

UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ
"ION IONESCU DE LA BRAD" DIN IAȘI
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL AGRONOMIE
SPECIALIZAREA PROTECȚIA PLANTELOR

TEZĂ DE DOCTORAT

Conducător de doctorat,
Prof. univ. Dr. Eugen ULEA

Doctorand,
Ing. Andrei-Mihai GAFENCU

Iași,
2019

**“ION IONESCU DE LA BRAD” UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES
AND VETERINARY MEDICINE OF IASI
FACULTY OF AGRICULTURE
DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
DOMAIN: AGRONOMY
SPECIALIZATION: PLANT PROTECTION**

PhD THESIS

**PhD. Coordinator,
Prof. univ. Dr. Eugen ULEA**

**PhD. Student,
Ing. Andrei-Mihai GAFENCU**

Iași,
2019

UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ VETERINARĂ
"ION IONESCU DE LA BRAD" DIN IAȘI
FACULTATEA DE AGRICULTURĂ
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL AGRONOMIE
SPECIALIZAREA PROTECȚIA PLANTELOR

CERCETĂRI PRIVIND REZISTENȚA UNOR SOIURI DE GRÂU LA ATACUL BOLILOR ÎN REGIUNEA DE NORD-EST A MOLDOVEI

Conducător de doctorat,
Prof. univ. Dr. Eugen ULEA

Doctorand,
Ing. Andrei-Mihai GAFENCU

Iași,
2019

**“ION IONESCU DE LA BRAD” UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES
AND VETERINARY MEDICINE OF IASI
FACULTY OF AGRICULTURE
DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
DOMAIN: AGRONOMY
SPECIALIZATION: PLANT PROTECTION**

RESEARCH ON THE RESISTANCE OF SOME WHEAT VARIETIES AT THE ATTACK OF DISEASES IN THE NORTH-EAST REGION OF MOLDOVA

**PhD. Coordinator,
Prof. univ. Dr. Eugen ULEA**

**PhD. Student,
Ing. Andrei-Mihai GAFENCU**

**Iași,
2019**

MULȚUMIRI

Aș dori să mulțumesc...

... domnului **Prof. univ. Dr. Eugen ULEA**, conducătorul de doctorat. „Predarea este o profesie foarte nobilă, care modelează caracterul, calibrul și viitorul unui individ”, spunea A. Kalam, cel de al XI-lea președinte al Indiei. Sfaturile primite din partea dumneavoastră, nu doar în perioada în care m-ați îndrumat ca și conducător de doctorat, ci de-a lungul celor aproape 10 ani trecuți din momentul în care pășeam pragul universității, ca student în primul an de facultate, mi-au fost de un real folos și mi-au rămas puternic întipărite în memorie.

*

* *

... membrilor comisiei de îndrumare, doamnelor **Prof. univ. Dr. Viorica IACOB** și **Asistent univ. Dr. Andreea-Mihaela FLOREA** și domnilor **Prof. univ. Dr. Mihai TĂLMACIU** și **Conf. univ. Dr. Florin-Daniel LIPȘA**, ale căror recomandări primite în perioada studiilor doctorale au fost extrem de valoroase și mi-au întărit dorința de a-mi îmbogăți cunoștințele.

*

* *

... conducerii facultății de Agricultură, Școlii doctorale de Științe Inginerești și Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, precum și colectivului de cadre didactice cu care am interacționat și a căror sugestii mi-au fost de un real ajutor.

*

* *

... colectivului de la disciplina de Cultura pajiștilor și a plantelor furajere, în mod deosebit domnului **Drd. Adrian NAZARE**, care pe parcursul celor trei ani de experimentare mi-a fost alături și m-a ajutat la înființarea câmpului experimental și la realizarea determinărilor în perioada de vegetație.

*

* *

... colectivului de la disciplina de Agrotehnică și în mod special domnului **Conf. univ. Dr. Denis ȚOPA**, pentru că mi-a fost alături la fiecare campanie de recoltare a câmpului experimental, iar în momentele în care i-am cerut ajutorul mi l-a oferit necondiționat.

*

* *

... prietenilor, cei care ați fost și îmi sunteți alături și, care în momentele dificile ați știut cum să mă încurajați, astfel încât să îmi doresc și mai mult să reușesc.

*

* *

... familiei, părinților și fraților mei, pentru răbdarea și înțelegerea de care ați dat dovadă și pentru vorbele de încurajare primite din partea voastră.

*

* *

... **Paulei**, prietena, partenera și soția mea. Permanentă prezență și susținere venite din partea ta se reflectă în ceea ce sunt astăzi.

*

* *

... bunicii mele. Dedic această teză de doctorat memoriei bunicii mele **Valeria Zamfirescu**, care mi-a fost întotdeauna sursă de inspirație și, care împreună cu bunicul meu, m-a făcut să iubesc natura.

