încălzirii globale asupra creșterii și randamentului culturii grâului poate fi diferit în funcție de sistemul de prelucrare a solului.

Așa cum afirmă și Godfray ș.a. (2010) lucrarea solului este o practică importantă și de bază în sectorul agricol ce a contribuit considerabil la îmbunătățirea productivității culturilor.

În urma realizării unui experiment pentru evaluarea beneficiilor aplicării îngrășămintelor organice combinate cu diferite metode de lucrare a solului asupra

componentelor calitative și cantitative la cultura grâului de toamnă, Debiase ș.a. (2016) au indicat că este posibilă înlocuirea tehnicilor tradiționale de lucrare a solului cu NT fără a reduce performanțele productive ale grâului.

Rusu (2014) a realizat un experiment pe un câmp experimental de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca, la care în vederea prelucrării solului au fost luate în studiu trei variante de lucrare: CT, MT și NT într-o rotație de porumb, soia, fasole și grâu de toamnă. Rezultatele au arătat că sistemul de lucrare a solului influențează producțiile în funcție de planta cultivată. La cultura porumbului cea mai ridicată producție a fost obținută în cazul variantei CT și NT. Cultura de soia a avut cea mai bună reacție în cazul rotației atât în varianta NT, cât și în varianta MT, iar la cultura grâului de toamnă cea mai ridicată producție de 3986 kg/ha s-a obținut în NT.

În experimentul efectuat de către Huang ș.a. (2012) pentru a determina efectele sistemelor de prelucrare a solului (CT, NT, NTSS - semănat direct în miriște de grâu, NTS - semănat direct + mulci de grâu) asupra randamentului culturii grâului de toamnă (*Triticum aestivum* L.), rezultatele au sugerat că fermierii ar trebui să ia în considerare adoptarea unor practici de conservare a solului datorită beneficiilor aduse randamentului grâului de toamnă.

Sistemul NTS a îmbunătățit semnificativ randamentul culturilor cu 15,6-16,8 %, iar sistemul NTSS l-a îmbunătățit cu 7,0-12,8 %, comparativ cu sistemul CT.

Munteanu ș.a. (2008) consideră că pentru a obține o producție mare în cazul grâului de toamnă este necesară includerea acestuia într-un sistem de cultură rațional, condiție necesară atât pentru solul fertil, bine întreținut, dar absolut obligatoriu și pentru solul slab fertil, infestat cu buruieni, boli și dăunători, rotația culturilor fiind o opțiune pentru combaterea și prevenirea bolilor, dăunătorilor și buruienilor.

Studiind efectul a trei variante de lucrare a solului (RT, DT, CT) pe două sezoane de vegetație, asupra înălțimii plantelor, Ramadhan (2021) a obținut date care au arătat că înălțimea plantelor a fost semnificativ afectată de sistemele de prelucrare a solului. Cele mai înalte plante au fost înregistrate în DT și CT (183,45; 182,00 cm și 184,27; 180,48 cm în sezonul 1 și respectiv în sezonul 2). Plantele mai scunde au fost înregistrate în RT (170,23 în sezonul 1 și 169,69 în cel de-al doilea sezon).

În timp ce Zhang ș.a. (2018) susțin că lucrările CV intensive și continue de prelucrare a solului au distrus stabilitatea structurală și conținutul de nutrienți al solului, reducând astfel productivitatea grâului de toamnă, Șip ș.a. (2013) arată că eliminarea lucrării solului pe perioade lungi are ca rezultat un efect pozitiv pentru primii câțiva ani, dar pe termen lung renunțarea la lucrările solului crește valorile *Da* și a RP (rezistenței la penetrare) în stratul de sol 10-20 cm, reducând astfel randamentul cerealelor.

Deac Valeria ș.a. (2015) au obținut rezultate care arată că planta premurgătoare are un efect deosebit asupra producției grâului de toamnă, după realizarea unor experiențe cu rotații care au început în 1967 la Stațiunea de Cercetare și Dezvoltare Agricolă Turda. Rezultatele înregistrate au arătat influența semnificativă a plantelor premurgătoare asupra productivității grâului, obținând cel mai mare randament după soia, cu o producție mai mare cu 1494 kg/ha comparativ cu cele înregistrate la grâul cultivat după porumb.

Un studiu realizat de către Ren ș.a. (2019) timp de trei ani, efectuat la trei date de semănat (SD1 - 20 septembrie, SD2 - 1 octombrie și SD3 - 10 octombrie, sugerează că pentru productivitatea grâului de toamnă (*Triticum aestivum* L.) este esențială data semănatului și norma de însămânțare. Rezultatele au indicat faptul că acestea afectează randamentul cerealelor prin dezvoltarea culturii înainte de intrarea în iarnă și afectează, de asemenea, consumul de apă din sol în diferite perioade de creștere. Prin selectarea datei potrivite pentru semănat (1 octombrie) în combinație cu norma de însămânțare adecvată de 90 kg ha<sup>-1</sup>, s-a obținut cel mai bun randament. Pe baza acestor rezultate au recomandat ca data uzuală de semănat să fie amânată de la 22 sau 23 septembrie până la 1 octombrie.

În urma studiului realizat de către Paula Ioana Moraru și Rusu (2012) privind evaluarea efectelor sistemelor CV, NT și MT asupra producției de grâu, porumb și soia, producția de grâu din NT și MT nu a înregistrat diferențe semnificative, în schimb producția de soia a fost afectată semnificativ de MT și NT, iar porumbul a răspuns mai bine la afânarea solului.

An Van den Putte ș.a. (2010) au realizat o analiză a 47 de studii europene și 563 de observații care compară producția culturilor în condiții de prelucrare CV, NT și RT a solurilor, în urma căreia au concluzionat că lucrarea de conservare a solului reprezintă o opțiune viabilă pentru agricultura europeană din punct de vedere al productivității agricole. Efectele negative potențiale pot fi reduse prin utilizarea unei rotații a culturilor care să includă alte culturi decât cerealele, dar și asigurând adâncimea suficientă de lucrare a solului.

Examinarea influenței sistemelor de lucrare asupra producției de grâu din lucrarea lui Biberdzic ș.a. (2020) a arătat că experimentul realizat în Serbia, între 2014-2017, prin aplicarea prelucrării CV, RT, NT și grapa cu discuri, cea mai mare producție medie de grâu s-a obținut în sistemul CV de prelucrare a solului (4033 kg/ha) și a fost semnificativ mai mare decât producția obținută în alte variante de lucrare.

Un experiment înființat în 1969 în partea de vest a Elveției a avut ca scop analiza evoluției producției culturilor sub influența reducerii lucrărilor solului. Rezultatele au arătat că după 44 de ani, toate tratamentele de prelucrare a solului au permis menținerea unor producții similare pe termen lung. Rezultatele au arătat că producția culturilor poate fi menținută la un nivel ridicat utilizând sistemele de

prelucrare reduse, care asigură în același timp o fertilitate ridicată și o calitate structurală (Buchi ș.a., 2017).

Pe baza rezultatelor obținute în decursul celor trei ani de experiență, în cele ce urmează vom analiza cum au influențat variantele de lucrare a solului studiate elementele de productivitate dar și producția la cultura grâului de toamnă.

## 7.1 Parametrii biometrici

### 7.1 *Biometric parameters*

În cadrul experienței, s-a utilizat soiul *Glosa*, soi înregistrat în anul 2005 și creat la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea (INCDA).

Ca și caracteristică fiziologică principală se remarcă prin rezistența bună la cădere, la iernare, arșiță și la secetă, iar în ceea ce privește caracteristicile morfologice se deosebește prin lungimea paiului, cu dimensiuni cuprinse între 85-95 cm, boabele de mărime mijlocie, de culoare roșie, care în condiții normale de cultură au masa a 1000 de boabe de 42-43 g și masa hectolitrică de 76-82 kg/hl.

În tabelul 7.1 sunt prezentate valorile medii din perioada studiată 2016-2019, de unde putem observa că lungimea cea mai mare a plantei, de 79,0 cm, a fost întâlnită în cel de-al doilea an de experiență, 2017-2018 la varianta NT.

În ceilalți doi ani de experiență, valori mai mari în ceea ce privește lungimea medie a plantelor s-au obținut tot în varianta NT, 75,6 cm pe anul agricol 2016-2017, respectiv 73,8 cm în ultimul an de experiență 2018-2019.

În medie, cea mai mare lungime a plantelor s-a obținut în varianta NT, 76,1 cm, pe când în varianta CV s-a determinat cea mai mică lungime a plantei (74,3 cm).

În urma interpretării statistice a valorilor ce corespund lungimii plantelor de grâu (tabelul 7.1) s-a observat că diferențele înregistrate în varianta NT au fost foarte semnificative, comparativ cu matorul, cu excepția valorilor obținute în anul primul an agricol studiat care a obținut o diferență neasigurată statistic.

Lungimea spicului, ca și în cazul lungimii plantei, a fost mai mare în varianta NT, înregistrând o medie de 7,1 cm, pe când varianta CV a prezentat o valoare medie de 6,6 cm (tabelul 7.2).

Analiza statistică a valorilor lungimii spicului au evidențiat obținerea unor diferențe pozitive, foarte semnificative, în cazul variantei NT, diferențele indicând o variație cuprinsă între 0,1 și 1,1 cm.

Conform informației că înălțimea plantelor reflectă dezvoltarea realizată în perioada de creștere, datele au arătat că înălțimea plantei a fost afectată semnificativ de sistemele de prelucrare a solului, astfel încât putem concluziona că prin diferențele obținute, varianta NT este mult peste varianta CV.

Tabelul 7.1

Table 7.1

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Lungimii plantei  
la cultura grâului de toamnă – valori medii 2016-2019 (original)**  
**The influence of tillage systems on Plant height for winter wheat crop – medium  
values 2016-2019 (original)**

| Anul               | Varianta    | Lungimea plantei |                     | Diferența<br>(cm) | Semnificația |
|--------------------|-------------|------------------|---------------------|-------------------|--------------|
|                    |             | (cm)             | % față de<br>martor |                   |              |
| 2016-2017          | CV - Martor | 72,5             | 100,00              | 0,0               | Mt           |
|                    | NT          | 72,5             | 100,00              | 0,0               | ns           |
| 2017-2018          | CV - Martor | 77,0             | 100,00              | 0,0               | Mt           |
|                    | NT          | 79,0             | 102,60              | 2,0               | xxx          |
| 2018-2019          | CV - Martor | 73,5             | 100,00              | 0,0               | Mt           |
|                    | NT          | 73,8             | 100,41              | 0,3               | xxx          |
| Media<br>2016-2019 | CV - Martor | 74,3             | 100,00              | 0,0               | Mt           |
|                    | NT          | 76,1             | 102,42              | 1,8               | xxx          |

Tabelul 7.2

Table 7.2

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Lungimii spicului  
la cultura grâului de toamnă – valori medii 2016-2019 (original)**  
**The influence of tillage systems on Ear height for winter wheat crop – medium  
values 2016-2019 (original)**

| Anul               | Varianta    | Lungimea spicului |                     | Diferența<br>(cm) | Semnificația |
|--------------------|-------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------|
|                    |             | (cm)              | % față de<br>martor |                   |              |
| 2016-2017          | CV - Martor | 6,1               | 100,00              | 0,0               | Mt           |
|                    | NT          | 7,2               | 118,03              | 1,1               | xxx          |
| 2017-2018          | CV - Martor | 7,2               | 100,00              | 0,0               | Mt           |
|                    | NT          | 7,5               | 104,17              | 0,3               | xxx          |
| 2018-2019          | CV - Martor | 6,5               | 100,00              | 0,0               | Mt           |
|                    | NT          | 6,6               | 101,54              | 0,1               | xxx          |
| Media<br>2016-2019 | CV - Martor | 6,6               | 100,00              | 0,0               | Mt           |
|                    | NT          | 7,1               | 107,58              | 0,5               | xxx          |

## 7.2 Elementele de productivitate

### 7.2 *Productivity elements*

Numărul de boabe pe spic, care este un element important de productivitate, a prezentat în primul an de experiență valorile cele mai mici în varianta CV, cu un număr mediu de 28 de boabe, pe când varianta NT a înregistrat o medie de 29 de boabe pe spic. Situația s-a repetat și în următorii doi ani de experiență, varianta NT obținând valori superioare variantei CV (tabelul 7.3).

Rezultatele celor trei ani analizați arată că varianta NT a înregistrat o medie a numărului de boabe pe spic de 29,6 comparativ cu varianta CV care a avut o medie de 28 boabe pe spic.

Diferența față de martor, obținută la varianta NT, cu referire la numărul de boabe pe spic a fost pozitivă, foarte semnificativă, în cazul tuturor valorilor obținute de-a lungul celor trei ani de experiență.

Tabelul 7.3

Table 7.3

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Numărului de boabe pe spic  
la cultura grâului de toamnă – valori medii 2016-2019 (original)**  
***The influence of tillage systems on Number of kernels per ear for winter wheat crop - medium  
values 2016-2019 (original)***

| Anul                       | Varianta    | Nr. boabe spic |                  | Diferența  | Semnificația |
|----------------------------|-------------|----------------|------------------|------------|--------------|
|                            |             | boabe          | % față de martor |            |              |
| 2016-2017                  | CV - Martor | 28             | 100,00           | 0,0        | Mt           |
|                            | NT          | 29             | 103,57           | 1,0        | xxx          |
| 2017-2018                  | CV - Martor | 32             | 100,00           | 0,0        | Mt           |
|                            | NT          | 35             | 109,38           | 3,0        | xxx          |
| 2018-2019                  | CV - Martor | 24             | 100,00           | 0,0        | Mt           |
|                            | NT          | 25             | 104,17           | 1,0        | xxx          |
| <b>Media<br/>2016-2019</b> | CV - Martor | <b>28,0</b>    | 100,00           | 0,0        | Mt           |
|                            | NT          | <b>29,6</b>    | <b>105,71</b>    | <b>1,6</b> | <b>xxx</b>   |

O analiză de ansamblu asupra perioadei investigate evidențiază faptul că valorile MH au fost mai reduse în varianta CV comparativ cu varianta NT (tabelul 7.4).

Analiza statistică a valorilor medii dovedește că varianta NT a influențat pozitiv valorile MH obținând o diferență medie de 0,7 kg/hl, diferență foarte semnificativă.

Rezultatele celor trei ani analizați arată că valorile indicatorului MMB (tabelul 7.5) au variat între 37,5 - 42,9 g la varianta NT și 36,9 - 42,7 g la varianta CV, iar analiza statistică a evidențiat diferențe foarte semnificative cuprinse între 0,2 și 0,6 g față de martor.

Diferențe notabile s-au înregistrat în cel de al doilea an de experiență obținându-se cele mai mari valori atât în ceea ce privește MH cât și MMB.

Tabelul 7.4

Table 7.4

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra Masei hectolitrice  
la cultura grâului de toamnă – valori medii 2016-2019 (original)**  
*The influence of tillage systems on Hectolitic mass for winter wheat crop - medium  
values 2016-2019 (original)*

| Anul               | Varianta    | MH          |                     | Diferența<br>(kg/hl) | Semnificația |
|--------------------|-------------|-------------|---------------------|----------------------|--------------|
|                    |             | (kg/hl)     | % față de<br>martor |                      |              |
| 2016-2017          | CV - Martor | 80,4        | 100,00              | 0,0                  | Mt           |
|                    | NT          | 80,9        | 100,62              | 0,5                  | xxx          |
| 2017-2018          | CV - Martor | 80,8        | 100,00              | 0,0                  | Mt           |
|                    | NT          | 81,3        | 100,60              | 0,5                  | xxx          |
| 2018-2019          | CV - Martor | 74,5        | 100,00              | 0,0                  | Mt           |
|                    | NT          | 75,8        | 101,74              | 1,3                  | xxx          |
| Media<br>2016-2019 | CV - Martor | <b>78,6</b> | 100,00              | 0,0                  | Mt           |
|                    | NT          | <b>79,3</b> | <b>100,89</b>       | <b>0,7</b>           | xxx          |

Tabelul 7.5

Table 7.5

**Influența sistemelor de lucrare a solului asupra MMB  
la cultura grâului de toamnă – valori medii 2016-2019 (original)**  
*The influence of tillage systems on Thousand grain weight for winter wheat crop – medium  
values 2016-2019 (original)*

| Anul               | Varianta    | MMB         |                     | Diferența<br>(g) | Semnificația |
|--------------------|-------------|-------------|---------------------|------------------|--------------|
|                    |             | (g)         | % față de<br>martor |                  |              |
| 2016-2017          | CV - Martor | 39,4        | 100,00              | 0,0              | Mt           |
|                    | NT          | 39,7        | 100,76              | 0,3              | xxx          |
| 2017-2018          | CV - Martor | 42,7        | 100,00              | 0,0              | Mt           |
|                    | NT          | 42,9        | 100,47              | 0,2              | xxx          |
| 2018-2019          | CV - Martor | 36,9        | 100,00              | 0,0              | Mt           |
|                    | NT          | 37,5        | 101,63              | 0,6              | xxx          |
| Media<br>2016-2019 | CV - Martor | <b>39,6</b> | 100,00              | 0,0              | Mt           |
|                    | NT          | <b>40,0</b> | <b>101,01</b>       | <b>0,4</b>       | xxx          |

### 7.3 Producțiile obținute

#### 7.3 Yields

Analiza rezultatelor referitoare la producțiile obținute a evidențiat faptul că modul de lucrare al solului are o influență semnificativă asupra producției grâului de toamnă, aspect ce reiese din datele prezentate în tabelul 7.6.

Tabelul 7.6

Table 7.6

**Producția obținută (kg/ha) în perioada studiată, 2016-2019 (original)**

**Yield recorded during 2016-2019 (original)**

| Anul               | Varianta    | Producția |                     | Diferența<br>(kg/ha) | Semnificația |
|--------------------|-------------|-----------|---------------------|----------------------|--------------|
|                    |             | (kg/ha)   | % față de<br>martor |                      |              |
| 2016-2017          | CV - Martor | 4366      | 100,00              | 0,0                  | Mt           |
|                    | NT          | 5430      | 124,37              | 1064,0               | xxx          |
| 2017-2018          | CV - Martor | 5674      | 100,00              | 0,0                  | Mt           |
|                    | NT          | 6250      | 110,15              | 576,0                | xxx          |
| 2018-2019          | CV - Martor | 4831      | 100,00              | 0,0                  | Mt           |
|                    | NT          | 5094      | 105,44              | 263,0                | xxx          |
| Media<br>2016-2019 | CV - Martor | 4957      | 100,00              | 0,0                  | Mt           |
|                    | NT          | 5591      | 112,79              | 634,0                | xxx          |

Pe parcursul celor trei ani studiați, producțiile obținute au înregistrat niveluri diferite. Astfel, în cel de-al doilea an de observații (2017-2018) s-au obținut cele mai ridicate producții atât în varianta semănat direct cât și în cea CV, acesta putând fi considerat cel mai bun an în privința producțiilor obținute. Varianta NT a înregistrat un randament de 6250 kg/ha, superior variantei CV la care s-au înregistrat numai 5674 kg/ha.

Cele mai scăzute producții au fost înregistrate la nivelul tuturor celor trei ani agricoli în varianta CV, ce a obținut o producție de 4366 kg/ha în primul an, 5674 kg/ha în cel de-al doilea și 4831 kg/ha în ultimul an investigat.

În anul agricol 2018-2019, varianta NT, la fel ca și în anii anterior studiați, a înregistrat din nou o producție superioară variantei CV, obținându-se 5094 kg/ha, comparativ cu varianta lucrată clasic unde s-au obținut 4831 kg/ha.

Atât producțiile anuale cât și producția medie pe cei trei ani ne indică diferențe asigurate statistic între varianta NT și varianta martor CV. Sporul mediu de producție la varianta NT a fost de 634 kg/ha față de varianta martor la care s-a obținut o producție medie de 4957 kg/ha.

Analiza grafică a producțiilor obținute (fig. 7.1) de-a lungul celor trei ani de experiență, evidențiază că varianta NT a asigurat producții superioare celei lucrate convențional, dovadă a faptului că aceasta reprezintă o alternativă excelentă pentru creșterea randamentului culturilor. Aceasta s-a datorat faptului că varianta NT a asigurat în timp o stare fizică a solului mai bună, a contribuit la conservarea și păstrarea apei în sol și a determinat o activitate mai intensă a micropopulației utile a solului.

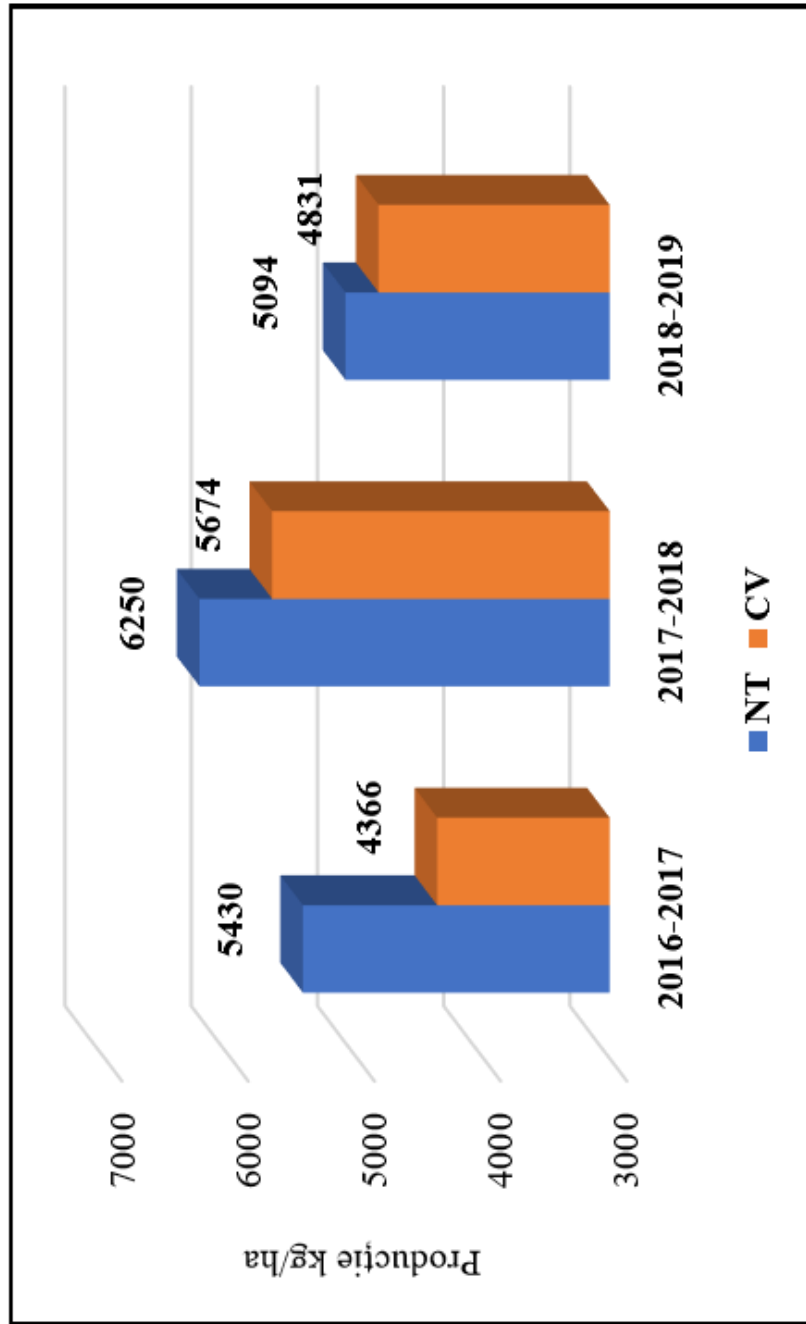


Fig. 7.1 – Influența sistemelor de lucrare asupra producției, 2016 – 2019

*Fig. 7.1 – The influence of tillage systems on yield, 2016 - 2019*



## Capitolul 8 CHAPTER 8

### CONCLUZII GENERALE

### GENERAL CONCLUSIONS

Cercetările privind influența sistemelor de lucrare a solului, efectuate în perioada 2016-2019, au evidențiat următoarele concluzii:

#### 8.1 Influența sistemelor de lucrare asupra proprietăților fizice și hidrofizice

##### ► Densitatea aparentă ( $D_a$ )

1. Analizând amplitudinea de variație a valorilor  $D_a$ , putem observa ușor tendința de creștere treptată a valorilor  $D_a$  în cazul ambelor variante de lucrare, de la semănat până la recoltare, cât și în funcție de orizontul studiat, care la rândul său a prezentat valori din ce în ce mai mari pe măsura creșterii adâncimii.

2. Privind în ansamblu valorile medii ale  $D_a$  în cei trei ani experimentali, putem observa că varianta NT a înregistrat cele mai mici valori,  $1,28 \text{ g/cm}^3$  la semănat ca medie pe adâncimea 0-40 cm, în timp ce varianta CV a înregistrat o medie de  $1,33 \text{ g/cm}^3$ .

3. Analizele efectuate au indicat faptul că cele mai mari valori ale indicatorului studiat au fost obținute în varianta CV, care a înregistrat valori preponderent mai mari față de varianta NT, atingând un maxim de  $1,46 \text{ g/cm}^3$  la recoltarea culturii de grâu. Având în vedere situația dată putem spune că lucrările cu agregate complexe de prelucrat solul, care presupun mai multe treceri au determinat o tasare mai puternică.

4. Rezultatele obținute în varianta CV indică prezența unui strat de sol compactat, aflat sub adâncimea de lucru a plugului, apărut datorită executării lucrărilor de bază ale solului, pe când valorile mai mici din varianta NT se pot datora faptului că în cazul acestei variante toate lucrările solului s-au executat printr-o singură trecere cu ajutorul unui utilaj complex care realizează atât afânarea și prelucrarea solului pe rând, cât și fertilizarea și însămânțarea acestuia.

5. Din analiza statistică a datelor obținute în funcție de adâncime au rezultat valori ale **Da** asigurate statistic.

6. Experimentul a demonstrat că utilizarea practicilor NT s-a dovedit a avea efecte benefice asupra indicatorului studiat, fapt care confirmă concluziile studiului efectuat de Mbuthia ș.a. (2015), conform căruia pe lângă multe alte beneficii, prelucrarea redusă determină o reducere a compactării solului.

#### ► Structura solului

##### a) Stabilitatea hidrică a agregatelor macrostructurale (**HS** %)

1. Analiza **HS** la cultura grâului de toamnă a arătat o creștere a gradului de stabilitate în ambele variante studiate, începând de la semănat și până la recoltare, dar și din orizontul superior (0-10 cm) până la ultimul orizont studiat (30-40 cm).

2. În cazul valorilor medii privind **HS** pe profilul 0-40 cm obținute în cei trei ani de experiență, varianta NT a înregistrat valoarea cea mai mare, de 70,085 % la semănat, în timp ce în cazul variantei CV s-a obținut o valoare a agregatelor hidro stabile inferioară, de 66,792 %.

3. Analizând valorile medii obținute, s-a putut observa că valorile **HS** au crescut liniar de la o epocă la alta, în ambele variante de lucrare studiate, valorile acestui parametru îmbunătățindu-se constant.

4. Investigațiile au arătat de asemenea, superioritatea variantei NT față de varianta CV, făcând posibilă încadrarea solului din varianta NT în clasa solurilor „bine structurate”, pe când solul din varianta lucrată convențional s-a încadrat în clasa solurilor „parțial structurate”, conform scării de apreciere propuse de Guș ș.a. (2003). Rezultatele sunt în concordanță cu cercetările efectuate de Machado ș.a. (2015) care este de părere că prelucrarea conservativă a solului care implică lucrări reduse și perturbări minime ale ecosistemului favorizează îmbunătățirea structurii solului.

5. Analiza statistică a valorilor **HS** a evidențiat o diferență semnificativă atât în cazul mediilor pe variante de lucrare a solului cât și în cazul valorilor medii pe adâncime.

##### b) Distribuția agregatelor de structură

1. O analiză a valorilor medii obținute pe intervalul 0-40 cm în decursul celor trei ani, indică la „semănat” valori mai ridicate ale agregatelor cu diametrul cuprins între 1-5 mm în varianta clasică (46,4 %), comparativ cu varianta conservativă (38,9 %), pe când analiza valorilor medii obținute în cazul celorlalte două stadii de vegetație ne arată că varianta NT a înregistrat valori mai mari, pe „vegetație” unde s-a obținut un procent de 35,9 % față de 27,1 % în varianta CV. Aceeași situație s-a întâlnit și la „recoltare”, când valorile medii pe intervalul 0-40 cm ale gregatelor cu diametrul cuprins între 1-5 cm au fost de 41,9 % în NT și de 41,1 % în CV.

2. Analizele realizate în toamnă, la „semănat”, au evidențiat că agregatele cu diametrul mai mare de 8 mm au predominat în cazul variantei NT pe orizontul 20-30 cm (46,5 %), pe când în varianta clasică s-a observat un procent mult mai scăzut.

3. Din analiza datelor obținute pe vegetație, s-a constatat că pe adâncimea 0-40 cm, procentul cel mai ridicat de participare l-au avut agregatele cu diametrul cuprins între 1-5 mm, în varianta NT, de 35,9 %, comparativ cu varianta CV, unde procentul de participare al acestora a fost de numai 27,1 %. De asemenea, se poate observa o valoare mai ridicată a agregatelor mai mici de 1 mm în varianta conservativă (5,9 %) față de varianta lucrată cu plugul cu întoarcerea brazdei (3,7 %).

4. Analizând valorile medii pe întreg profilul de sol la recoltarea grâului de toamnă, s-a observat că procentele în care s-au regăsit diferitele categorii de agregate structurale în cele două variante de lucrare a solului au devenit relativ apropiate.

#### ► Umiditatea solului

Efectuarea determinărilor pentru a evidenția impactul variantei de lucrare asupra umidității solului a presupus recoltarea probelor de sol pe parcursul celor trei ani studiați, în 5 etape în anul întâi, 7 în cel de-al doilea an și 5 în ultimul an de studiu. Având în vedere că pentru exactitatea datelor determinările s-au făcut până la adâncimea de 90 cm, din câte cinci puncte de pe fiecare variantă de lucrare a solului și trei repetiții pe fiecare interval de adâncime, au rezultat un număr de 180 fiole analizate la fiecare etapă, rezultând un total de 3060 fiole, în urma cărora s-au desprins următoarele concluzii:

1. Umiditatea solului a înregistrat diferențe de-a lungul celor trei ani de experiență, valorile medii demonstrând că umiditatea solului a fost mai mare la semănat și pe vegetație în varianta NT, ceea ce a favorizat dezvoltarea plantelor și nivelul producției.

2. Având în vedere că luna octombrie, anterioară semănatului din toamna lui 2016 (realizat la data de 7 noiembrie) a înregistrat o medie lunară a precipitațiilor de 212,00 mm, cu 187,4 mm peste media multianuală, analizele au arătat că varianta NT a înregistrat o medie a umidității pe intervalul 0-90 cm mult mai mare (22,388 %) decât media de pe același interval a variantei CV (19,560 %). Făcând această corelație putem remarca că varianta NT a păstrat mai bine apa în sol.

3. Și precipitațiile căzute în cel de-al doilea an agricol studiat și-au pus amprenta asupra conținutului de umiditate al solului. Astfel la semănat, media de pe intervalul 0-90 cm în cazul NT a fost de 16,992 %, iar varianta CV a prezentat o situație și mai sensibilă, cu o valoare de 15,282 % pe același interval de adâncime, datorată faptului că în toamna lui 2017 s-a înregistrat o abatere a precipitațiilor de doar 5 mm față de media multianuală.

4. Umiditatea mai scăzută în varianta CV se datorează și faptului că pentru prelucrarea și pregătirea patului germinativ s-au executat o serie de lucrări ale solului, reprezentate de lucrarea de bază, arat la 20 cm adâncime, prelucrarea arăturii și pregătirea patului germinativ cu combinatorul, menținând astfel starea de fertilitate a solului, dar totodată s-a făcut mobilizarea și aerarea solului, ceea ce a condus la pierderea unei cantități importante de apă din sol, aceasta reprezentând diferența dintre cele două variante de lucrare a solului.

5. Rezultatele obținute în urma acestor analize sunt în conformitate cu rezultatele lui Sokolowski (2020) care a obținut o umiditate gravimetrică mai mare în cazul parcelelor fără prelucrare. De asemenea Sifuentes-Ibarra ș.a. (2018) este de părere că umiditatea mai mare se datorează prezenței reziduurilor de cultură pe suprafața solului, care reduc pierderile prin evaporare.

## **8.2 Influența sistemelor de lucrare asupra populațiilor de microorganisme**

Pentru evidențierea impactului variantei de lucrare a solului asupra grupelor de bacterii  $G^+$  și  $G^-$ , a fixatorilor de azot liberi, aerobi și anaerobi, precum și asupra micromicetelor, s-au prelevat probe de sol de la cultura grâului de toamnă semănat în sistem CV și NT, anual, în perioada 2016-2019, pe parcursul a patru stadii de vegetație, iar rezultatele permit evidențierea următoarelor concluzii generale:

### **► Ponderea microorganismelor în sol**

1. Valorile numerice privind prezența microorganismelor în sol ca medie pe cei trei ani studiați au arătat că urmare a influenței sistemelor de lucrare aplicate la cultura grâului de toamnă, numărul microorganismelor izolate în sistemul de lucrare NT au fost de  $360 \times 10^3$  UFC/g sol, în timp ce în varianta CV a rezultat o medie de  $392,7 \times 10^3$  UFC/g sol.