CUPRINS

INTRODUCERE	11
REZUMAT	15

Partea a I-a

Studiul Bibliografic

CAPITOLUL 1 CONTEXTUL ISTORIC	21
--	-----------

1.1 Grâul de toamnă – o cultură globală esențială	21
---	----

1.2 Grâul de toamnă – o cultură importantă în România	26
---	----

CAPITOLUL 2 STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII AGENȚILOR PATOGENI AI GRÂULUI ȘI A BOLILOR CAUZATE DE ACEȘTIA	31
--	-----------

2.1 Făinarea grâului – <i>Blumeria graminis</i> (DC.) E.O. Speer f.sp. <i>tritici</i> Em. Marchal.....	32
---	----

2.1.1 Agentul patogen	32
-----------------------------	----

2.1.2 Evaluarea pierderilor de producție	33
--	----

2.1.3 Ciclul bolii și epidemiologia	34
---	----

2.1.3.1 Reproducerea asexuată	34
-------------------------------------	----

2.1.3.2 Reproducerea sexuată	36
------------------------------------	----

2.1.4 Controlul bolii.....	36
----------------------------	----

2.2 Septorioza frunzelor de grâu – <i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm.) Quaedvlieg & Crous, anamorf <i>Septoria tritici</i> Berk. & M.A. Curtis.....	39
--	----

2.2.1 Agentul patogen	39
-----------------------------	----

2.2.2 Evaluarea pierderilor de producție	40
--	----

2.2.3 Ciclul bolii și epidemiologia	41
---	----

2.2.4 Controlul bolii.....	43
----------------------------	----

2.3 Ruginile grâului	46
----------------------------	----

2.3.1 Agenții patogeni.....	46
-----------------------------	----

2.3.2 Evaluarea pierderilor de producție	47
--	----

2.3.3 Ciclul bolii și epidemiologia	51
---	----

2.3.3.1 Ciclul asexuat	52
------------------------------	----

2.3.3.2 Ciclul sexuat	52
-----------------------------	----

2.3.4 Controlul bolii.....	53
----------------------------	----

2.4 Alți agenți patogeni importanți ai grâului.....	55
---	----

Partea a II-a

Cercetări proprii

CAPITOLUL 3 SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII, MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE	59
---	-----------

3.1 Scopul și obiectivele cercetării	59
--	----

3.2 Experiența în teren	61
3.3 Materialul biologic.....	62
3.4 Tehnologia de cultivare.....	64
3.5 Datele meteorologice.....	66
3.6 Observații efectuate și metode utilizate	66
3.6.1 Metodele utilizate pentru determinarea elementelor de producție..	66
3.6.2 Metodele utilizate pentru determinarea Frecvenței (F%), Intensității (I%) și a Gradului de Atac (GA%) al agenților patogeni identificați în perioada studiată	67
3.7 Activități desfășurate în laborator.....	70
3.8 Metoda de lucru utilizată pentru determinarea incidenței Black point-ului, influența acestuia asupra MMB-ului și determinarea microorganismelor responsabile pentru producerea acestei boli	71
3.9 Analiza statistică a datelor obținute	71
CAPITOLUL 4 ANALIZA DATELOR CLIMATICE CARACTERISTICE PERIOADEI STUDIAȚE ȘI CARACTERIZAREA CADRULUI NATURAL ÎN CARE S-A DESFĂȘURAT EXPERIENȚA	73
4.1 Caracterizarea condițiilor climatice din zona de nord-est a Moldovei ...	75
4.1.1 Regimul termic	76
4.1.2 Regimul hidric	84
CAPITOLUL 5 REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND ELEMENTELE DE PRODUCȚIE LA GRÂUL DE TOAMNĂ.....	91
5.1 Densitatea plantelor.....	91
5.2 Talia plantelor.....	96
5.3 Înălțimea spicului	98
5.4 Numărul de boabe pe spic.....	100
5.5 Greutatea boabelor pe spic	102
5.6 Masa a o mie de boabe (MMB).....	104
5.7 Masa hectolitrică.....	107
5.8 Rezultate privind producția	109
CAPITOLUL 6 REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND COMPORTAREA CULTIVARELOR DE GRÂU DE TOAMNĂ LA ATACUL AGENȚILOR PATOGENI	113
6.1 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii <i>Blumeria graminis</i> (DC.) E.O. Speer f.sp. <i>tritici</i> Em. Marchal.....	114
6.2 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii <i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf <i>Septoria tritici</i> Berk. & M.A. Curtis.....	125

6.3 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii <i>Puccinia triticina</i> Eriks. f.sp. <i>tritici</i> Eriks. and Henn.	133
6.4 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii <i>Puccinia striiformis</i> Westend. f.sp. <i>tritici</i> Eriks.	141
6.5 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii <i>Puccinia graminis</i> Pers.:Pers. f.sp. <i>tritici</i> Eriks. & E. Henn.	144
CAPITOLUL 7 REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND BLACK POINT-UL	147
7.1 Incidența atacului de Black point în perioada 2016-2018	147
7.2 Influența atacului de Black point asupra masei a o mie de boabe	150
7.3 Determinarea microorganismelor asociate cu Black point-ul	154
CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI VIITOARE	159
BIBLIOGRAFIE	173
ACRONIME ȘI ABREVIERI UTILIZATE ÎN TEXT	191
LISTA TABELELOR	193
LISTA FIGURILOR	195
LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE	197

CONTENS

INTRODUCTION	11
ABSTRACT	15

First Section Bibliographic study

CHAPTER 1 HISTORICAL BACKGROUND	21
1.1 Winter wheat – a global staple crop	21
1.2 Winter wheat – an important crop in Romania.....	26
CHAPTER 2 CURRENT STATE OF KNOWLEDGE OF PATHOGENIC AGENTS OF WHEAT AND OF THE DISEASES CAUSED BY THEM.....	31
2.1 Powdery mildew – <i>Blumeria graminis</i> (DC.) E.O. Speer f.sp. <i>tritici</i> Em. Marchal.....	32
2.1.1 The pathogen	32
2.1.2 Crop loss assessment	33
2.1.3 Disease cycle and epidemiology	34
2.1.3.1 Asexual reproduction	34
2.1.3.2 Sexual reproduction.....	36
2.1.4 Disease control.....	36
2.2 Septoria leaf blotch of wheat – <i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm.) Quaedvlieg & Crous, anamorf <i>Septoria tritici</i> Berk. & M.A. Curtis.....	39
2.2.1 The pathogen	39
2.2.2 Crop loss assessment	40
2.2.3 Disease cycle and epidemiology.....	41
2.2.4 Disease control.....	43
2.3 Wheat rusts.....	46
2.3.1 The pathogens	46
2.3.2 Crop loss assessment	47
2.3.3 Disease cycle and epidemiology.....	51
2.3.3.1 Asexual cycle	52
2.3.3.2 Sexual cycle	52
2.3.4 Disease control.....	53
2.4 Other major pathogens of wheat	55