2. Rezultatele au indicat că procentul micromicetelor în NT, ca medie pe anii studiați, a fost de 5,4 %, iar în CV au evidențiat o proporție de numai 2,5 %, rezultate care sunt în conformitate cu afirmațiile lui Helgason ș.a. (2009) care este de părere că prezența ciupercilor este mai numeroasă în cazul practicilor conservative comparativ cu sistemul CV.

3. Tot în ceea ce privește numărul total de microorganisme, pe perioada cercetărilor, în NT s-a constatat o creștere treptată a acestora, pornind de la valoarea de  $321,8 \times 10^3$  UFC/g sol în cel dintâi an și ajungând la valoarea de  $390,3 \times 10^3$  UFC/g sol, pe când varianta CV a prezentat o distribuție mai puțin uniformă, analizele evidențiind în primul an un număr maxim de  $430,2 \times 10^3$  UFC/g sol, după care numărul lor s-a micșorat brusc în cel de-al doilea an investigat, ajungând la valoarea de  $290,3 \times 10^3$  UFC/gr sol.

4. Media rezultatelor pe cei trei ani a evidențiat valori superioare ale prezenței tuturor grupelor de microorganisme studiate în varianta semănat direct (NT).

► **Bacterii G+, G- și fixatoare de azot**

1. Rezultatele privind abundența bacteriilor au arătat că predominante de-a lungul fiecărui an studiat, în ambele variante de lucrare a solului și în cazul tuturor celor patru stadii analizate, au fost tulpinile bacteriene G<sup>-</sup>.

2. În ceea ce privește abundența bacteriilor G<sup>+</sup> acestea au înregistrat valori superioare în varianta NT însă evidente au fost și valorile superioare din stadiul de „înfrățire” pe toată perioada studiată, fapt datorat păstrării resturilor vegetale de la cultura precedentă la suprafața solului care măresc cantitatea de materie organică și influențează pozitiv dezvoltarea bacteriilor.

3. De asemenea, în NT rezultatele medii au evidențiat tendința de creștere a numărului de bacterii de-a lungul perioadei de vegetație a grâului de toamnă, acesta înregistrând valori maxime în stadiul de „recoltare”, creșterea fiind corelată și cu nivelul ridicat al temperaturilor din iunie și iulie.

4. Observațiile efectuate au indicat că *Azotobacter chroococcum* a înregistrat așa cum era de așteptat o pondere mai mare în varianta CV, datorită faptului că aceste bacterii sunt aerobe, având o răspândire mai largă în solurile aerate și în prezența oxigenului.

5. Prezența *Clostridium pasteurianum*, care din punct de vedere numeric este mai mare în varianta NT, dovedește că solul nelucrat este mai slab aerat, condiție esențială pentru dezvoltarea fixatorului anaerob.

► **Spectrul de micromicete**

1. Analizele efectuate în decursul perioadei luate în studiu au condus la identificarea unui număr total de 11 genuri de micromicete de pe cele două variante de lucrare a solului investigate.

2. Rezultatele au indicat că procentul micromicetelor din NT a fost mai mare comparativ cu cel din CV.

3. Media celor trei ani de studiu arată că în cazul ambelor variante de lucrare, predominante au fost speciile ce aparțin genurilor *Penicillium*, care pe durata întregului studiu au înregistrat proporții maxime de 67,2 % până la 73,1 % în NT și de 54,0 % până la 69,8 % în CV.

4. Analiza valorilor demonstrează faptul că distribuția procentuală a principalelor genuri de micromicete este direct influențată, pe de o parte de sistemele de lucrare aplicate, iar pe de altă parte de stadiul de vegetație al culturii grâului de toamnă. Această concluzie este în conformitate cu rezultatele lui Moreno ș.a. (2021) care în urma investigațiilor privind influența NT și CV a afirmat că cea mai clară diferențiere în comunitatea micromicetelor este dată de anotimp și varianta de lucrare a solului.

5. Cercetările efectuate au arătat că în cazul variantei NT speciile genului *Penicillium* au avut o dezvoltare superioară variantei CV, anual, în trei din toate cele patru stadii analizate, stadiul de „recoltare” fiind singurul în care speciile genului *Penicillium* au avut procente mai mici decât CV.

6. Comparabile au fost și procentele genului *Trichoderma*, care s-a regăsit în topul celor mai întâlnite trei genuri și a obținut procente superioare în trei din cele patru stadii analizate, în fiecare an agricol, dar în varianta CV.

7. În cazul valorilor medii din perioada 2016-2019, speciile genului *Aspergillus*, au însumat valori superioare tot în cazul variantei CV, în trei din cele 4 stadii investigate, excepție făcând stadiul de „recoltare”.

8. Analizând dinamica sezonieră s-a constatat că în varianta NT au fost determinate procentele cele mai ridicate ale genului *Penicillium*, în stadiul de „înflorire”, când temperatura aerului a înregistrat cele mai ridicate valori.

### 8.3 Influența sistemelor de lucrare asupra elementelor de productivitate

#### ► Parametrii biometrici

1. În ceea ce privește lungimea plantelor, s-a observat că diferențele au apărut în funcție de varianta de lucrare utilizată; astfel, lungimea maximă de 79,0 cm a fost înregistrată în varianta NT, în cel de-al doilea an de experiență.

2. În cazul variantei CV s-a observat în mod evident cea mai mică lungime medie a plantelor, de 72,5 cm.

3. Media celor trei ani analizați a arătat o diferență de 1,8 cm între lungimea plantelor din cele două variante de lucrare utilizate.

4. De asemenea, spicul cu lungimea cea mai mică a fost regăsit tot în varianta CV, înregistrând o valoare de 6,1 cm.

#### ► Elementele de productivitate

1. Cultura analizată a înregistrat oscilații ale masei a 1000 de boabe (MMB) cuprinse între 37,5 g și 42,9 g, cu o medie a celor trei ani de 40,0 g, pe când în varianta lucrată CV valorile au oscilat între 36,9 g și 39,4 g, cu o medie de 39,4 g.

2. Varianta NT a generat un număr maxim de 35 boabe/spic în timp ce valoarea maximă în cazul variantei CV a fost de 32 boabe/spic.

3. În ceea ce privește masa hectolitrică (MH), s-a constatat că valorile înregistrate au fost mai mari în varianta NT comparativ cu CV.

#### ► Producțiile obținute

1. S-a constatat că în anul 2017-2018 s-a înregistrat cea mai mare producție din toți cei trei ani analizați, obținându-se 6250 kg/ha în varianta NT, în timp ce varianta lucrată CV a determinat o producție mai mică (5674 kg/ha).

2. S-a observat în mod evident că varianta NT și-a pus amprenta asupra producției, influențând favorabil valorile obținute în perioada 2016-2019. De altfel și în urma cercetărilor realizate de Rusu (2014) s-a concluzionat că variantele cu prelucrare redusă a solului reprezintă alternative tehnologice excelente datorită creșterii randamentului culturilor în comparație cu varianta CV.

3. În timp ce varianta lucrată CV a obținut în anul 2017 cea mai mică producție, de 4366 kg/ha, varianta NT a înregistrat o producție de 5430 kg/ha.

4. Cunosând faptul conform căruia precipitațiile scăzute reprezintă probleme majore asociate cu producția agricolă și având în vedere că varianta NT a înregistrat cea mai mică producție, din cei trei ani de studiu, în anul 2019, de 5094 kg/ha, rezultatul poate fi pus cu siguranță pe seama celei mai scăzute cantități de precipitații din perioada investigată (579,1 mm). Însă cu toate acestea, nivelul producției a fost totuși superior celui din varianta CV, unde s-au înregistrat doar 4831 kg/ha, cu 263 kg/ha mai puțin.

## RECOMANDĂRI

### RECOMMENDATION

► Rezultatele acestui studiu demonstrează că utilizarea sistemului NT ar putea determina valori mai mici ale **Da**, care la rândul său ar putea facilita proliferarea rădăcinilor, crescând rata de mișcare în sol a apei, aerului și azotului.

\*

\* \*

► Prin reducerea compactării solului se determină absorbția crescută a nutrienților esențiali și astfel se poate asigura creșterea productivității culturilor.

\*

\* \*

► Lucrarea solului în sistem NT ar putea oferi plantelor cantități suplimentare de apă și substanțe nutritive, conducând la o mobilitate crescută a nutrienților în rizosferă, care la rândul ei favorizează creșterea și dezvoltarea plantelor.

\*

\* \*

► Implementarea tehnologiei NT asigură o alimentare mai bună cu apă, este ideală pentru îmbunătățirea structurii solului și pentru un conținut mai ridicat a masei microbiene.

\*

\* \*

► Utilizarea NT ce implică lucrări reduse și perturbări minime ale ecosistemului solului duce la îmbunătățirea structurii, creșterea procentului de agregare al particulelor elementare și a conținutului de materie organică, îmbunătățirea ratei de infiltrare a apei și creșterea umidității solului.

\*

\* \*

► Dezvoltarea cunoștințelor cu privire la efectele sistemelor de prelucrare a solului este esențială pentru dezvoltarea unor tehnologii durabile, care să asigure o productivitate ridicată, reducând în același timp rata de degradare a solului.

\*

\* \*

► Rezultatele acestui studiu demonstrează că trebuie să fim responsabili atunci când alegem tehnologiile agricole, prin care trebuie nu doar să beneficiem doar de producții ridicate, ci să putem oferi un beneficiu pentru mediu și conservarea pe termen lung a solului.

\*

\* \*

► Studiile privind identificarea metodelor celor mai adecvate de lucrare a solului sunt deosebit de importante pentru îmbunătățirea proprietăților fizice și microbiologice a solului, dezvoltarea rădăcinilor și nivelul producțiilor.

\*

\* \*

► Având în vedere că micromicetele sunt mai eficiente în descompunerea materialului organic, precum și în asimilarea și stocarea nutrienților, dar și datorită faptului că numărul acestora a fost mai mare în NT, putem recomanda această tehnologie în vederea îmbunătățirii proprietăților biologice ale solului.

\*

\* \*

► Lucrarea NT poate fi promovată în vederea acumulării de materie organică la suprafața solului cu rol în creșterea biomasei microbiene, spre deosebire de lucrarea CV care amplifică compactarea și conduce la degradarea biodiversității solului.

\*

\* \*

► Cum prelucrarea solului determină sporirea comunităților microbiene din sol, se pot promova informații despre adoptarea tehnicilor de prelucrare care optimizează biodiversitatea solului.

## Capitolul 8 CHAPTER 8

### GENERAL CONCLUSIONS

Research on the influence of soil tillage systems, conducted during the period of 2016-2019, highlighted the following conclusions:

#### 8.1 The Influence of Tillage Systems on Physical and Hydro-Physical Properties

##### ► Bulk Density (*Bd*)

1. Analyzing the amplitude of variation in ***Bd*** values, we can easily observe a gradual increase in ***Bd*** values in both tillage variants, from sowing to harvesting, as well as depending on the studied horizon, which in turn presented higher values with increasing depth.

2. Looking at the overall mean values of ***Bd*** in the three experimental years, we can observe that the NT variant recorded the lowest values, 1.28 g/cm<sup>3</sup> at sowing as an average at a depth of 0-40 cm, while the CV variant recorded an average of 1.33 g/cm<sup>3</sup>.

3. The analyses carried out indicated that the highest values of the studied indicator were obtained in the CV variant, which recorded predominantly higher values than the NT variant, reaching a maximum of 1.46 g/cm<sup>3</sup> at wheat harvest. Given this situation, we can say that tillage with complex soil processing aggregates, which involve multiple passes, determined a stronger compaction.

4. The results obtained in the CV variant indicate the presence of a compacted soil layer below the plow depth, which appeared due to the execution of the basic soil tillage, while the lower values in the NT variant may be due to the fact that all tillage operations were carried out in a single pass using a complex machine that performs both soil cultivation and processing, fertilization, and sowing.

5. From the statistical analysis of the data obtained according to depth, statistically significant values of ***Bd*** were obtained.

6. The experiment demonstrated that the use of NT practices has been shown to have beneficial effects on the studied indicator, confirming the conclusions of the study conducted by Mbuthia et al. (2015), according to which reduced tillage not only has many other benefits but also reduces soil compaction.

#### ► Soil Structure

##### a) Water Stability of Macrostructural Aggregates (*HS* %)

1. The analysis of *HS* for the winter wheat crop showed an increase in stability degree in both studied variants, from sowing until harvest, and from the upper horizon (0-10 cm) to the last studied horizon (30-40 cm).

2. Regarding the average values of *HS* on the 0-40 cm profile obtained during the three years of the experiment, the NT variant recorded the highest value, of 70.085 % at sowing, while in the CV variant, a lower value of hydro-stable aggregates was obtained, of 66.792 %.

3. Analyzing the average values obtained, it was observed that *HS* values increased linearly from one period to another, in both studied variants, with constant improvement of this parameter.

4. The investigations also showed the superiority of the NT variant over the CV variant, allowing the soil from the NT variant to be classified as „well-structured” according to the soil classification scale proposed by Guş et al. (2003), while the soil from the conventionally worked variant was classified as „partially structured”. These results are consistent with the research conducted by Machado et al. (2015), who argue that conservative soil tillage, involving reduced work and minimal disturbances to the ecosystem, favors soil structure improvement.

5. The statistical analysis of *HS* values highlighted a significant difference both in the case of mean values for soil work variants and in the case of mean values by depth.

##### b) Distribution of Structural Aggregates

1. An analysis of the average values obtained over the 0-40 cm interval during the three years indicates higher values of aggregates with a diameter between 1-5 mm in the conventional variant (46.4 %) compared to the conservative variant (38.9 %) at sowing, while the analysis of the average values obtained for the other two vegetation stages shows that the NT variant recorded higher values for „vegetation” with a percentage of 35.9 % compared to 27.1 % in the CV variant. The same situation was encountered at "harvest", where the average values of aggregates with a diameter between 1-5 cm on the 0-40 cm interval were 41.9 % in NT and 41.1 % in CV.

2. The analyzes carried out in autumn, at „sowing”, highlighted that aggregates with a diameter greater than 8 mm predominated in the NT variant on the 20-30 cm horizon (46.5 %), while in the conventional variant, a much lower percentage was observed.

3. From the analysis of the data obtained during vegetation, it was found that on the 0-40 cm depth, the highest percentage of participation was recorded for aggregates with a diameter between 1-5 mm, in the NT variant, of 35.9 %, compared to the CV variant, where their participation percentage was only 27.1 %. Additionally, a higher value of aggregates smaller than 1 mm can be observed in the conservative variant (5.9 %) compared to the variant worked with the plow (3.7 %).

4. Analyzing the mean values over the entire soil profile at the „harvest” of winter wheat, it was observed that the percentages in which the different categories of structural aggregates were found in the two variants of soil work became relatively close.

#### ► Soil moisture

The study aimed to determine the impact of different soil management practices on soil moisture. Soil samples were collected at five stages in the first year, seven in the second year, and five in the final year of the study from five points on each soil management variant, up to a depth of 90 cm, with three replications at each depth interval. A total of 3060 vials were analyzed, and the following conclusions were drawn:

1. Soil moisture varied over the three years of the study. The average values indicated that soil moisture was higher in the NT variant at planting and during the growing season, favoring plant growth and yield.

2. In October of 2016, before the fall planting (which took place on November 7), precipitation was 187.4 mm above the long-term average, with a monthly average of 212.00 mm. Analyses showed that the NT variant had a much higher average soil moisture (22.388 %) than the CV variant (19.560 %) on the 0-90 cm interval. This correlation suggests that the NT variant retained water in the soil better.

3. Precipitation during the second agricultural year also affected soil moisture. At planting, the 0-90 cm interval had an average soil moisture of 16.992 % for the NT variant, while the CV variant had a lower average of 15.282 %, due to a deviation of only 5 mm from the long-term average precipitation in the fall of 2017.

4. The lower soil moisture in the CV variant is also attributed to soil management practices such as plowing to a depth of 20 cm, cultivation, and bed preparation, which maintained soil fertility but also led to the loss of a significant amount of water from the soil. This difference between the two soil management variants is due to the mobilization and aeration of the soil.

5. The results of this study are consistent with those of Sokolowski (2020), who found higher gravimetric moisture in plots without tillage. Sifuentes-Ibarra et al. (2018) also suggest that higher soil moisture is due to the presence of crop residues on the soil surface, which reduces losses through evaporation.