Second Section Personal research

CHAPTER 3 AIM AND OBJECTIVES OF RESEARCH, RESEARCH MATERIALS AND METHODS	59
---	-----------

3.1 Aim and objectives of research.....	59
3.2 Field experiment.....	61
3.3 Biological material	62
3.4 Cultivation technology	64
3.5 Meteorological data	66
3.6 Surveys and methods used	66
3.6.1 Methods used to determine the production elements	66
3.6.2 Methods used to determine Frequency (F%), Intensity (I%) and Degree of Attack (DA%) of pathogens identified during the study period	67
3.7 Activities in laboratory.....	70
3.8 The method used to determine the incidence of Black point, its influence on TGW and the determination of microorganisms responsible for the production of this disease.....	71
3.9 Statistical data analysis	71
CHAPTER 4 ANALYSIS OF CLIMATE DATA OF THE STUDY PERIOD AND EVALUATION OF THE NATURAL FRAME IN WHICH THE RESEARCH HAS BEEN CONDUCTED	73
4.1 Characterization of climate conditions in the north-east area of Moldova.....	75
4.1.1 The thermal regime	76
4.1.2 The hydric regime	84
CHAPTER 5 RESULTS AND DISCUSSIONS ON THE ELEMENTS OF PRODUCTION OF WINTER WHEAT	91
5.1 Plant density.....	91
5.2 Plant height	96
5.3 Ear height.....	98
5.4 Number of kernels per ear	100
5.5 Kernels weight per ear.....	102
5.6 Thousand grain weight (TGW).....	104
5.7 Hectolitric mass	107
5.8 Yields	109
CHAPTER 6 RESULTS AND DISCUSSION CONCERNING THE BEHAVIOR OF THE WINTER WHEAT CULTIVARS AT THE ATTACK OF THE PATHOGEN AGENTS	113
6.1 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of <i>Blumeria graminis</i> (DC.) E.O. Speer f.sp. <i>tritici</i> Em. Marchal.....	114
6.2 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of <i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm.) Quaed. & Crous, anamorph <i>Septoria tritici</i> Berk. & M.A. Curtis	125

6.3 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of *Puccinia triticina* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn..... 133

6.4 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks 141

6.5 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn. 144

CHAPTER 7 RESULTS AND DISCUSSION CONCERNING THE BLACK POINT 147

7.1 Black point incidence during 2016-2018..... 147

7.2 Black point influence on thousand grain weight..... 150

7.3 Determination of the microorganisms associated with Black point 154

CONCLUSIONS AND FUTURE RECOMMENDATIONS 159

REFERENCES 173

ACRONYMS AND ABBREVIATIONS USED IN TEXT 191

LIST OF TABLES..... 193

LIST OF FIGURES 195

LIST OF PUBLISHED SCIENTIFIC PAPERS 197

INTRODUCERE

*"Când grâul se coace, când vântul suflă peste câmp,
puteți auzi aristeles grâului atingându-se.
Sună ca acele de pin într-o pădure.
Este o muzică drăguță, șoptită,
ce odată auzită nu mai poate fi uitată."*

Norman Ernest BORLAUG, 1914-2009

Cererea globală pentru producția de alimente este direct legată de creșterea populației la nivel mondial, motiv pentru care se așteaptă să crească continuu. Pentru a hrăni întreaga populație a planetei, care se estimează că va fi de 9,1 miliarde de locuitori în anul 2050, *Food and Agriculture Organization* estimează că producția agricolă ar trebui să crească cu 60% față de nivelurile medii obținute în perioada 2005-2010 (FAO, 2012). Această situație este provocată de reducerea disponibilității terenurilor agricole din cauza situațiilor extreme de ordin ecologic, cum ar fi seceta sau inundațiile, dar și prin creșterea urbanizării, prin eliminarea unor suprafețe importante de teren din circuitul agricol.

Cu toate acestea, noutățile din domenii precum ameliorarea plantelor, fertilizării și protecției culturilor agricole, împreună cu practicile agricole inovatoare, au impact pozitiv asupra productivității agricole, astfel încât cererea pentru producția de alimente poate fi acoperită.

Până în anul 2050 se estimează că va crește și venitul pe cap de locuitor, de 1,8 ori (FAO, 2012), fapt ce va produce schimbări în obiceiurile alimentare ale populației. Cu o populație mai bogată a țărilor în curs de dezvoltare, se estimează că se vor consuma mai multe produse lactate, carne și cereale, ceea ce va conduce către o creștere a suprafețelor de teren destinate cerealelor, reprezentate în mod special de orez, porumb și grâu, care în prezent ocupă peste jumătate din suprafața agricolă la nivel mondial.

Grâul comun (*Triticum aestivum* L.) este una dintre cele mai vechi plante de cultură, fiind planta considerată responsabilă pentru progresele realizate de civilizația umană. Grâul reprezintă totodată una dintre cele mai importante surse alimentare pentru oameni și animale. Datorită compoziției chimice, fiind bogat în hidrați de carbon și proteine și având un raport echilibrat între aceste substanțe, satisface nevoile organismul uman.