## 8.2 The influence of tillage systems on the soil populations

To highlight the impact of soil tillage variations on  $G^+$  and  $G^-$  bacterial groups, free nitrogen fixers, aerobic and anaerobic microorganisms, soil samples were collected from winter wheat crops planted in CT and NT systems annually, during the period of 2016-2019, at four different growth stages. The results allow for the following general conclusions:

### ► Amount of soil microorganism

1. The numerical values regarding the presence of microorganisms in soil, as an average over the three years studied, showed that due to the influence of the tillage systems applied to winter wheat, the number of microorganisms isolated in the NT tillage system was  $360 \times 10^3$  CFU/g soil, while in the CT system, the average was  $392.7 \times 10^3$  CFU/g soil.

2. The results indicated that the proportion of micromycetes in the NT system, as an average over the studied years, was 5.4 %, while in the CT system, it only accounted for 2.5 %. These results are in line with the claims of Helgason et al. (2009) that fungal presence is more numerous in conservative practices compared to the CT system.

3. Concerning the total number of microorganisms, during the research period, a gradual increase was observed in the NT system, starting from a value of  $321.8 \times 10^3$  CFU/g soil in the first year and reaching a value of  $390.3 \times 10^3$  CFU/g soil. On the other hand, the CT system presented a less uniform distribution, with the analyses revealing a maximum number of  $430.2 \times 10^3$  CFU/g soil in the first year, after which their number decreased sharply in the second year investigated, reaching a value of  $290.3 \times 10^3$  CFU/g soil.

4. The average results over the three years showed higher values of the presence of all studied microorganism groups in the NT direct-seeding variant.

### ► $G^+$ and $G^-$ bacteria and nitrogen fixers

1. The results regarding bacterial abundance showed that  $G^-$  bacterial strains were predominant throughout each studied year in both soil tillage variants and in all four analyzed stages.

2. Regarding  $G^+$  bacterial abundance, they recorded higher values in the NT variant. However, higher values were also evident in the "fallow" stage throughout the study period, a fact due to the preservation of plant residues from the previous crop on the soil surface, which increases the amount of organic matter and positively influences bacterial growth.

3. Similarly, in the NT system, the average results highlighted the tendency for the number of bacteria to increase throughout the winter wheat growth period, with maximum values recorded during the "harvest" stage. The increase was also correlated with the high temperature levels in June and July.

4. The observations indicated that *Azotobacter chroococcum* recorded a higher proportion in the CT variant, as expected, as these bacteria are aerobic, having a wider distribution in aerated soils and in the presence of oxygen.

5. The presence of *Clostridium pasteurianum*, which numerically is more significant in the NT variant, demonstrates that untilled soil is less aerated, an essential condition for the development of anaerobic nitrogen fixers.

#### ► The micromycetes spectrum

1. The analyzes conducted during the study period led to the identification of a total of 11 genera of microfungi from the two soil treatment variants investigated.

2. The results indicated that the percentage of microfungi in NT was higher compared to that in CV.

3. The three-year study average shows that in both treatment variants, the predominant species belonged to the *Penicillium* genera, which during the entire study recorded maximum proportions of 67.2 % to 73.1 % in NT and 54.0 % to 69.8 % in CV.

4. The analysis of values shows that the percentage distribution of the main genera of microfungi is directly influenced, on the one hand, by the applied treatment systems, and on the other hand, by the growth stage of the autumn wheat crop. This conclusion is in line with the results of Moreno et al. (2021) who, following investigations into the influence of NT and CV, stated that the clearest differentiation in the microfungi community is given by the season and the soil treatment variant.

5. The research conducted showed that in the case of the NT variant, the *Penicillium* genus species had superior development compared to the CV variant, annually, in three out of the four analyzed stages, the "harvest" stage being the only one in which the *Penicillium* genus species had lower percentages than the CV variant.

6. The percentages of the *Trichoderma* genus were also comparable, which was among the top three most commonly found genera and obtained higher percentages in three out of the four stages analyzed, in each agricultural year, but in the CV variant.

7. In the case of the average values from the period 2016-2019, the species of the *Aspergillus* genus had higher values also in the CV variant, in three out of the four stages investigated, with the exception of the "harvest" stage.

8. Analyzing the seasonal dynamics, it was found that in the NT variant, the highest percentages of the *Penicillium* genus were determined in the "flowering" stage, when the air temperature recorded the highest values.

### 8.3 The influence of tillage systems on productivity elements

#### ► Biometric parameters

1. Regarding the length of the plants, it was observed that the differences appeared depending on the treatment variant used; thus, the maximum length of 79.0 cm was recorded in the NT variant, in the second year of the experiment.

2. In the case of the CV variant, the smallest average length of the plants, of 72.5 cm, was observed.

3. The average of the three years analyzed showed a difference of 1.8 cm between the length of the plants from the two treatment variants used.

4. Also, the spike with the smallest length was found in the CV variant, recording a value of 6.1 cm.

#### ► Productivity elements

1. The analyzed crop recorded fluctuations in the mass of 1000 grains (MMB) between 37.5 g and 42.9 g, with an average of the three years of 40.0 g, while in the CV treated variant, the values oscillated between 36.9 g and 39.4 g, with an average of 39.4 g.

2. The NT variant generated a maximum number of 35 grains/spike, while the maximum value in the CV variant was 32 grains/spike.

3. Regarding the hectoliter mass (MH), it was found that the recorded values were higher in the NT variant compared to the CV variant.

#### ► Yield

1. It was found that in 2017-2018 the highest production of all three analyzed years was recorded, with 6250 kg/ha in the NT variant, while the tilled variant CV resulted in a lower production (5674 kg/ha).

2. It was clearly observed that the NT variant had a positive influence on the production values obtained during the 2016-2019 period. In fact, following research conducted by Rusu (2014), it was concluded that reduced tillage variants represent excellent technological alternatives due to the increased crop yield compared to the CV variant.

3. While the tilled variant CV obtained the lowest production in 2017, with 4366 kg/ha, the NT variant recorded a production of 5430 kg/ha.

4. Considering that low precipitation represents major problems associated with agricultural production, and considering that the NT variant recorded the lowest production in the three years of study in 2019, with 5094 kg/ha, the result can certainly be attributed to the lowest amount of precipitation during the investigated period (579.1 mm). However, the production level was still superior to that of the CV variant, where only 4831 kg/ha was recorded, with 263 kg/ha less.

## **RECOMMENDATIONS**

► The results of this study demonstrate that the use of the NT system could lead to lower Bd values, which in turn could facilitate root proliferation, increasing the movement rate of water, air, and nitrogen in the soil.

\*

\* \*

► By reducing soil compaction, increased absorption of essential nutrients can be determined, thus ensuring increased crop productivity.

\*

\* \*

► Soil tillage in the NT system could offer plants additional amounts of water and nutrients, leading to increased nutrient mobility in the rhizosphere, which in turn favors plant growth and development.

\*

\* \*

► Implementing NT technology ensures better water supply, is ideal for improving soil structure and for higher microbial mass content.

\*

\* \*

► The use of NT involving reduced work and minimal disruptions to the soil ecosystem leads to improved structure, increased percentage of elementary particle aggregation, and organic matter content, improved water infiltration rate, and increased soil moisture.

\*

\* \*

► Developing knowledge about the effects of soil tillage systems is essential for the development of sustainable technologies that ensure high productivity while reducing soil degradation rates.

\*

\* \*

► The results of this study demonstrate that we must be responsible when choosing agricultural technologies, which should not only benefit from high yields but also offer benefits to the environment and long-term soil conservation.

\*

\* \*

► Studies identifying the most appropriate soil tillage methods are particularly important for improving the physical and microbiological properties of the soil, root development, and production levels.

\*

\* \*

► Considering that microfungi are more efficient in decomposing organic material, as well as in assimilating and storing nutrients, and given that their number was higher in the NT variant, we can recommend this technology for improving soil quality and productivity.

## BIBLIOGRAFIE REFERENCES

1. AbdAllah A.M., Mashaheet A.M., Burkey K.O., 2021 - *Super absorbent polymers mitigate drought stress in corn (Zea mays L.) grown under rainfed conditions*, Agric. Water Manag., vol. 254. Article 106946.
2. Acosta-Martinez V., Mikha M.M., Vigil M.F., 2007 - *Microbial communities and enzyme activities in soils under alternative crop rotations compared to wheat-fallow for the Central Great Plains*, Appl. Soil Ecol., 37, pp. 41-52.
3. Ahmed M. Abdelbaki, 2016 - *Evaluation of pedotransfer functions for predicting soil bulk density for U.S. soils*, Ain Shams Engineering Journal.
4. Ailincăi C., Jitareanu G., Bucur D., Mercus A., 2011 - *Influence of tillage practices and fertilization on crop yields and soil properties in long-term crop rotation (soybean-wheat-maize) experiments*, Journal of Food, Agriculture & Environment, vol. 9, nr. 1, p. 285-289.
5. Alakukku L., Weisskopf P., Chamen W., Tijink F., Van Der Linden J., Pires S., Sommer C., Spoor G., 2003 - *Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction: a review: part 1. Machine/soil interactions*, Soil Tillage Res., vol. 73, p. 145-160.
6. Altaf MM., Imran M., Abulreesh HH., 2017 - *Diversity and applications of Penicillium spp. in plant-growth promotion*, In: Gupta, V.K., & Rodriguez-Couto, S. (eds.), New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering: Penicillium System Properties and Applications. Elsevier. Amsterdam, Netherlands, p. 261-276.
7. Álvarez R., Steinbach H.S., 2009 - *A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas*, Soil Research, vol. 104, p. 1-15.
8. An Van den Putte, Govers G., Diels J., Gillijns K., Demuzere M., 2010 - *Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture*, European Journal of Agronomy, vol. 33, nr 3, p. 231-241.
9. Arjun Dev Jnawali, Roshan Babu Ojha, Sushma Marahatta, 2015 - *Role of Azotobacter in soil fertility and sustainability-a review*, Advances in Plants & Agriculture Research, eISSN: 2373-6402, vol. 2, nr. 6, p. 250-253.

10. Asam S., Katharina Habler, Rychlik M., 2017 - *Chapter 14 - Fusarium Mycotoxins in Food*, Chemical Contaminants and Residues in Food (Second Edition), Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, p. 295-336.
11. Ashapure A., Jung J., Yeom J., Chang A., Maeda M., Maeda A., Landivar J., 2019 - *A novel framework to detect conventional tillage and no-tillage cropping system effect on cotton growth and development using multi-temporal UAS data*, ISPRS J. Photogrammetry Remote Sens.
12. Askari M.S., Cui J., Holden N.M., 2013 - *The visual evaluation of soil structure under arable management*, Soil Tillage Res., vol. 134, p. 1-10.
13. Asplund L., Hagenblad J., Leino W.M., 2010 - *Re-evaluating the history of the wheat domestication gene NAM-B1 using historical plant material*, Journal of Archaeological Science, vol. 37, p. 2303-2307.
14. Baker C.J., Saxton K.E., Ritchie W.R., Chamen W.C.T., Reicosky D.C., Ribeiro F., Justice S.E., Hobbs P.R., 2007 - *No-tillage Seeding in Conservation Agriculture*, Second Edition, Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations.
15. Balasz Madarasz, Gergely Jakab, Zoltan Szalai, Katalin Juhos, Zsolt Kotroczo, Adrienn Toth, Marta Ladanyi, 2021 - *Long-term effects of conservation tillage on soil erosion in Central Europe: A random forest-based approach*, Soil and Tillage Research, vol. 209.
16. Ball B., Batey T., Munkholm L.J., Guimarães R., Boizard H., McKenzie D., Peigné J., Tormena C., Hargreaves P., 2015 - *The numeric visual evaluation of subsoil structure (SubVESS) under agricultural production*, Soil Tillage Res., vol. 148, p. 85-96.
17. Banach A., Kuźniar A., Mencfel R., Wolińska A., 2019 - *The study on the cultivable microbiome of the aquatic fern Azolla filiculoides L. as new source of beneficial microorganisms*, Appl. Sci., vol. 9, p. 2143.
18. Baumhardt R., Schwartz R., Scanlon B., Reedy R., Marek G., 2017 - *Long-term conventional and no-tillage effects on field hydrology and yields of a dryland crop rotation*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 81, nr. 1, p. 200-209.
19. Berezhnyak M.F., Berezhnyak E.M., 2010 - *Optimization parameters agrophysical black earth soil under different tillage systems*, Bull. Agric. Sci., vol. 12, p. 16-20.
20. Bevivino A., Paganin P., Bacci G., Florio A., Pellicer M.S., Papaleo M.C., Mengoni A., Ledda L., Fani R., Benedetti A., Dalmastri C., 2014 - *Soil bacterial community response to differences in agricultural management along with seasonal changes in a Mediterranean region*, PLoS One, vol. 9, Article e105515.

21. Biberdzic M., Barac S., Lalevic D., Djikic A., Prodanivic D., Rajicic V., 2020 – *Influence of soil tillage system on soil compactin and winter wheat yield*, Chilean journal of agricultural research, vol. 80, nr. 1, p. 80-89.
22. Bijl D.L., Bogaart P.W., Dekker S.C., 2017 - *A physically-based model of long-term food demand*, Global Environmental Change, vol. 45, p. 47-62.
23. Birkás M., Szemők A., Antos G., Neményi M., 2008 - *Environmentally-Sound Adaptable Tillage*, Akadémiai Kiadó, Hungary.
24. Blake G.R., Hartge K.H., 1986 - *Bulk density in: Klute: Methods of soil analysis*, Vol. 9, American Society of Agronomy (ASA), Madison, p. 363-375.
25. Bochtis D., Vougioukas S., 2008 - *Minimising the non-working distance travelled by machines operating in a headland field pattern*, Biosyst. Eng., vol. 101, p. 1-12.
26. Bogdan Ileana, Guș P., Rusu T., 2003 - *Agrotehnică diferențiată*, Editura Risoprint Cluj-Napoca. ISBN 973-656-409-6.
27. Bogunovic I., Pereira P., Kisica I., Sajkoa K., Srakac M., 2018 - *Tillage management impacts on soil compaction, erosion and crop yield in Stagnosols (Croatia)*, Catena 160, p. 376–384.
28. Bosshard PP., 2011 – *Incubation of fungal cultures: how long is long enough?* Mycoses, vol. 54, nr. 5, p. 539-545.
29. Bottinelli N., Angers D.A., Hallaire V., Michot D., Guillou C.L., 2017 - *Tillage and fertilization practices affect soil aggregate stability in a humic cambisol of Northwest France*, Soil Tillage Res., vol. 170, p. 14-17.
30. Bronick C.J., Lal R. 2005 - *Soil structure and management: a review*, Geoderma, vol. 124, p. 3-22.
31. Buchi L., Wendling Marina, Amosse Camille, Jeangros B., Sinaj S., Charles R., 2017 – *Long and short term changes in crop yield and soil properties induced by the reduction of soil tillage in a long term experiment in Switzerland*, Soil in Tillage Research, vol. 174, p.120-129.
32. Busari M.A., Kukal S.S., Kaur A., Bhatt R., DulaziA.A., 2015 - *Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment*, Int. Soil Water Conserv. Res., vol. 3, p. 119-129.
33. Calistru Anca Elena., Jităreanu G., 2014 - *No-tillage around the world*, Lucrări Științifice, vol. 57, nr. 2, seria Agronomie, p 11-15.
34. Campbell B.M., Vermeulen S.J., Aggarwal P.K., Corner-Dolloff C., Girvetz E., Loboguerrero A.M., Ramirez-Villegas J., Rosenstock T., Sebastian L., Thornton P.K., Wollenberg E., 2016 - *Reducing risks to food security from climate change*, Glob. Food Sec., vol. 11, p. 34-43.
35. Canarache A., 1990 - *Fizica solurilor agricole*, Editura Ceres, București.

36. Candelero D.J., Cristobal A.J., Reyes R.A., Tun S.J.M., Gamboa A.M.M., S.E. Ruiz S.E., 2015 - *Trichoderma spp. promotoras del crecimiento en plántulas de Capsicum chinense Jacq. y antagónicas contra Meloidogyne incógnita*, PHYTON, vol. 84, p. 113-119.
37. Carlesso R., Spohr R.B., Eltz F.L.F., Flores C.H., 2011 - *Runoff estimation in southern Brazil based on Smith's modified model and the Curve Number method*, Agric. Water Manag., vol. 98, p. 1020-1026.
38. Carlile M.J., Watkinson S.C., Gooday G.W., 2001 – *The fungi*, Academic Press London.
39. Carolina Perez-Brandana, Arzenoa J.L., Huidobro J., Grumberg B., Conforto C., Hilton S., Bending G.D., Merilese J.M., Vargas-Gil S., 2012 - *Long-term effect of tillage systems on soil microbiological, chemical and physical parameters and the incidence of charcoal rot by Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid in soybean*, Crop Protection, vol. 40, p. 73-82.
40. Casanova M., Tapia E., Seguel O., Salazar O., 2016 - *Direct measurement and prediction of bulk density on alluvial soils of central Chile*, Chil. J. Agric. Res., vol. 76, p. 105–113.
41. Cassel D.K., 1982 - *Tillage effects on soil bulk density and mechanical impedance*. In P.W. Unger and D.M. Van Doren (ed.) *Predicting tillage effects on soil physical properties and processes*, ASA Spec. Publ. 44. ASA and SSSA, Madison, WI. p. 45-67.
42. Ceglar A., Toreti A., Lecerf R., Van der Velde M., Dentener F., 2016 - *Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France*, Agric. For. Meteorol., vol. 216, p.58-67.
43. Chakraborty D., Nagarajan S., Aggarwal P., Gupta V.K., Tomar R.K., Garg R.N., Sahoo R.N., Sarkar A., Chopra U.K., Sarma K.S.S., Kalra N., 2008 - *Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.) in a semi-arid environment*, Agric. Water Manag, vol. 95, p. 1323–1334.
44. Chakraborty R.C., Sadhu M.K., 1994 - *Effect of mulch type and color on growth and yield of tomato (Lycopersicon esculentum)*, Indian J. Agric. Sci., vol. 64, p. 608–612.
45. Chamen T., Cottage C.C., Maulden B., 2006 - *Controlled traffic farming: literature review and appraisal of potential use in the UK*, HGCA Res. Rev., p. 59.
46. Chatterjee A., Lal R., 2009 – *On farm assesement of tillage impact on soil carbon and associated soil quality parameters*, Soil Tillage Res., vol 104, p. 270-277.
47. Chávez-Romero Y., Navarro-Noya Y.E., Reynoso-Martínez S.C., Sarria-Guzmán Y., Govaerts B., Verhulst N., Dendooven L., Luna-Guido M.J., 2016 - *16S metagenomics reveals changes in the soil bacterial community*

- driven by soil organic C, N-fertilizer and tillage-crop residue management*, Soil Tillage Res., vol. 159, p. 1-8.
48. Chen Y., Tessier S., Rouffignat J., 1998 - *Soil bulk density estimation for tillage systems and soil textures*, Transactions of the CSABE, vol 41, nr 6, p. 1601-1610.
49. Chiriță D.C., 1974 - *Ecopedologie, cu baze de pedologie generală*, Ed. Ceres, București.
50. Chivenge P.P., Murwira H.K., Giller K.E., Mapfumo P., Six J., 2007 - *Long-term impact of reduced tillage and residue management on soil carbon stabilization: Implications for conservation agriculture on contrasting soil*, Soil Tillage Res., vol. 94, p. 328-337.
51. Ciucos M.L., 2011 - *Cercetări privind influența sistemelor neconvenționale de lucrare a solului asupra apei și a unor însușiri variabile ale solului în condiții pedoclimatice diferite*, Teză de doctorat, Cluj Napoca.
52. Comia R.A., Stenberg M., Nelson P., Rydberg T., Håkansson I., 1994 - *Soil and crop responses to different tillage systems*, Soil Tillage Res., vol. 29, p. 335-355.
53. Connolly R.D., 1998 - *Modelling effects of soil structure on the water balance of soil-crop systems. A review*, Soil Tillage Research, vol. 48, p. 1-19.
54. Cristina Cuconoiu, Țopa D., Anca-Elena Calistru, Jităreanu G., 2018 - *The influence of tillage systems on soil physical properties for winter wheat crop (Triticum aestivum L.) at Ezăreni Research Station*, Lucrări Științifice, Vol. 61, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 131-136.
55. Cristina Cuconoiu, Țopa D., Anca-Elena Calistru, Jităreanu G., 2019 – *Soil Properties Analysed Under Different Tillage Systems at Ezăreni Research Station*, Proceedings of the International Scientific Congress „Life sciences, a challenge for the future” Filodiritto Editore – Proceedings, pag. 55-59.
56. Cristina-Vasilica Cuconoiu, Lipșa F.D., Ulea E., Jităreanu G., 2018 - *Tillage effect on soil microbiota in winter wheat (Triticum aestivum L.) at Ezăreni research station*, Lucrări Științifice, Vol. 61, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 65-68.
57. Croretto C.C., 1998 - *No-tillage development in Chequan farmland—its influence on some physical, chemical and biological parameters*, J. Soil water Conserv, vol. 53, p. 194-199.
58. Crowther T.W., Van den Hoogen J., Wan J., Mayes M.A., Keiser A.D., Mo L., Averill C., Maynard D.S., 2019 - *The global soil community and its influence on biogeochemistry*, Science, vol. 365.
59. Da Silva T.S., Pulido-Moncada M., Schmidt M.R., Katuwal S., Schlüter S., Köhne J.M., Mazurana M., Juhl Munkholm L., Levien R., 2021 - *Soil pore*

- characteristics and gas transport properties of a no-tillage system in a subtropical climate*, Geoderma, vol. 401.
60. Daene R.A., 2015 - *Papermaking and finishing*, In: *Considine G.D.(Ed.), Van Nostrand's Encyclopedia of Chemistry*, 5th edition Wiley-Interscience, p.1205–1208.
61. Dairon R., Dutertre A., Tournebize J., Marks-Perreau J., Carluier N., 2017 - *Long-term impact of reduced tillage on water and pesticide flow in a drained context*, Environ. Sci. Pollut. Res., vol. 24, p. 6866-6877.
62. Dal Ferro N., Sartori L., Simonetti G., Berti A., Morari F., 2014 - *Soil macro- and microstructure as affected by different tillage systems and their effects on maize root growth*, Soil & Tillage Research, vol. 140, p. 55–65.
63. Dao T.H., 1996 - *Tillage system and crop residue effects on surface compaction of paleustoll*, Agron. J., vol. 88, nr. 2, p. 141-148.
64. Deac Valeria, Rotar I., Vidican R., Ignea M., Mălinaş Anamaria, 2015 - *The Influence of Precursory Plant on Winter Wheat Production from Long-Term Experiences*, Bulletin USAMV series Agriculture, vol. 72, nr 1, p 74-78.
65. Debiase G., Montemurro F., Fiore A., Rotolo C., Farrag K., Miccolis A., Brunetti G., 2016 - *Organic amendment and minimum tillage in winter wheat grown in Mediterranean conditions: Effects on yield performance, soil fertility and environmental impact*, European Journal of Agronomy, vol. 75, p. 149-157.
66. Degens B.P. 1997 - *Macro-aggregation of soils by biological bonding and binding mechanisms and the factors affecting these: a review*, Soil Res., vol. 35, p. 431.
67. Degrun F., Theodorakopoulos N., Dufrêne M., Colinet G., Bodson B., Hiela Marie-Pierre, Taminiau B., Nezer C., Daube G., Vandenbol M., 2016 - *No favorable effect of reduced tillage on microbial community diversity in a silty loam soil (Belgium)*, Agriculture, Ecosystems and Environment, vol. 224, p. 12–21.
68. Derpsch R., Franzluebbbers J., Duiker S.W., Reicosky D.C., Koeller K., Friedrich T., Sturny W.G., Sá J.K.M., Weiss K., 2014 - *Why do we need to standardize no-tillage research?*, Soil & Tillage Research vol. 137, p. 16–22.
69. Dexter A.R., 1988 - *Advances in characterization of soil structure*, Soil Till. Res., vol. 11, p. 199–238.
70. Diaz-Zorita M., Perfect E., Grove J.H. 2002 - *Disruptive methods for assessing soil structure*, Soil Tillage Res., vol. 64, p. 3-22.
71. Doran J. W., 1980 - *Soil microbial and biochemical-changes associated with reduced tillage*, Soil Sci. Soc. Am. J.; vol. 44, p. 765–771.

72. Dubcovsky J., Dvorak J., 2007 - *Genome plasticity a key factor in the success of polyploidy wheat under domestication*, Science, vol. 316, p. 1862-1866.
73. Duval M., Galantini J., Iglesias J., Krüger H., 2013 - *El cultivo de trigo en la región semiárida bonaerense: Impacto sobre algunas propiedades químicas del suelo*, RIA, vol. 39, nr. 2, p. 178-184.
74. Eliade G., Ghinea L., Ștefanic G., 1975 - *Microbiologia solului*, Ed. Ceres, Bucuresti, p. 144-175.
75. El-Swaify, 1999 - *Sustaining the Global Farm – Strategic Issues, Principles, and Approaches*, International Soil Conservation Organization (ISCO) and Department of Agronomy and Soil Science, University of Hawaii, Manoa, Hawaii, p. 60.
76. Emmet-Booth J., Forristal P., Fenton O., Bondi G., Holden N., 2019 - *Visual soil evaluation–spade vs. profile methods and the information conveyed for soil management*, Soil Tillage Res., vol. 187, p. 135-143.
77. Emmet-Booth J., Forristal P., Fenton O., Holden N., 2016 - *The visual evaluation of soil structure At varying soil moisture contents At Lyons estate*, Biosyst. Food Eng. Res. Rev., vol. 21, p. 174.
78. Enuneku A.A., Abhulimen P.I., Isibor P.O., Asemota C.O., Okpara B., Imoobe T.O., Ezemonye L.I., 2020 - *Interactions of trace metals with bacteria and fungi in selected agricultural soils of Egbema Kingdom, Warri North, Delta state, Nigeria*. Heliyon 6, e 04477.
79. European Commission, 2021 - *Mission area: Soil health and food*. 2021, [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/missions-horizon-europe/soil-health-and-food\\_en](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/missions-horizon-europe/soil-health-and-food_en).
80. Fabrizzi K.P., García F.O., Costa J.L, Picote L.I., 2005 - *Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina*, Soil Research, vol. 81, p. 57-69.
81. Faulkner E.H., 1943 - *Plowman's folly*, Grosset and Dunlap, New York.
82. Feldman M., Bonjean A.P., Angus W.J., 2001 - *Origin of cultivated wheat, The world wheat book: a history of wheat breeding*, Paris, FranceLavoisier Publishing, p. 3-56.
83. Felicia Chețan, Teodor Rusu, Chețan Cornel, Alina Șimon, Paula Ioana Moraru, 2016 - *The Reaction of some Winter Wheat Variety at Cultivation in the Conservative System in the Transylvanian Plain Area*, Bulletin UASVM, series Agriculture, vol. 73, nr. 1, p. 11-116.
84. Ferreira M.C., Andrade Dd.S., Chueire L.Md.O, Takemura S.M., Hungria M., 2000 - *Tillage method and crop rotation effects on the population sizes*

- and diversity of bradyrhizobia nodulating soybean*, Soil Biol. Biochem., vol. 32, p. 627-637.
85. Ferreras L.A., Costa J.L., Garcia F.O., Pecorari C., 2000 - *Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded petrocalcic paleudoll of the south "pampa" of Argentina*, Soil Till. Res., vol 54, nr. 1-2, p. 31-39.
86. Franchini J.C., Debiasi H., Balbinot Junior A.A., Tonon B.C., Farias J.R.B., de Oliveira M.C.N., Torres E., 2012 - *Evolution of crop yields in different tillage and cropping systems over two decades in southern Brazil*, Field Crop. Res.
87. Franzen H., Lal R., Ehlers W., 1994 - *Tillage and mulching effects on physical properties of a tropical Alfisol*, Soil Till. Res., Vol 28, nr. 3-4, p. 329- 346.
88. Frey S., Elliott E., Paustian K., 1999 - *Bacterial and fungal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems along two climatic gradients*, Soil Biol. Biochem., vol. 31, p. 573-585.
89. Gao L., Becker E., Liang G., Houssou A.A., Wu H., Wu X., Degré A., 2017 - *Effect of different tillage systems on aggregate structure and inner distribution of organic carbon*, Geoderma, vol. 288, p. 97-104.
90. Gao S., Tong X., Wu L., 2012 - *Environmental constraints and transformation of China's export structure*, Journal of Food, Agriculture and Environment, vol. 10, nr. 1, p. 919-922.
91. Gea F.J., Tello J.C., Navaro M.J., 2010 - *Efficacy and effects on yield of different fungicides for control of wet bubble disease of mushroom caused by the mycoparasite Mycogone perniciosa*, Crop Protect., vol. 29, p. 1021-1025.
92. Giller K.E., Andersson J.A., Corbeels M., Kirkegaard J., Mortensen D., Erenstein O., Vanlauwe B., 2015 - *Beyond conservation agriculture*, Front. Plant Sci.
93. Głąb T., Kulig B., 2008 - *Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (Triticum aestivum)*, Soil and Tillage Research, vol. 99, nr. 2, p. 169-178.
94. Godfray J.R., Beddington I.R., Crute L., Haddad D., Lawrence J.F., Muir ș.a., 2010 - *Food security: the challenge of feeding 9 billion people*, Science, 327, p. 812-818.
95. Govaerts B., Fuentes M., Mezzalama M., Nicol J.M., Deckers J., Etchevers J.D., Figueroa-Sandoval D., Sayre K.D., 2007 - *Infiltration, soil moisture, root rot and nematode populations after 12 years of different tillage, residue and crop rotation managements*, Soil Tillage Res., vol. 94, nr 1, p. 209-219.

96. Guo L., Zheng S., Cao C., Li C., 2016 - *Tillage practices and straw-returning methods affect topsoil bacterial community and organic C under a rice-wheat cropping system in central China*, Sci. Rep., vol. 6, p. 33155.
97. Gupta S.C., Allmaras R.R., 1987 - *Models to assess the susceptibility of soils to excessive compaction*, Advances in Soil Sciences, vol. 6, p. 65-100.
98. Guș P., Lăzăreanu A., Săndoiu D., Jităreanu G., Stancu I., 1998 - *Agrotehnica*, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, ISBN: 973-656-090-2.
99. Guș P., Rusu T., Bogdan Ileana, 2003 - *Agrotehnică - Îndrumător de lucrări practice*, Ed. Risoprint, Cluj – Napoca, ISBN: 973-656-366-9.
100. Haapala T., Palonen P., Korpela A., Ahokas J., 2014 - *Feasibility of paper mulches in crop production: a review*, Agric. FoodSci., vol. 23, p. 60–79.
101. Hammel J.E., 1989 - *Long term tillage and crop rotation effects on bulk density and soil impedance in north Idaho*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 53, p. 1515-1519.
102. Han D., Vahedifard F., Aanstoos J.V., 2017 - *Investigating the correlation between radar backscatter and in situ soil property measurements*, Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf., vol. 57, p. 136-144.
103. Hartge H., 2000 - *The effect of soil deformation on physical soil properties: A discourse on the common background*.
104. Havlicek E., Mitchell E.A. 2014 - *Soils supporting biodiversity, Interactions in Soil: Promoting Plant Growth*, Springer, Dordrecht, p. 27-58.
105. He J., Kuhn N. J., Zhang X. M., Zhang X. R., Li H. W., 2010 - *Effects of 10 years of conservation tillage on soil properties and productivity in the farming-pastoral ecotone of Inner Mongolia, China*, Soil use and Management, nr. 25, p. 201–209.
106. Helgason B.L., Walley F.L., Germida J.J., 2009 - *Fungal and bacterial abundance in long-term no-till and intensive-till soils of the northern great plains*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 73, p. 120-127.
107. Heun M., Schäfer-Pregl R., Klawan D., Castagna R., Accerbi M., Borghi B., Salamini F., 1997 - *Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting*, Science, vol. 278, p. 1312-1314.
108. Hill R.L., 1990 - *Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 54, nr. 1, p. 161-166.
109. Hillel D., 1982 - *Introduction to soil physics*, 2nd ed. Academic Press, San Diego, Canada.
110. Hobbs P.R., 2007 - *Conservation agriculture: what is it and why is it important for future sustainable food production?*, Journal of Agriculture and Science, vol. 145, p. 127–137.