Suprafața cultivată cu grâu la nivel mondial a crescut treptat ajungând la un maxim de aproximativ 240 milioane hectare la nivelul anilor 1980. După

această perioadă, suprafața cultivată cu grâu la nivel mondial a intrat pe un trend descendent care s-a oprit la nivelul anilor 1990. În prezent, la nivel global, suprafața cultivată anual cu grâu este de aproximativ 210-220 milioane hectare.

Producția medie la hectar obținută de cultura grâului a crescut treptat începând cu anii 1960, devenind și mai semnificativă după anii 1980, când producția medie la nivel mondial a crescut de la 2 la 3 tone/ha, datorită promovării practicilor agricole intensive.

În România, un sfert din suprafața arabilă este cultivată cu grâu de toamnă, reprezentând circa 2,1-2,2 milioane hectare, obținându-se o producție medie de 3,5–4,0 tone/ha. Producția totală de grâu, în România, depășește anual 7 milioane tone, existând însă și excepții, precum anii 2009, 2012 când producția totală s-a situat în apropierea valorii de 5 milioane de tone/an, sau chiar mai puțin, precum în cazul anilor 2003 și 2007, atunci când producția totală de grâu la nivel național a fost de 2,48 milioane tone/an, respectiv 3,04 milioane tone/an.

Condițiile ecologice favorabile, pe care cultura grâului le întâlnește în România, permit obținerea unor randamente superioare și producții de bună calitate, care poziționează România pe primele locuri în clasamentul producătorilor de grâu din Europa.

Condițiile climatice caracteristice României și însușirile solului pe care se cultivă grâul reprezintă factori cu influență semnificativă asupra producției de grâu. Pe lângă aceștia, factorii de stres biotici, reprezentați de buruieni, agenți patogeni și insecte, produc pierderi importante de producție în cazul culturii de grâu.

Ținând cont de aspectele prezentate în paragrafele anterioare, dar și mai mult, având în vedere importanța practică și științifică a cunoașterii stării de sănătate a culturii de grâu, precum și monitorizarea și indentificarea agenților patogeni ce produc boli acestei culturi, cât și impactul pe care îl au asupra producției de cariopse și a însușirilor acestora, prin cercetarea cuprinsă în teza de doctorat „**Cercetări privind comportarea unor soiuri de grâu la atacul bolilor în zona de nord-est a Moldovei**” s-a urmărit obținerea rezultatelor care să contribuie la îmbogățirea cunoștințele legate de agenții patogeni prezenți în mod frecvent în cultura grâului în zona în care cercetarea a fost realizată, dar și fundamentarea cunoștințelor legate de adaptabilitatea cultivarelor de grâu în această zonă, astfel încât să poată fi făcute recomandări legate de capacitatea de valorificare a cultivarelor autohtone de grâu a condițiilor specifice zonei de nord-est a Moldovei.

Prin rezultatele obținute în urma cercetării realizate și cuprinse în cadrul tezei, prezenta lucrare dorește să vină în ajutorul fermierilor din zona

12

Moldovei, pentru ca aceștia să cunoască modul în care cultivarele autohtone de grâu de toamnă se comportă în condițiile climatice caracteristice zonei de nord-est a țării, precum și cunoașterea comportamentului pe care îl manifestă în fața agenților patogeni. Cunoșcând reacția cultivarelor de grâu față de condițiile de mediu și față de agenții patogeni pot fi reduse, sau chiar evitate pierderile de producție, ce se reflectă prin diminuarea pierderilor financiare.

De asemenea, prin cercetările efectuate asupra comportamentului cultivarelor de grâu la atacul agenților patogeni în condiții de infecție naturală, dar și a studiilor efectuate cu scopul cunoașterii influenței atacului de Black point asupra cariopselor de grâu, cercetarea aplicativă și fundamentală agricolă poate fi îmbogățită.

În vederea atingerii scopului și obiectivelor urmărite, în cadrul tezei sunt cuprinse rezultatele obținute ca urmare a cercetărilor efectuate pe parcursul a trei ani agricoli, în perioada 2015-2018, în câmpurile experimentale ale Stațiunii Didactice Iași – Ferma Ezăreni și în laboratoarele de Fitopatologie, Microbiologie și Protecția Plantelor din cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași.

INTRODUCTION

*"When the wheat is baking, when the wind blows over the field,
you can hear the wheat groves touching.
It sounds like pine trees in a forest.
It's a nice, whispered music,
what once heard can not be forgotten."*

Norman Ernest BORLAUG, 1914-2009

Global demand for food products is directly linked to global population growth, and therefore is expected to grow continuously. To feed the world population, which is appreciated to be 9.1 billion in 2050, the *Food and Agriculture Organization* estimates that agricultural production should increase by 60% over the average production levels obtained in 2005-2010 (FAO, 2012). This state of affair is generated by a reduction in the availability of agricultural land, mainly due to extreme ecological scenarios as drought or floods, but also by the increase of urbanisation, or the removal of important land areas from the agricultural circuit.

However, developments in various areas, as plant breeding, soil fertilization and crop protection, along with innovative farming practices have a positive impact on agricultural productivity and demand for food production may be covered.

By 2050, the per capita income is projected to increase by 1.8 times (FAO, 2012), which will cause changes in the population's eating habits. With a richer population in developing countries, it is estimated that more dairy products, meat and cereals will be consumed, which will lead to an increase in the areas cultivated with cereals, especially rice, maize and wheat, surfaces that currently occupy over half of the world's agricultural area.

Common wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the oldest crops, being the plant considered responsible for the progress made by human civilisation. Additionally, wheat is one of the most important food sources for humans and animals. Due to its chemical and balanced composition, rich in carbohydrates and proteins, it satisfies the dietary requirements of the human body.

The area cultivated with wheat, worldwide, has gradually increased to a maximum of about 240 million hectares in the 1980s. After this period, the world area cultivated with wheat entered a downward trend that halted in the

1990s. In present, globally, the area cultivated annually with wheat is about 210-220 million hectares.

The average yield per hectare has grown gradually since the 1960s, becoming even more significant in the 1980s, when average world production has increased from 2 to 3 tonnes/ha, thanks to the promotion of intensive farming practices.

In Romania, a quarter of the arable land is cultivated with winter wheat, representing about 2.1-2.2 million hectares, with an average production of 3.5-4.0 tonnes/ha. Total wheat production in Romania exceeds 7 million tonnes annually, but exceptions were recorded in 2009, 2012 when total production decreased to 5 million tonnes/year, or even less, as in 2003 and 2007, when national wheat production registered 2.48 million tonnes/year, respectively 3.04 million tonnes/year.

The favorable ecological conditions, which wheat encounters in Romania, allow for increased yields and high quality productions, ranking Romania among the first wheat production regions in Europe.

Romanian characteristic climatic and soil conditions represent factors with a significant influence on wheat production. In addition, biotic stress factors, such as weeds, pathogens, and insects, produce important yield losses in wheat crops.

Taking into account all aspects presented in the previous paragraphs, but even more, in view of the practical and scientific importance of the knowledge of wheat crop health, as well as the monitoring and identification of the pathogens causing diseases in this crop, and their impact on the production of kernels and their properties, the research included in the PhD thesis "Research on the resistance of some wheat varieties at the attack of diseases in the north-east region of Moldova" aimed at generating results that would contribute to enriching the knowledge related to pathogens frequently present in the wheat, in the area where the research was carried out, as well as the knowledge of the adaptability of wheat varieties in this area so that recommendations can be made regarding the capacity to adaptation of the Romanian wheat varieties to conditions specific from the northeast Moldova region.

Using results obtained during scientific investigations and included within the thesis, the present paper aims to provide valuable informations to farmers from the Moldavian region on Romanian wheat varieties behaviour under climatic conditions specific to the northeast of the country, as well as knowledge of the responses it manifests in front of pathogens. Knowledge on wheat varieties responses under specific environmental conditions and

pathogens, could diminish, or even avoid yield reduction, which, eventually are reflected by low financial losses.

Also, research on wheat varieties responses on pathogens infestations under natural conditions, and investigation of the influence of Black point attack on wheat kernels, can increase the current knowledge available for applicative and fundamental agricultural research in this field.

In order to achieve the aim and the objectives pursued, the PhD thesis presents research results obtained during three consecutive agricultural years, in the time-period 2015-2018, generated in the experimental fields of Iasi Didactic Station – Ezăreni Farm and in the Phytopathology, Microbiology and Plant Protection laboratories of the "Ion Ionescu de la Brad" University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iasi.

REZUMAT

Cuvinte cheie:

Triticum aestivum L., *Blumeria graminis*, *Septoria tritici*, *Puccinia* spp., infecție naturală

Grâul (*Triticum aestivum* L.) este una dintre cele mai vechi plante cultivate, apreciindu-se că a fost introdus în cultură acum aproximativ 10000 de ani, având centrul de origine în zona Munților Karacadag (sud-estul Turciei de astăzi).

Datorită suprafeței pe care este cultivat, fiind cea mai cultivată cereală, dar și datorită importanței alimentare și multiplelor utilizări și însușirilor de care se bucură, grâul este considerat „regina cerealelor”, fiind de neînlocuit în existența și activitatea umană.

Importanța economică, dar și rolul deosebit de important pe care îl are în alimentația omului, reprezintă bazele tendinței actuale și de viitor a culturii de grâu, reliefate prin trendul ascendent al producției mondiale. Pe lângă acest trend de dezvoltare a capacității de producție se conturează și alte obiective, precum crearea unor soiuri de grâu cu bune însușiri calitative, cu valoare nutritivă ridicată, dar și înzestrate cu bune însușiri de panificație.

Atenția acordată obținerii soiurilor de grâu cu aceste însușiri este evidențiată prin cercetările realizate la nivel mondial asupra însușirilor calitative ale grâului și asupra capacității de producție a acestei culturi. Totuși, se observă că în ultimile decenii progresele realizate în obținerea soiurilor înzestrate cu o capacitate ridicată de producție și însușiri calitative superioare sunt mult mai evidente comparativ cu obținerea soiurilor de grâu care să prezinte rezistență bună față de agenții patogeni, ce pot produce pierderi cantitative importante și pot influența într-un sens negativ însușirile calitative ale cariopselor de grâu.

Practicile agriculturii intensive aplicate în ultima jumătate de secol, pentru satisfacerea necesităților economice și nevoilor populației în materie de produse alimentare, în cultura grâului sunt reprezentate de cultivarea soiurilor cu o capacitate ridicată de producție, cu densități mari și fertilizare excesivă, la care, în unele areale, se adaugă și irigarea, reprezentă măsurile ce creează condițiile optime pentru agenții patogeni ai grâului. Apariția și dezvoltarea agenților patogeni, ce produc boli grâului, necesită elaborarea unor măsuri de prevenire și combatere pentru limitarea sau evitarea pagubelor pe care aceștia le produc.