111. Hochman Z., Gobbett D.L., Horan H., 2017 - *Climate trends account for stalled wheat yields in Australia since 1990*, Global Change Biol, vol. 23, nr. 5, p. 2071-2081.
112. Holland J.M., 2004 - *The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence*, Agric. Ecosyst. Environ., vol. 103, p. 1-25.
113. Holzkämper A., Fossati D., Hiltbrunner J., Fuhrer J., 2014 - *Spatial and temporal trends in agro-climatic limitations to production potentials for grain maize and winter wheat in Switzerland*, Reg. Environ. Chang., vol. 15, p. 109-122.
114. Hösl R., Strauss P., 2016 - *Conservation tillage practices in the alpine forelands of Austria - are they effective?*, Catena 137, p. 44–51.
115. Huang G., Chai Q., Feng F., YU A., 2012 - *Effects of Different Tillage Systems on Soil Properties, Root Growth, Grain Yield, and Water Use Efficiency of Winter Wheat (Triticum aestivum L.) in Arid Northwest China*, Journal of Integrative Agriculture, vol. 11, nr. 8, p. 1286-1296.
116. Huanwen G., 2009 - *Controlled traffic farming with no tillage for improved fallow water storage and crop yield on the Chinese Loess Plateau*, Soil Tillage Research, nr. 104, p. 192–197. ISSN: 0167-1987.
117. Jaskulski D., Jaskulska I., 2016 - *Contemporary Methods and Systems of Soil Cultivation in Agricultural Theory and Practice*, Agricultural Advisory Center in Brwinów, Poznan, p. 28.
118. Jian-Ying Qi, Shou-Wei Han, Bai-Jian Lin , Xiao-PingXiao, Johannes L.Jensen, Lars J. Munkholm, Hai-Lin Zhang., 2022 - *Improved soil structural stability under no-tillage is related to increased soil carbon in rice paddies: Evidence from literature review and field experiment*, Environmental Technology & Innovation, vol. 26.
119. Jin H., Li H., Xiaoyan W., McHugh A.D., Li W., Huanwen G., Kuhn N.J., 2007 - *The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China*, Soil Tillage Research, nr. 94, p. 493–502.
120. Jităreanu G., 2015 - *Agrotehnica*, Ed. Ion Ionescu de la Brad, Iași.
121. Jităreanu G., Ailincăi C., Bucur D., 2006 - *Influence of Tillage Systems on Soil Physical and Chemical Characteristics and Yield in Soybean and Maize Grown in the Moldavian Plain (North - Eastern Romania)*, International Symposium, Soil Management for Sustainability, Advances in GeoEcology 38, Catena Verlag Ed., Germany, p. 370-379.
122. Jităreanu G., Ailincăi C., Ailincăi Despina, Răus L., 2009 - *Impact of different tillage systems and organo-mineral fertilization on soil physical and chemical characteristics in the Moldavian Plain*, Cercetări Agronomice în Moldova vol. XLII nr. 1, p. 41 – 54, ISSN: 2067-1865.

123. Jităreanu G., Ailincăi C., Simion A., Bogdan I., Ciontu C., Manea D., Penescu A., Rurac M., Rusu T., Țopa D., Moraru P.I., Pop A.I., Dobre M., Calistru Anca Elena, 2020 - *Tratat de Agrotehnică*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
124. Jităreanu G., Onisie T., Zaharia M., 1996 - *Modificarea stării fizice și a gradului de îmburuienare ca urmare a lucrărilor solului*, Lucrări USAMV, Iași, ISSN: 1454-7414.
125. Kader M.A., Senge M., Mojid M.A., Ito K., 2017 - *Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment*, Soil & Tillage Research, vol. 168, p. 155–166.
126. Kahlon M.S., Lal R., Ann-Varughese M., 2013 - *Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio*, Soil Tillage Res., vol. 126, p. 151-158.
127. Kassam A., Basch G., Friedrich T., Gonzalez E., Trivino P., Mkomwa S., 2017 - *Mobilizing greater crop and land potentials sustainably*, Hun. Geogr. Bull., vol. 66, p. 3-11.
128. Kassam A., Friedrich T., Derpsch R., 2019 - *Global spread of conservation agriculture*, Int. J. Environ. Stud., vol. 76, p. 29-51.
129. Kay B.D., Angers D.A., 2001 - *Soil structure*, In: Sumner. M.E. (Ed.), Handbook of Soil Science. CRC Press, Boca Raton, p. 229–276.
130. Kemper W.D. și Koch, 1966 - *Aggregate stability of soils from the western portion of the United States and Canada*, U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 1355.
131. Kemper W.D. și Rosenau R.C. 1986 - *Aggregate stability and size distribution Methods of soil analysis*. Part 1, 2nd, Ed. Agron. Monogr. 9. ASA, Madison . p. 425-442.
132. Kertész A., Madarász B., 2014 - *Conservation agriculture in Europe*, International Soil and Water Conservation Res., vol. 2, p. 91-96.
133. Kinoshita R., Schindelbeck R.R., van Es H.M., 2017 - *Quantitative soil profile-scale assessment of the sustainability of long-term maize residue and tillage management*, Soil Tillage Res., vol. 174, p. 34-44.
134. Kirschenmann F., 2010 - *Alternative agriculture in an energy- and resource depleting future*, Renewable Agriculture and Food Systems, vol. 25, p. 85-89.
135. Kisil V.I., 1984 - *Influence of systematic application non plow tillage of crop rotation on agro-physical properties of dark gray forest soil*, Agric. Chem. soil Sci. Kyiv Ukraine Harvest, vol. 47, p. 46-49.
136. Kladienko E.J., 2001 - *Tillage systems and soil ecology*, Soil Tillage Res., vol. 61, p. 61–76.
137. Kodešová Radka, Marcela Rohošková, Anna Žigová, 2009 - *Comparison of aggregate stability within six soil profiles under conventional tillage*

- using various laboratory tests, *Biologia*, nr. 64, p. 550-554, ISSN: 1336-9563.
138. Komariah, Ito K., Onishi T., Senge M., 2011 - *Soil properties affected by combinations of soil solarization and organic amendment*, *Paddy Water Environ*, vol. 9, p. 357–366.
139. Kumhála F., Gutu D., Hůla J., Chyba J., Kovaříček P., Kroulík M., Kvíz Z., Mašek J., Vlášková M., 2013 - *Technology of controlled traffic farming on fields*, *Certificated Methodology*.
140. Kuzniar A., Wolinska A., Włodarczyk K., Grzadziel J., Goraj W., Galazka A., 2020 - *Culture-independent analysis of an endophytic core microbiome in two species of wheat: *Triticum aestivum* L. (cv. 'Hondia') and the first report of microbiota in *Triticum spelta* L. (cv. 'Rokosz')*, *Systematic and Applied Microbiology*, vol. 43, nr. 1, 126025.
141. Kuzuku M., Dokmen F., 2015 – *The effects of Tillage on Soil Water Content in Dry Areas*, *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, vol. 4, p. 126-132.
142. Lal R., 1991 - *Soil structure and sustainability*, *J. Sustain. Agric.*, vol. 1, p. 67-92.
143. Lal R., 2007 - *Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming*, *Soil Tillage Res.*, vol. 93, p. 1–12.
144. Lal R., 2010 - *Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbon emissions and advancing global food security*, *BioScience*, vol. 60, nr. 9, p. 708-721.
145. Larkin R.P., 2003 - *Characterization of soil microbial communities under different potato cropping systems by microbial population dynamics, substrate utilization, and fatty acid profiles*, *Soil Biol. Biochem.*, vol. 35, p. 1451-1466.
146. Lars L., Munkholm R., Heck J., Dee B., 2013 - *Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield*, *Soil and Tillage Research*, vol. 127, p. 85-91.
147. Latif S., Kousar R., Bibi S., Kouser R., Fatimah H., Farooq S., Naseer S., 2020 - *Characterization of bacterial community structure in the rhizosphere of *Triticum aestivum* L.*, *Genomics*, vol. 112, nr. 6, p 4760-4768.
148. Lazarev A.P., Abrashin Yu.V., 2000 - *Condition of structure and density of chernozem ordinary and their impact on the yield of wheat*, *Soil Sci.*, vol.5, p. 614-618.
149. Lebreton A., Meslet-Cladière L., Morin-Sardin S., Coton E., Jany J.L., Barbier G., Corre E., 2019 - *Comparative analysis of five *Mucor* species transcriptomes*, *Genomics*, vol. 111, nr. 6, p. 1306-1314.

150. Lebreton A., Meslet-Cladière L., Morin-Sardin S., Coton E., Jany J.L., Barbier G., Corre E., 2019 - *Comparative analysis of five Mucor species transcriptomes*, Genomics., vol. 111, p. 1306-1314.
151. Lenc L., Kwaśna H., Sadowski Cz., A. Grabowski A., 2015 - *Microbiota in wheat roots, rhizosphere and soil in crops grown in organic and other production systems*, J. Phytopathol., vol. 163, p. 245-263.
152. Leng G., și Huang M., 2017- *Crop yield response to climate change varies with crop spatial distribution pattern*, Sci. Rep., vol. 7.
153. Lennartsson P.R., M.J.Taherzadeh M.J., Edebo L., 2014 - *Rhizopus*, Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition), p. 284-290.
154. Li P., Shi K., Wang Y.Y., Kong D.N., Liu T., Jiao J.G., Liu M.Q., Li H.X., Hu F., 2019 - *Soil quality assessment of wheat-maize cropping system with different productivities in China: Establishing a minimum data set*, Soil & Tillage Research, vol. 190, p. 31-40.
155. Lipșa F.D., Ulea E., Paraschiva Chiriac Irina, Bălan Adriana, 2010 - *Influence Of Fertilization And Different Tillage Systems On Soil Microflora*, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iași.
156. Liu L, Yu Z, Yao Q, Hu X., Zhang W., Mi G., Chen X., Wang G., 2017 - *Distinct soil bacterial communities in response to the cropping system in a Mollisol of northeast China*, Appl. Soil Ecol., vol. 119, p. 407-416.
157. Liu Q., Liu G., Huang C., Li H., 2020 - *Variation in soil bulk density and hydraulic conductivity within a quasi-circular vegetation patch and bare soil area*, J. Soils Sediments, vol. 20, nr. 4, p. 2019-2030.
158. Logsdon S.D., Cambardella C.A., 2000 - *Temporal changes in small depth-incremental soil bulk density*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 64, nr 2, p. 710-714.
159. Lu Y., Liu X., Zhang M., Heitman J., Horton R., Ren T., 2017 - *Thermo-time domain reflectometry method: advances in monitoring in situ soil bulk density*, Methods Soil Anal. 2.
160. Machado S., Pritchett L., Petrie S., 2015 - *No-tillage cropping systems can replace traditional summer fallow in north-central Oregon*, Agron. J., vol. 107, nr. 5, p. 1863-1877.
161. Maharjan G.R., Prescher A.K., Nendel C., Ewert F., Mboh C.M., Gaiser T., Seidel S.J., 2018 - *Approaches to model the impact of tillage implements on soil physical and nutrient properties in different agro-ecosystem models*, Soil Tillage Res.
162. Mairghany M., Yahya A., Adam N.M., Su Mat A.S., Aimrun W., Elsoragaby S., 2019 - *Rotary tillage effects on some selected physical properties of fine textured soil in wetland rice cultivation in Malaysia*, Soil Tillage Res., vol. 194.

163. Margulies J., 2012 - *No-till Agriculture in the USA*. Organic Fertilisation, Soil Quality and Human Health. Dordrecht: Springer Netherlands, p.11–30.
164. Marin D.I., Rusu T., Mihalache M., Ilie L., Bolohan C., 2012 - *Research on the influence of soil tillage system upon pea crop and some properties of reddish preluvosoil in the Moara Domneasca area*, Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology. Cadastre Series, 42, nr. 2, p. 487-490.
165. Martín M.Á., Reyes M., Taguas F.J., 2017 - *Estimating soil bulk density with information metrics of soil texture*, Geoderma vol. 287, p. 66-70.
166. Mbuthia L.W., Acosta-Martínez V., DeBruyn J., Schaeffer S., Tyler D., Odoi E., Mpheshea M., Walker F., Eash N. 2015 - *Long term tillage, cover crop, and fertilization effects on microbial community structure, activity: implications for soil quality*, Soil Biol. Biochem., vol. 89, p. 24-34.
167. Medvedev V.V., Laktionova T.M., Potsheptsova L.G., Lamar P., 2006 - *Innovative tendencies in tillag*, Agrochemistry and Soil Science. Special Issue to the VII Congress of the USSA, Book One, Kharkiv, p. 79-94.
168. Micucci F., Taboada M.A., 2006 - *Soil physical properties and soybean (Glycine max Merrill) root abundance in conventionally and zero-tilled soils in the humid Pampas of Argentina*, Soil and Tillage Research, vol. 86, p. 152-162.
169. Miller C.E., Turk L.M., 2006 - *Fundamentals of Soil Science*, Editura Biotech, New Delhi.
170. Mitchell J.P., Shrestha A., Mathesius K., Scow K.M., Southard R.J., Haney R.L., Schmidt R., Munk D.S., Horwath W.R., 2017 - *Cover cropping and no-tillage improve soil health in an arid irrigated cropping system in California's San Joaquin Valley, USA*, Soil Tillage Res., vol. 165, p. 325-335.
171. Mohamad B., Reynolds M.P., Ageeb O.A.A., 1999 - *Wheat management in warm environments*, Agron. J., vol. 91, p. 975-983.
172. Mohammad A., Hajabbasi, 2003 - *Effects of different tillage practices on physical properties of a clay-loam soil in northwest Iran*. Internationalm, Soil Tillage Research Organisation Conference. p. 519-522.
173. Molnar A., Drocas I., Ranta O., Stanila S., 2012 - *Development of Software for Soil Compaction Assessment*, Bulletin UASVM Agriculture, vol. 69, nr. 1–2, p. 88-93.
174. Moraru Paula Ioana., Rusu T., 2012 - *Effect of tillage systems on soil moisture, soil temperature, soil respiration and production of wheat, maize and soybean crops*, Journal of Food, Agriculture & Environment, vol. 10, nr. 2, p. 445-448.

175. Moreno M.M., Moreno A., 2008 - *Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop*, Sci. Hortic. (Amsterdam), vol. 116, p. 256–263.
176. Moreno M.V., Stenglein S.A., Casas C., Biganzoli F., Manso L., Silvestro L.B., Moreira., 2021 - *Cultivable soil fungi community response to agricultural management and tillage system on temperate soil*, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, vol. 20, nr. 4, p. 217-226.
177. Muckel G.B., M.J. Mausbach M.J., 1996 - *Soil quality information sheets*, Methods for Assessing Soil Quality, p. 393-400.
178. Mueller L., Kay B.D., Hu C., Li Y., Schindler U., Behrendt A., Shepherd T.G., Ball B.C., 2009 - *Visual assessment of soil structure: evaluation of methodologies on sites in Canada, China and Germany: part I: comparing visual methods and linking them with soil physical data and grain yield of cereals*, Soil Tillage Res., vol. 103, p. 178-187.
179. Mueller L., Shepherd G., Schindler J., Ball B.C., Munkholm L.J., Hennings V., Smolentseva E., Rukhovic O., Lukin S., Hu C., 2013 - *Evaluation of soil structure in the framework of an overall soil quality rating*, Soil Tillage Res., vol. 127, p. 74-84.
180. Muntean L.S., Solovăstru C., Morar G., Duda M.M., Vârban D.I., Muntean S., 2011 - *Planttechnics*, Second edition. Printhouse Risoprint, Cluj-Napoca. ISBN 978-973-53-0506-2.
181. Mutetwa M., Mtaita T., 2014 - *Effects of mulching and fertilizer sources on growth and yield of onion*, J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci., vol. 2, p. 102–106.
182. Mwango S.B., Msanya B.M., Mtakwa P.W., Kimaro D.N., Deckers, J., Poesen J., 2016 - *Effectiveness OF mulching under Miraba in controlling soil erosion, fertility restoration and crop yield in the Usambara Mountains, Tanzania*, Land Degrad. Dev. 27, p. 1266–1275.
183. Nadeem S.M., Naveed M.A., Ahmad M., Zahir Z.A., 2015 - *Rhizosphere bacteria for crop production and improvement of stress tolerance: mechanisms of action, applications, and future prospects*, N.K. Arora (Ed.), Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets, Springer, New Delhi, p. 1-36.
184. Nath A.J., Lal R., 2017 - *Effects of tillage practices and land use management on soil aggregates and soil organic carbon in the North Appalachian Region, USA*, Pedosphere, vol. 27, p. 172-176.
185. Nazarenko I.I., Polchyna S.M., Nikorych V.A., 2004 - *Soil note: Tutoria*, Soil Science: Textbook, Higher Education, Kyiv, Ukraine.
186. Nazir U., Anjum S.A., Farooq A., Nawaz U., Nawaz M., Samiullah M., 2017 - *Climate change and agricultural system: potential impacts and soil management strategies - A review*, J. Agric. Res., vol. 55, p. 501-515.