Ameliorarea și crearea cultivarelor de grâu rezistente față de agenții patogeni reprezintă cea mai eficientă metodă pentru prevenirea și combaterea bolilor din această cultură, iar studierea comportamentului noilor cultivare de grâu, în mod special al celor autohtone, trebuie să prezinte în permanență o atenție deosebită din partea specialiștilor și cercetătorilor din domeniul agricol. Fermierii trebuie să aibă acces și să cunoască informații legate de genotipurile de grâu prezente pe piața din România, astfel încât să facă cele mai bune alegeri atunci când trebuie să stabilească sortimentul de soiuri sau hibrizi pe care vor să îl cultive. Alegerea celui mai pretabil cultivar nu garantează obținerea unor randamente superioare, însă alegerea unui cultivar care nu se pretează condițiilor de mediu din zona în care se va cultiva poate face ca investițiile realizate în cultura grâului să nu fie valorificate la capacitate maximă.

Ținând cont de cele menționate, s-a considerat că este de interes, iar rezultatele cercetării ce constituie obiectul tezei de doctorat ***"Cercetări privind rezistența unor soiuri de grâu la atacul bolilor în regiunea de Nord-Est a Moldovei"*** pot contribui la îmbogățirea datelor și cunoștințelor din domeniul agricol, cu implicații pozitive în sporirea gamei soiurilor de grâu cu potențial ridicat de producție coroborat cu buna rezistență în fața agenților patogeni.

Lucrarea este structurată în 2 părți și cuprinde 7 capitole, acoperind un număr de 198 pagini. În cadrul tezei sunt prezentate 30 de tabele și 51 de figuri. Pentru întocmirea acestei teze au fost analizate 242 surse bibliografice, iar o parte din rezultate obținute în urma cercetării au fost publicate în diferite reviste de specialitate.

Capitolul 1 Contextul istoric cuprinde date referitoare la situația și importanța culturii de grâu la nivel mondial, cu accent asupra locului pe care îl are în rândul plantelor cultivate, precum și evoluția suprafețelor cultivate cu grâu în ultimii 50 de ani și repartitia acestor suprafețe pe continente. Nu în ultimul rând sunt prezentate și producțiile înregistrate în prezent la cultura grâului, făcându-se o comparație cu cele mai importante cereale. În partea a doua a acestui capitol este prezentată importanța culturii de grâu în România, fiind expuse date referitoare la aportul adus de producția de grâu românească la producția de grâu a Uniunii Europene și la producția mondială de grâu. Sunt prezentate date cu caracter istoric ce reflectă evoluția suprafeței cultivate cu grâu, a producției medii obținută la hectar și producția totală obținută în România, dar și unele evenimente importante pentru cultura grâului și agricultura României, precum introducerea germoplasmei de grâu străine, superioară celei românești, ce a făcut posibilă creșterea și obținerea randamentelor tot mai ridicate la această cultură.

Capitolul 2 Stadiul actual al cunoașterii agenților patogeni ai grâului și a bolilor cauzate de aceștia cuprinde descrierea agenților patogeni ai grâului identificați în perioada studiată. Pentru fiecare agent patogen sunt prezentate date privind evaluarea pierderilor de producție, ciclul bolii și epidemiologia, metodele prin care boala cauzată de fiecare agent patogen poate fi controlată.

Capitolul 3 Scopul și obiectivele cercetării, materiale și metode de cercetare prezintă scopul lucrării, reprezentat de evaluarea comportamentului unor soiuri și linii de grâu la atacul agenților patogeni. Pentru realizarea lucrării de doctorat au fost stabilite și urmărite o serie de obiective prin intermediul activităților realizate în cadrul fiecăruia dintre ele. Sunt prezentate date legate de modalitatea de realizare a experienței în teren, prezintă materialul biologic utilizat în prezenta cercetare, dintre cele 35 de cultivare de grâu studiate soiul de grâu Bezostaia 1 (martorul experienței) fiind descris detaliat și prezentându-se importanța și impactul pe care un singur soi de grâu îl poate avea în producția mondială de grâu. Este prezentată tehnologia de cultivare aplicată culturii de grâu, precum și observațiile efectuate asupra culturii de grâu, atât în câmp, cât și în laborator, precum și metodele de lucru utilizate pentru fiecare observație realizată.

Capitolul 4 Analiza datelor climatice caracteristice perioadei studiate și caracterizarea cadrului natural în care s-a desfășurat experiența cuprinde date climatice înregistrate de la stația meteorologică amplasată în cadrul fermei Ezăreni, unde a fost realizată și cercetarea. Datele climatice reprezentate de temperatura aerului, temperatura solului, precipitațiile atmosferice și distribuția acestora au fost analizate pentru a se obține o imagine clară a influenței condițiilor climatice asupra elementelor de producție și asupra agenților patogeni ai grâului.

Capitolul 5 Rezultate și discuții privind elementele de producție la grâul de toamnă prezintă datele obținute pe parcursul celor trei ani de cercetare cu privire la densitatea plantelor, talia plantelor și înălțimea spicului, numărul de boabe pe spic și greutatea acestora, masa a o mie de boabe (MMB) și masa hectolitrică (MH), precum și date privind producția obținută. Valorile fiecărui element au fost analizate sub aspect statistic, fiind comparate cu valorile înregistrate de soiul martor al experienței, Bezostaia 1.

Capitolul 6 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul agenților patogeni cuprinde date referitoare la agenții patogeni *Blumeria graminis* (DC) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, *Puccinia triticina* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks., *Puccinia graminis* Pers.:Pers.

f.sp. *tritici* Eriks. and E. Henn., identificați în cadrul experienței. Pentru fiecare agent patogen identificat au fost determinate frecvența și intensitatea atacului cu care s-au manifestat, iar pe baza acestora a fost determinat gradul de atac al fiecărui agent patogen. Valorile gradului de atac au stat la baza interpretării statistice realizate, comparând valorile înregistrate în dreptul fiecărui cultivar cu valorile gradului de atac înregistrate în cazul soiului martor, Bezostaia 1.