187. Nesbitt M., 1998 - *Where was einkorn wheat domesticated?*, Trends in Plant Science, vol. 3, p. 1360-1385.
188. Nimmo J.R., Perkins K.S., 2002 - *Aggregate stability and size distribution*, In: Dane J. H. & Topp G.C. (eds), Methods of Soil Analysis, Part 4 – Physical Methods. Soil Science Society of America, Inc. Madison, USA, p. 317-328.
189. Nocelli Pac S., 2017 - *Evolución de Siembra Directa en Argentina Campaña 2016-2017*, Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid).
190. Obia A., Cornelissen G., Martinsen V., Smebye A.B., Mulder J., 2020 - *Conservation tillage and biochar improve soil water content and moderate soil temperature in a tropical Acrisol*, Soil Tillage Res., vol. 197.
191. Ogundare S.K., Babatunde I.J., Etukudo O.O., 2015 - *Response of tomato variety (RomaF) yield to different mulching materials and staking in Kabba Kogi State. Niger*, J. Agric. Stud., vol.3, p. 61–70.
192. Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., Sombroek W.G., 1991 - *World map of the Status of human-induced soil degradation*, An Explanatory Note (revised ed.), UUEP and ISRIC, Wageningen, The Netherlands.
193. Onisie T., Jităreanu G., 2000 - *Agrotehnică*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
194. Ortiz R., Sayre K.D., Govaerts B., Gupta R., Reynolds M., 2008 - *Climate change: can wheat beat the heat?* Agric. Ecosyst. Environ., vol. 126, p. 46-58.
195. Osunbitan J.A., Oyedele D.J., Adekalu K.O., 2005 - *Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sand soil in southwestern Nigeria*, Soil and Tillage Research, vol. 82, p. 57-64, ISSN: 0167-1987.
196. Patriarca A., Vaamonde G., Pinto V.F., 2014 – *Alternaria*, Encyclopedia of Food Microbiology, p. 54-60.
197. Peng Z., Wang L., Xie J., Li L., Coulter J.A., Zhang R., Luo Z., Cai L., Carberry P., Whitbread A., 2020 - *Conservation tillage increases yield and precipitation use efficiency of wheat on the semi-arid Loess Plateau of China*, Agric. Water Manag., vol. 231, Article 106024.
198. Peth S., Nellesen J., Fischer G., Tillmann W., Horn R., 2013 - *Dynamics of soil macropore networks in response to hydraulic and mechanical stresses investigated by X-ray microtomography*. Advances in Agricultural Systems Modeling, Quantifying and Modeling, Soil Structure Dynamics, vol. 3, p. 121–153.
199. Pietr J., 1990 - *Impact of saprophytic rhizosphere microflora on plant growth*, Adv. Agric. Sci., vol. 3, p. 19-38.

200. Pikovska O.V., Prusiajnuik I.V., 2013 - *Influence of different tillage of soil on density of chernozem ordinary*, SWorld – 1–12 October 2013.
201. Porras-Alfaro A., Bayman P., 2011 - *Hidden fungi, emergent properties: endophytes and microbiomes*, Annu. Rev. Phytopathol., vol. 49, p. 291-315.
202. Rabot E., Wiesmeier M., Schlüter S., Vogel H.J. 2018 - *Soil structure as an indicator of soil functions: a review*, Geoderma, vol. 314, p. 122-137.
203. Rachel M.L. Guimarães, Mathieu Lamandé, Lars J. Munkholm, Bruce C. Ball, Thomas Keller, 2017 - *Opportunities and future directions for visual soil evaluation methods in soil structure research*, Soil Tillage Research.
204. Ramadhan M.N., 2021 - *Yield and yield components of maize and soil physical properties as affected by tillage practices and organic mulching*, Saudi Journal of Biological Sciences.
205. Ranta O., Drocas I., Stanila S., Molnar A., Muntean M.V., Marian O., 2012 - *Analysis of Working Qualitative Parameters for No-Till Machines*, Bulletin UASVM Agriculture, vol. 68, nr. 1, p. 308-313.
206. Raper R., Schwab E., Balkcom K., Burmester C., Reeves D., 2005 - *Effect of annual, biennial, and triennial in-row subsoiling on soil compaction and cotton yield in southeastern US silt loam soils*, Appl. Eng. Agric., vol. 21, p. 337-343.
207. Rasheed A., Xia X., Yan Y., Appels R., Mahmood T., He Z., 2014 - *Wheat seed storage proteins: Advances in molecular genetics, diversity and breeding applications*, Journal of Cereal Science, vol. 60, nr. 1, p. 11-24.
208. Rathore V.S., Nathawat N.D., Bhardwaj S., Sasidharan R.P., Yadav B.M., Kumar M., Santra P., Yadava N.D., Yadav O.P., 2017 - *Yield, water and nitrogen use efficiencies of sprinkler irrigated wheat grown under different irrigation and nitrogen levels in an arid region*, Agric. Water Manag., vol. 187, p. 232-245.
209. Ray D.K., Gerber J.S., Macdonald G.K., West P.C., 2015 - *Climate variation explains a third of global crop yield variability*, Nat. Commun., vol. 6.
210. Răus L., Jităreanu G., Ailincăi C., 2011 - *The unconventional tillage system on soil properties and winter wheat crop production in the Moldavian Plateau, Romania*, Lucrări științifice, seria Agronomie, vol. 54, nr. 2, p. 181-185.
211. Răus L., Jităreanu G., Ailincăi C., Țopa D., 2013 - *Sistemele de lucrare a solului în Câmpia Moldovei, Considerații practice și teoretice*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
212. Ren A., Sun M., Wang P., Xue L., Lei M., Xue J., Gao Z., Yang Z., 2019 - *Optimization of sowing date and seeding rate for high winter wheat yield based on pre-winter plant development and soil water usage in the Loess Plateau, China*, Journal of Integrative Agriculture, vol. 18, nr. 1, p. 33-42.

213. Rezgui C., Trinsoutrot- Gattin I., Benoit M., Laval K., Riha-Anglet W., 2021 - *Linking changes in the soil microbial community to C and N dynamics during crop residue decomposition*, Journal of Integrative Agriculture, vol. 20, nr. 11, p. 3039-3059.
214. Rice P.J., McConnell L.L., Heighton L.P., Sadeghi A.M., Isensee A.R., Teasdale J.R., Abdul-Baki A.A., Harman-Fetcho J.A., Hapeman C.J., 2001 - *Runoff loss of pesticides and soil*, J. Environ. Qual., vol. 30, p. 1808.
215. Roger – Estrade J., Richard G., Coneill J., Beizard H., Coquet Z., Defassez P., Manichon H., 2004 - *Morphological characterization of soil structure in tilled fields: from a diagnosis method to the modeling of structural changes with time*, Soil & Tillage Research, vol. 79, p. 33-49.
216. Roper M., Ward P., Keulen A., Hill J., 2013 - *Under no-tillage and stubble retention, soil water content and crop growth are poorly related to soil water repellency*, Soil Tillage Res., vol. 126, p. 143-150.
217. Rusu T., 2014 - *Energy efficiency and soil conservation in conventional, minimum tillage and no-tillage*, International Soil and Water Conservation Research, vol. 2, nr. 4, p. 42-49.
218. Rusu T., Bogdan I., 2012 - *Influence of Degree Infestation with Echinochloa crus-galli Species on Crop Production in Maize*, Mohammed Naguib Abd El-Ghany Hasaneen (Ed.), Herbicides — Properties, Synthesis and Control of Weeds, InTech Ed.
219. Sasal M.C., Andriulo A.E., Taboada M.A., 2006 - *Soil porosity characteristics and water movement under zero tillage in silty soils in Argentinian Pampas*, Soil Research, vol. 87, p. 9-18.
220. Sasal M.C., Castiglioni M.G., Wilson M.G., 2010 - *Effect of crop sequences on soil properties and runoff on natural-rainfall erosion plots under no tillage*, Soil Tillage Res. 108, p. 24–29.
221. Schnathorst W.C., 1981 - *Life cycle and epidemiology of Verticillium*, M.E. Mace, A.A. Bell, C.H. Beckman (Eds.), Fungal Wilt Diseases of Plants, Academic Press, New York, p. 81-111.
222. Shaver T.M., Peterson G.A., Ahuja L.R., Westfall D.G., Sherrod L.A., Dunn G., 2002 - *Surface soil physical properties after twelve years of dryland no-till management*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 66, nr. 4, p. 1296-1303.
223. Shewry P.R., 2009 - *Wheat*, Journal of Experimental Botany, Vol. 60, nr. 6, p. 1537–1553.
224. Sifuentes-Ibarra E., Macías-Cervantes J., Mendoza-Pérez C., Vásquez-Díaz D.A., Salinas-Verduzco D.A., Inzunza-Ibarra M.A., 2018 - *Efecto de la siembra directa en las propiedades del suelo y aprovechamiento de riego en maíz en Sinaloa, México*, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Volumen especial, 20, p. 4235-4243.

225. Šíp V., Vavera R., Chrpova J., Kusa H., Ruzek P., 2013 - *Winter wheat yield and quality related to tillage practice: input level and environmental conditions*, Soil Till. Res., vol. 132, p. 77-85.
226. Sokolowski A.C., McCormick B.P., De Grazia J., Wolski J.E., Rodríguez H.A., Rodríguez-Frers E.P., Gagey M.C., Debelis S.P., Paladino I.R., Barrios M.P., 2020 - *Tillage and no-tillage effects on physical and chemical properties of an Argiaquoll soil under long-term crop rotation in Buenos Aires, Argentina*, International Soil and Water Conservation Research, vol 8, nr. 2, p. 185-194.
227. Stanila S., Drocas I., Ranta O., Molnar A., Nagy M., 2012 - *Studies regarding comparative analysis of main working indicators at primary soil tillage's*, Bulletin UASVM Agriculture, Cluj-Napoca, vol. 69, nr 1-2, p. 114-119.
228. Steffan-Dewenter I., Kessler M., Barkmann J., Bos M.M., Buchori D., Erasmi S., Faust H., Gerold G., Glenk K., Gradstein S.R., Guhardja E., Harteveld M., Hertel D., Höhn P., Kappas M., Köhler S., Leuschner C., Maertens M., Marggraf R., Migge-Kleian S., Mogeia J., Pitopang R., Schaefer M., Schwarze S., Sporn S.G., Steingrebe A., Tjitrosoedirdjo S.S., Tjitrosoemito S., Twele A., Weber R., Woltmann L., Zeller M., Tschamtk T., 2007 - *Trade-offs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification*, PNAS, 104, p. 4973-4978.
229. Sun R., Li W., Dong W., Tian Y., Hu C., Liu B. 2018 - *Tillage changes vertical distribution of soil bacterial and fungal communities*, Front. Microbiol., vol. 9, p. 699.
230. Șarpe N., 2008 - *Forty years of research regarding the No-tillage system in maize under Romania conditions*, AN. I.N.C.D.A. Fundulea, vol. LXXVI, 2008, Agrotehnica culturilor.
231. Șarpe N., 2010 - *Sistemul no-tillage la semănatul porumbului*, Profitul Agricol, nr. 6, p. 21-22, ISSN: 1453-2263.
232. Tao F., Xiao D., Shuai Z., Zhao Z., Rötter R.P., 2017 - *Wheat yield benefited from increases in minimum temperature in the huang-huai-hai plain of China in the past three decades*, Agric. For. Meteorol., vol. 239, p. 1-14.
233. Tebrügge F., Düring R.A., 1999 - *Reducing tillage intensity-a review of results from a long-term study in Germany*, Soil Till. Res., vol. 53, nr. 1,p. 15- 28.
234. TerAvest D., Carpenter-Boggs L., Thierfelder C., Reganold J.P., 2015 - *Crop production and soil water management in conservation agriculture, no-till, and conventional tillage systems in Malawi*, Agric. Ecosyst. Environ., vol. 212, p. 285-296.

235. Thierfelder C., Amezquita E., Stahr K., 2005 - *Effects of intensifying organic manuring and tillage practices on penetration resistance and infiltration rate*, Soil & Tillage Research, vol. 82, p. 211-266.
236. To J., Kay B., 2005 - *Variation in penetrometer resistance with soil properties: the contribution of effective stress and implications for pedotransfer functions*, Geoderma, vol. 126, p. 261-276.
237. Triplett G.B., Dick W.A., 2008 - *No- tillage crop production: A revolution in agriculture*, Agronomy Journal, 100 (supplements), p. 153-165.
238. Trolborg M., Aalders I., Towers W., Hallett P.D., McKenzie B.M., Bengough A.G., Lilly A., Ball B.C., Hough R.L., 2013 - *Application of bayesian belief networks to quantify and map areas of risk to soil threats: using compaction as an example*, Soil Tillage Res., vol. 132, p. 56–68.
239. Țopa D., Ailincăi C., Jităreanu G., 2011 - *Soil compaction influence on winter wheat crop yield and soil physical properties*, Lucrări științifice, seria Agronomie, vol. 54, nr. 2, p. 306-310.
240. Țopa D., Cara I.G., Jităreanu G., 2021 - *Long term impact of different tillage systems on carbon pools and stocks, soil bulk density, aggregation and nutrients: A field meta-analysis*, CATENA, vol. 199.
241. Un Aru, Munk-Nielsen L., Federspiel B.H., 1997 - *The soil fungus Chaetomium in the human paranasal sinuses*, Eur Arch Otorhinolaryngol 254, p. 350–352, <https://doi.org/10.1007/BF02630728>.
242. Unger P.W., 1991 - *Overwinter changes in physical properties of no-tillage soil*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol. 55, p. 778-782.
243. Van Capelle Christine, Stefan Schrader, Joachim Brunotte, 2012 - *Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota - A review with a focus on German data*, European Journal of Soil Biology, vol 50, p. 165-181.
244. Van Eerd L.L., Congreves K.A., Hayes A., Verhallen A., Hooker D.C., 2014 - *Long-term tillage and crop rotation effects on soil quality, organic carbon, and total nitrogen*, Can.J. Soil Sci., 94, p. 303-315.
245. Van Groenigen, Bloem K.J., Bååth J., Boeckx E., Rousk P., Bodé S., 2010 - *Abundance, production and stabilization of microbial biomass under conventional and reduced tillage*, Soil Biol. Biochem., vol. 42, p. 48–55.
246. Vargas Gil S., Pedelini R., Oddino C., ZuzaM., Marinelli A., March G.J., 2008 - *The role of potential biocontrol agents in the management of peanut root rot in Argentina*, J. Plant Pathol., vol. 90, p. 35-41.
247. Verein Deutscher Ingenieure 2014 - *Machine Operation With Regard to the Trafficability of Soils Used for Agriculture*. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
248. Viglizzo E.F., Jobaggy E., 2010 - *Expansión de la frontera agropecuaria Argentina y su impacto ecológico-ambiental*, INTA, p. 102.

249. Villegas D., Alfaro C., Ammar K., Catedra M.M., Crossa J., Garcia del Moral L.F., Royo C., 2016 - *Daylength, temperature and solar radiation effects on the phenology and yield formaton of spring durum wheat*, J. Agron. Crop. Sci., vol. 202, p. 203-216.
250. Visagie C.M., Houbraken J., Frisvad J.C., Hong S.B., Klaassen C.H.W., Perrone G., 2014 - *Identification and nomenclature of the genus Penicillium*, Stud Mycol, vol. 78 (Supplement C), p. 343-371.
251. Vries F.T, Liiri M.E., Bjørnlund L., Bowker M.A., Søren Christensen, Setälä H.M., Bardgett R.D., 2012 - *Land use alters the resistance and resilience of soil food webs to drought*, Nat. Clim. Change, vol. 2, nr 4, p. 276-280.
252. Vyn T.J, Raimbault B.A., 1993 - *Long-term effect of five tillage systems on corn response and soil structure*, Agron. J., vol. 85, nr. 5, p. 1074-1079.
253. Wan Y., El-Swaify S.A., 1999 - *Runoff and soil erosion as affected by plastic mulch in a Hawaiian pineapple field*, Soil and Tillage Research, vol. 52, nr. 1-2, p. 29-35.
254. Wander M.M., Bollero G.A., 1999 - *Soil quality assessment of tillage impacts in illinois*, Soil Sci. Soc. Am. J., vol 63, nr. 4, p. 961-971.
255. Wang A.S., Angle J.S., Rufus L.C., Delorme T.A., 2006 - *Soil pH effects on uptake of Cd and Zn by Thlaspi caerulescens*, Plant Soil, vol. 281, nr. 1, p. 325-337.
256. Wei T., Glomsrød S., Zhang T., 2017 - *Extreme weather, food security and the capacity to adapt: the case of crops in China*, Food Secur, vol. 9, nr. 3, p. 523-535.
257. Wicks G.A., Crutchfield D.A., Burnside O.C., 1994 - *Influence of wheat (Triticum aestivum) straw mulch and metolachlor on corn (Zea mays) growth and yield*, Weed Sci., vol. 42, p. 141-147.
258. Yan Q, Yang F., Dong F., Lu J., Li F., Duan Z., Zhang J., Lou G., 2018 - *Yield loss compensation effect and water use efficiency of winter wheat under double-blank row mulching and limited irrigation in northern China*, Field Crop. Res., vol. 216, p. 63-74.
259. Yevtushenko T.V., Tonkha O.L., Pikovskaa V., 2016 - *Changes in bulk density and porosity of chernozem typical under different cultivation systems*, Annals of Agrarian Science, vol. 14, nr. 4, p. 299-302.
260. Yonghui Yang, Jinli Ding, Yunhong Zhang, Jicheng Wu, Jiemei Zhang, Xiaoying Pan, Cuimin Gao, Yue Wang, Fang He, 2018 - *Effects of tillage and mulching measures on soil moisture and temperature, photosynthetic characteristics and yield of winter wheat*, Agricultural Water Management, vol 201, p. 299-308.
261. Young I.M., Ritz K., 2000 - *Tillage, habitat space and function of soil microbes*, Soil Till. Res., vol. 53, p. 201-213.
262. Zeder M., 2011 - *The origins of agriculture in the Near East*, Curr. Anthropol, vol. 52, p. 221-235.

263. Zhang Fengyun, Wu Pute, Zhao Xining, Cheng Xuefeng, 2011 - *The effects of no tillage practice on soil physical properties*, African Journal of Biotechnology. vol. 10, nr. 77, p. 17645-17650.
264. Zhang G., Zhang X., Hu X., 2013 - *Runoff and soil erosion as affected by plastic mulch patterns in vegetable field at Dianchi lake's catchment, China*, Agricultural Water Management, vol. 122, p. 20-27.
265. Zhang G.S., Ni Z.W., 2017 - *Winter tillage impacts on soil organic carbon, aggregation and CO<sub>2</sub> emission in a rainfed vegetable cropping system of the mid-Yunnan plateau, China*, Soil & Tillage Research, vol. 165, p. 294–301.
266. Zhang Qi, Shulan Wang, Yuanguang Sun, Yuanhong Zhang, Haoyu Li, Pengzhao Liu, Xiaoli Wang, Rui Wang, Jun Li, 2022 - *Conservation tillage improves soil water storage, spring maize (Zea mays L.) yield and WUE in two types of seasonal rainfall distributions*, Soil and Tillage Research, vol. 215, Article 105237.
267. Zhang X.F., Zhu A.N., Xin X.L., Yang W.L., Zhang J.B., Ding S.J., 2018 - *Tillage and residue management for long-term wheat-maize cropping in the north China plain: I. Crop yield and integrated soil fertility index*, Field Crops Res., vol. 221, p. 157-165.
268. Zhao H., Wang R.Y., Ma B.L., Xiong Y.C., Qiang S.C., Wang C.L., 2014 - *Ridge-furrow with full plastic film mulching improves water use efficiency and tuber yields of potato in a semiarid rainfed ecosystem*, F. Crop. Res., vol. 161, p. 137–148.
269. Zhou X.M., Zuo Z.F., Liu B., 2012 - *The dynamic distribution of Mn element between soil and plant in Northeast Leymus chinensis grassland*, Journal of Food Agriculture & Environment, vol. 10, nr. 2, p. 891-895.
270. Zuber S.M., Villamil M.B., 2016 - *Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities*, Soil Biol. Biochem., vol. 97, p. 176-187.
271. \*\*\*FAO (Ed.), 2017 - *The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges FAO*, Rome, Italy (2017).
272. \*\*\*FAO 2011 - *Save and Grow: a Policymaker's Guide to the Sustainable Intensification of Smallholder Crop Production*, Igarss 2014. Rome.
273. \*\*\*FAO 2017 - *Conservation Agriculture Adopted Worldwide [WWW Document]*. Food. Agric. Organ. United Nations.
274. \*\*\*FAO AQUASTAT, 2014 <http://www.fao.org/nr/aquastat/>.
275. \*\*\*FAO, 2014 <http://www.fao.org>.
276. \*\*\*FAO, ITPS, GSBI, SCBD, EC, 2020 - *State of knowledge of soil biodiversity - status, challenges and potentialities*, Rome, Italy.
277. \*\*\*United Nations Department of Economic and Social Affairs, population Division, 2019 - *World population prospects 2019*.
278. \*\*\*[www.fieldclimate.com](http://www.fieldclimate.com).

**Anexa 1**  
**Appendix 1**

**ACRONIME ȘI ABREVIERI UTILIZATE ÎN TEXT**  
**ACRONYMS AND ABBREVIATIONS USED IN TEXT**

**Da** - densitate aparentă  
**MT** - minimum tillage  
**NT** - no-tillage  
**CV, CT** - convențional  
**RT** - prelucrare redusă  
**DT** - prelucrare profundă  
**FAO** - Food and Agriculture Organization  
**mha** - milioane hectare  
**VSE** - metode de evaluare vizuală a solului  
**WSA** - stabilitatea hidrică a agregatelor  
**SL** - sisteme de lucrare  
**SLC** - sisteme de lucrare conservative  
**UFC** - unități formatoare de colonii  
**G<sup>-</sup>** - bacterii gram negative  
**G<sup>+</sup>** - bacterii gram pozitive  
**g** - gramul de sol  
**HS** - gradul de hidrostabilitate macrostructurală  
**PDA** - Potato Dextrose Agar  
**ș.a.** - și alții  
**ssp.** - subspecie  
**MMB** - masa a o mie de boabe  
**MH** - masa hectolitrică  
**SOC** - soil organic carbon  
**INCDA** - Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea  
**ha** - hectar  
**Cmc, cm<sup>3</sup>** - centimetru cub  
**Mt** - martor  
**ICAM** - Institutul de Cercetări pentru Agricultură și Mediu

**Anexa 2**  
**Appendix 2**

**LISTA TABELELOR**  
**LIST OF TABLES**

|                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelul 2.1 Influența sistemelor de lucrare asupra <b>Da</b> la cultura grâului de toamnă (2010/2011) .....                                                                   | 32  |
| Tabelul 2.2 Evoluția <b>Da</b> g/cm <sup>3</sup> în funcție de sistemul de lucrare al solului..                                                                               | 33  |
| Tabelul 2.3 Numărul de UFC/g sol la cultura grâului de toamnă .....                                                                                                           | 50  |
| Tabelul 4.1 Factorii ce caracterizează regimul termic la Iași.....                                                                                                            | 72  |
| Tabelul 4.2 Regimul termic înregistrat la Iași în perioada 1961-2013 .....                                                                                                    | 73  |
| Tabelul 4.3 Regimul pluviometric înregistrat la stația meteo Iași în perioada 1961-2015 .....                                                                                 | 74  |
| Tabelul 4.4 Temperaturi medii ale aerului înregistrate la Ferma Ezăreni în anii de experimentare, comparativ cu media multianuală (°C) .....                                  | 83  |
| Tabelul 4.5 Precipitații medii înregistrate la ferma Ezăreni în anii de experiență, comparativ cu media multianuală (mm) .....                                                | 85  |
| Tabelul 5.1 Clase de valori ale densității aparente.....                                                                                                                      | 90  |
| Tabelul 5.2 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Densității aparente</i> la cultura grâului de toamnă (2016-2019).....                                         | 93  |
| Tabelul 5.3 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Densității aparente</i> la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019.....                            | 94  |
| Tabelul 5.4 Aprecierea structurii solului și interpretarea agrotehnică în funcție de gradul de hidrostabilitate .....                                                         | 98  |
| Tabelul 5.5 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Gradului de hidrostabilitate macrostructurală</i> , 2016-2019.....                                            | 99  |
| Tabelul 5.6 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Gradului de hidrostabilitate macrostructurală</i> la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019 ..... | 101 |
| Tabelul 5.7 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Distribuției agregatelor de structură</i> la cultura grâului de toamnă - la semănat .....                     | 103 |
| Tabelul 5.8 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Distribuției agregatelor de structură</i> la cultura grâului de toamnă - pe vegetație .....                   | 103 |
| Tabelul 5.9 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Distribuției agregatelor de structură</i> la cultura grâului de toamnă - la recoltare .....                   | 104 |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelul 5.10 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Umidității solului</i> la cultura grâului de toamnă - valori vegetație 2017 .....        | 106 |
| Tabelul 5.11 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Umidității solului</i> la cultura grâului de toamnă - 2016-2017 .....                    | 107 |
| Tabelul 5.12 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Umidității solului</i> la cultura grâului de toamnă - valori vegetație 2018.....         | 109 |
| Tabelul 5.13 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Umidității solului</i> la cultura grâului de toamnă - 2017-2018 .....                    | 110 |
| Tabelul 5.14 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Umidității solului</i> la cultura grâului de toamnă - valori vegetație 2019.....         | 112 |
| Tabelul 5.15 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Umidității solului</i> la cultura grâului de toamnă - 2018-2019 .....                    | 113 |
| Tabelul 5.16 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Umidității solului</i> la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019.....        | 114 |
| Tabelul 6.1 Activitatea biologică din sol - 2016-2017.....                                                                                                | 118 |
| Tabelul 6.2 Activitatea biologică din sol - 2017-2018.....                                                                                                | 118 |
| Tabelul 6.3 Activitatea biologică din sol - 2018-2019 .....                                                                                               | 119 |
| Tabelul 6.4 Activitatea biologică din sol - valori medii 2016-2019 .....                                                                                  | 119 |
| Tabelul 6.5 Dinamica bacteriană din sol - valori medii 2016-2019.....                                                                                     | 122 |
| Tabelul 6.6 Dinamica bacteriană din sol - 2016-2017 .....                                                                                                 | 124 |
| Tabelul 6.7 Dinamica bacteriană din sol 2017-2018 .....                                                                                                   | 126 |
| Tabelul 6.8 Dinamica bacteriană din sol - 2018-2019 .....                                                                                                 | 128 |
| Tabelul 7.1 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Lungimei plantei</i> la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019 .....          | 157 |
| Tabelul 7.2 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Lungimii spicului</i> la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019.....          | 157 |
| Tabelul 7.3 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Numărului de boabe pe spic</i> la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019..... | 158 |
| Tabelul 7.4 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>Masei hectolitrice</i> la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019.....         | 159 |
| Tabelul 7.5 Influența sistemelor de lucrare a solului asupra <i>MMB</i> la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019.....                        | 159 |
| Tabelul 7.6 Producția obținută (kg/ha) în perioada studiată, 2016-2019 .....                                                                              | 160 |

**Anexa 3**  
**Appendix 3**

**LISTA FIGURILOR**  
**LIST OF FIGURES**

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. 2.1 Variația zilnică a umidității solului la adâncimea de 5 cm sub diferite tipuri de mulci la Ferma Universității Gifu, Japonia ....            | 42  |
| Fig. 3.1 Amplasarea culturilor în câmpul experimental.....                                                                                            | 57  |
| Fig. 3.2 Schița experienței.....                                                                                                                      | 58  |
| Fig. 3.3 Aspecte din câmpul experimental .....                                                                                                        | 60  |
| Fig. 3.4 Aspecte din momentul recoltării probelor de sol.....                                                                                         | 61  |
| Fig. 3.5 Determinarea numărului de UFC/g sol.....                                                                                                     | 65  |
| Fig. 3.6 Examinarea preparatelor microscopice.....                                                                                                    | 66  |
| Fig. 4.1 Temperatura aerului înregistrată în perioada 1961-2013 la Iași .....                                                                         | 73  |
| Fig. 4.2 Cernoziomul cambic regradat .....                                                                                                            | 76  |
| Fig. 4.3 Acumularea particulelor de sol în urma eroziunii eoliene de pe suprafețele de teren neprotejate de vegetație .....                           | 77  |
| Fig. 4.4 Activitatea biologică intensă evidențiată de numeroase mușuroaie recente de cârțiță.....                                                     | 79  |
| Fig. 4.5 Crotovine frecvente în cadrul profilului de sol .....                                                                                        | 79  |
| Fig. 4.6 Temperatura aerului înregistrată în perioada 2016-2019 comparativ cu media multianuală .....                                                 | 83  |
| Fig. 4.7 Regimul pluviometric înregistrat în perioada 2016-2019 comparativ cu media multianuală .....                                                 | 87  |
| Fig. 5.1 Evoluția <i>Densității aparente</i> pe intervale de adâncime și faze de vegetație la cultura grâului de toamnă - valori medii 2016-2019..... | 96  |
| Fig. 5.2 Evoluția „ <i>Umidității solului</i> ” pe intervale de adâncime și faze de vegetație - valori medii 2016 - 2019 .....                        | 115 |
| Fig. 6.1 Ponderea microorganismelor în sol - valori medii 2016 - 2019 .....                                                                           | 120 |
| Fig. 6.2 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înfrățire” în anul 2016/2017 .....                                                                 | 130 |
| Fig. 6.3 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „alungire a paiului” în anul 2016/2017 .....                                                        | 130 |
| Fig. 6.4 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire” în anul 2016/2017 .....                                                                 | 133 |

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Fig. 6.5 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „recoltare” în anul 2016/2017 .....                | 133 |
| Fig. 6.6 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înfrățire” în anul 2017/2018 .....                | 135 |
| Fig. 6.7 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „alungire a paiului” în anul 2017/2018 .....       | 135 |
| Fig. 6.8 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire” în anul 2017/2018 .....                | 137 |
| Fig. 6.9 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „formarea bobului” în anul 2017/2018 .....         | 137 |
| Fig. 6.10 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înfrățire” în anul 2018/2019 .....               | 139 |
| Fig. 6.11 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „alungire a paiului” în anul 2018/2019 .....      | 139 |
| Fig. 6.12 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire” în anul 2018/2019 .....               | 141 |
| Fig. 6.13 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „recoltare” în anul 2018/2019 .....               | 141 |
| Fig. 6.14 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înfrățire” valori medii 2016-2019 .....          | 143 |
| Fig. 6.15 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „alungire a paiului” valori medii 2016-2019 ..... | 143 |
| Fig. 6.16 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „înflorire” valori medii 2016-2019 .....          | 145 |
| Fig. 6.17 Frecvența fungilor izolați în stadiul de „recoltare” valori medii 2016-2019 .....          | 145 |
| Fig. 6.18 <i>Penicillium</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                              | 147 |
| Fig. 6.19 <i>Aspergillus</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                              | 147 |
| Fig. 6.20 <i>Trichoderma</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                              | 148 |
| Fig. 6.21 <i>Rhizopus</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                                 | 148 |
| Fig. 6.22 <i>Mucor</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                                    | 149 |
| Fig. 6.23 <i>Fusarium</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                                 | 149 |
| Fig. 6.24 <i>Alternaria</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                               | 150 |
| Fig. 6.25 <i>Chaetomium</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                               | 150 |
| Fig. 6.26 <i>Verticillium</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                             | 151 |
| Fig. 6.27 <i>Mycogone</i> spp. - aspecte macro și microscopice .....                                 | 151 |
| Fig. 7.1 Influența sistemelor de lucrare asupra producției, 2016 - 2019 .....                        | 161 |

## Anexa 4

## Appendix 4

**LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE**  
**LIST OF PUBLISHED SCIENTIFIC PAPERS**

**PRIM-AUTOR**

1. **Cristina-Vasilica CUCONOIU**, Florin-Daniel LIPȘA, Eugen ULEA, Gerard JIȚĂREANU, 2018 - *Tillage effect on soil microbiota in winter wheat (Triticum aestivum L.) at Ezareni research station*. Lucrări Științifice, Vol. 61, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 65-68.
2. **Cristina CUCONOIU**, Denis ȚOPA, Anca-Elena CALISTRU, Gerard JIȚĂREANU, 2018 - *The influence of tillage systems on soil physical properties for winter wheat crop (Triticum aestivum L.) at Ezăreni Research Station*. Lucrări Științifice, Vol. 61, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 131-136.
3. **Cristina CUCONOIU**, ȚOPA Denis, CALISTRU Anca-Elena, JIȚĂREANU Gerard, 2019 - *Soil Properties Analysed Under Different Tillage Systems at Ezareni Research Station*. Proceedings of the International Scientific Congress "Life sciences, a challenge for the future,, Filodiritto Editore - Proceedings, pag. 55-59.

**CO-AUTOR**

4. Daniel GALEȘ, Feodor FILIPOV, **Cristina CUCONOIU**, Denis ȚOPA, Eugen TEODORESCU-SOARE, 2017 - *The influence of Aquasorb on soil moisture and some morphophysiological properties in maize crop*. Lucrări Științifice, Vol. 60, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 31-36.
5. TOPA Denis, AILINCAI Costica, CARA Irina Gabriela, CALISTRU Anca Elena, **CUCONOIU Cristina**, CAPSUNA Sorin, JIȚĂREANU Gerard, 2019 - *Effects of Conservative Tillage on Soil Quality and Crop Productivity in Moldavian Plateau*. Proceedings of the International Scientific Congress "Life sciences, a challenge for the future,, Filodiritto Editore - Proceedings, pag. 140-145.