Capitolul 7 Rezultate și discuții privind Black point-ul prezintă date ce descriu simptomele cauzate de Black point, precum și incidența cu care a fost identificat pe parcursul celor doi ani în care a fost studiat. Valorile ridicate ale atacului de Black point observate în această perioadă au impus efectuarea unor observații mai amănunțite asupra acestei boli, motiv pentru care a fost analizată și influența atacului de Black point asupra masei a o mie de boabe, rezultatele fiind prezentate în acest capitol. Un alt aspect urmărit și realizat a fost reprezentat de determinarea microorganismelor responsabile pentru această boală.

La finalul tezei sunt prezentate **concluziile și recomandările viitoare**, unde sunt evidențiate cele mai importante și relevante informații cuprinse în teză.

Pentru fiecare cultivar de grâu studiat sunt prezentate punctual informații legate de producția obținută în perioada studiată, valorile MMB-ului și a MH înregistrate în fiecare an agricol studiat, precum și caracterizarea rezistenței față de agenții patogeni frecvent întâlniți în zona de nord-est a Moldovei.

Ca urmare a studiului efectuat, fiecare cultivar de grâu studiat poate fi caracterizat prin prisma producției și elementelor de productivitate, precum și prin prisma rezistenței față de agenții patogeni.

În urma parcurgerii informațiilor cuprinse în cadrul tezei poate fi realizată o imagine reală asupra comportamentului cultivarelor de grâu în condițiile climatice caracteristice zonei Moldovei și în fața atacului agenților patogeni.

ABSTRACT

Keywords:

Triticum aestivum L., *Blumeria graminis*, *Septoria tritici*, *Puccinia* spp., natural infection

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the oldest cultivated crops and is estimated to have been introduced into culture approximately 10,000 years ago, having its center of origin in the Karacadag Mountains (nowday's southeastern area of Turkey).

Due to the total cultivated area, being the most cultivated grain, but also because of it's importance as a food product and many other applications and attributes it enjoys, wheat is considered the "queen of grain", being irreplaceable in human existence and activity.

The economic importance and the key role it plays in human nutrition are the basis of the present and future trend of wheat, highlighted by the ascendant tendency of world production. In addition to this trend in the production capacity, other objectives are emerging, such as the development of new wheat varieties with good qualitative qualities, with high nutritional value but also endowed with good baking qualities.

The attention given to the development of wheat varieties with various attributes is confirmed by the global research of wheat with qualitative qualities and by the production capacity of this crop. However, it has been observed that in the last decades the progress achieved in obtaining varieties endowed with high production capacity and superior qualitative qualities is noticeable when compared to wheat varieties that are resistant to pathogens, which can cause significant quantitative losses and may influence in a negative way the qualities of wheat kernels.

The intensive farming practices applied in the last half-century to meet the economic and food needs of the world population, in wheat crop are visible by the cultivation of varieties with high yields, high density and excessive fertilization, and in some region under irrigation regimes, are the factors that create optimum conditions for wheat pathogens growth. The emergence and sustained growth of pathogens causing wheat diseases requires the discovery of preventive and control measures to limit or avoid the damage they cause.

Breeding and development of resistant wheat cultivars to fungal pathogens is the most effective method for preventing and combating diseases in this crop, and, therefore behavioural studies of new wheat

varieties, especially Romanian wheat cultivars, should present increased interest from agricultural specialists and researchers. Farmers need to have access to studies on wheat genotypes commercialised on the Romanian market so they can make better choices when they plan to establish the range of varieties or hybrids they want to cultivate. Selecting the most appropriate cultivar does not guarantee superior yields, but choosing a cultivar that is not adapted to the environmental conditions of a growing area could make these investments unprofitable.

In view of the above mentioned, this research is considered to be of interest and the results obtained and included in the PhD thesis, entitled "Research on the resistance of some wheat varieties at the attack of diseases in the north-east region of Moldova" can contribute to enriching the current data and knowledge available for agricultural, with positive implications in constant development of the range of wheat varieties, corroborated with high yields and good resistance to pathogens.

The PhD thesis is structured in 2 parts and comprises 7 chapters, covering a total of 198 pages. Within this thesis are present 30 tables and 51 figures. For the elaboration of this thesis, 242 bibliographic resources were analysed, and some of the results obtained from the research were already published in different scientific journals.

Chapter 1 Historical background includes data on the situation and importance of wheat crop worldwide, with an emphasis on the place it has on cultivated plants, as well as the evolution of wheat covered areas over the past 50 years and the distribution of these areas on continents. Last but not least, the current yields of wheat crop is presented, making a comparison with the most important cereals. The second part of this chapter presents the importance of wheat crop in Romania, with data on the contribution of Romanian wheat yields to European Union and world wheat production. Historical data reflecting the evolution of the areas cultivated with wheat, the average yield per hectare and the total yields obtained in Romania, as well as other important events for wheat in Romania, such as the availability of foreign wheat germplasm, sometimes superior to the Romanian one, which has made it possible to grow and achieve higher yields.

Chapter 2 Current knowledge state of wheat pathogens and the diseases caused by them contains the description of wheat pathogens identified during the research period. For each pathogen we present data on yield losses, disease cycle and epidemiology, and on disease control methods.

Chapter 3 Aim and objectives of research, research materials and methods presents the major goal of the the thesis, represented by the XVI

evaluation of wheat varieties and lines under pathogen stress. In order to accomplish the PhD thesis, a number of objectives were set and accomplished through the activities carried out within the framework of this research. In this chapter are included data on experimental field design, on the biological resources used in the present research. Among the 35 cultivars of wheat included in the study, Bezostaia 1 wheat variety (the witness of the experience) was described in detail and presented the importance and impact that a single wheat variety may have in world wheat production. Moreover, are presented the cultivation technology applied to wheat crops, as well as the observations made on wheat crops both in the field and in the laboratory, and the protocols used for each observation.

Chapter 4 Analysis of climate data of the study period and evaluation of the natural frame in which the research has been conducted presents environmental data generated by the meteorological station located at the Ezereni farm. Climate data, air temperature, soil temperature, atmospheric precipitation and distribution have been analysed to provide a clear picture of the climatic factors influence on wheat production and pathogen incidence.

Chapter 5 Results and discussions on the elements of production of winter wheat presents data obtained during three years research on plant density, plant height and ear height, number of kernels per ear and their weight, thousand kernel weight (TGW) and hectolitr mass (HM), and yields. Results for each observation were analysed statistically, by comparison with values recorded for the control variant, namely Bezostaia 1.

Chapter 6 Results and discussion concerning the behavior of the winter wheat cultivars at the attack of the pathogen agents contains data on pathogens *Blumeria graminis* (DC) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorph *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, *Puccinia triticina* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks., *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. and E. Henn., identified in this research. For each pathogen, the frequency and severity of the attack were determined, and based on this values the overall attack degree of each pathogen was calculated. Attack degree values were the basis for statistical analysis, by comparing of values recorded for each cultivar with attack degree values recorded for the control cultivar, Bezostaia 1.

Chapter 7 Results and discussion concerning Black point presents data describing the symptoms caused by Black point infections, as well as the incidence degree during the two years study period. Increased values for Black point infections observed during this period required a more elaborate

observation of this disease, reason for which the influence of Black point inference on a thousand grains was also calculated and results included in this chapter. Another aspect followed and achieved in this study was the evaluation of microorganisms responsible for this disease.

The last part of this thesis presents **conclusions and future recommendations**, where the most important and relevant information of this thesis is highlighted.

For each wheat cultivar studied were presented information on yields obtained during the studied period, the TGW and HM values recorded in each agricultural year studied, as well as the characterisation of the resistance against the pathogens frequently encountered in the north-eastern part of Moldova.

As a result of the research, each wheat cultivar studied can be characterised in terms of production and productivity, as well as resistance to pathogens.

Following the information presented in the thesis, a realistic image can be portrayed on the behavior of wheat cultivars in climatic conditions specific of the Moldovian region and under pathogen attack.

Partea a I-a
STUDIUL BIBLIOGRAFIC

First Section
BIBLIOGRAPHIC STUDY

CAPITOLUL 1

CHAPTER 1

CONTEXTUL ISTORIC

HISTORICAL BACKGROUND

"Istoria...sărbătorește câmpurile de luptă pe care noi ne-am întâlnit cu moartea, dar disprețuiește să vorbească despre câmpurile arate prin care prosperăm; știe numele copiilor din flori ai regilor, dar nu ne poate spune originea grâului. Acesta este modul de nebunie omenească."

Jean-Henri Casimir FABRE, 1823-1915

1.1 Grâul de toamnă – o cultură globală esențială

1.1 Winter wheat – a global staple crop

Grâul de toamnă (*Triticum aestivum* L.) cultivat în prezent este o iarbă hexaploidă cu randament ridicat din familia *Poaceae* și reprezintă unul dintre produsele alimentare de bază la nivel mondial. Grâul a însoțit omul de-a lungul a peste zece mii de ani și a evoluat către prezenta formă printr-o continuă selecție și ameliorare, fiind una dintre cele mai vechi plante cultivate, iar „domesticirea” sa este îndeaproape asociată cu apariția agriculturii, având de pe atunci importanță majoră pentru consumul uman. Domesticirea grâului a revoluționat evoluția culturii umane și este responsabilă în primul rând de progresele realizate de civilizația noastră (Asplund ș.a., 2010; Gustafson ș.a., 2009).

Grâul a fost cultivat, pentru întâia oară, în Orientul Mijlociu, cu mai bine de zece mii de ani în urmă, iar datele de genetică moleculară îmbinate cu cele arheobotanice au permis reconstituirea scenariului domesticirii sale. Cel mai probabil, grâul a fost domesticit în zona Munților Karacadag (sud-estul Turciei de astăzi), iar în acea perioadă se cultivau formele de grâne diploide (grâul einkorn) și tetraploide (grâul emmer). Cultivarea acestor grâne s-a extins către Orientul Apropiat, unde acum aproximativ nouă mii de ani și-au făcut apariția primele grâne hexaploide (grâul comun) care au rezultat în urma hibridării între grâul emmer tetraploid (*Triticum turgidum* L.) și specia diploidă *Aegilops tauschii* Coss. Ulterior acestea au fost aclimatizate și difuzate în jurul regiunii caucaziene (Shewry, 2009; Asplund ș.a., 2010; Charmet, 2011).

Cele mai vechi forme de grâu cultivate erau reprezentate cu precădere de soiurile locale, alese din populațiile sălbatice de către practicanții agriculturii, alegere ce avea la bază probabil randamentul superior sau alte caracteristici morfologice. Această selecție a reprezentat o formă timpurie și neștiințifică de ameliorare a plantelor (Shewry, 2009).

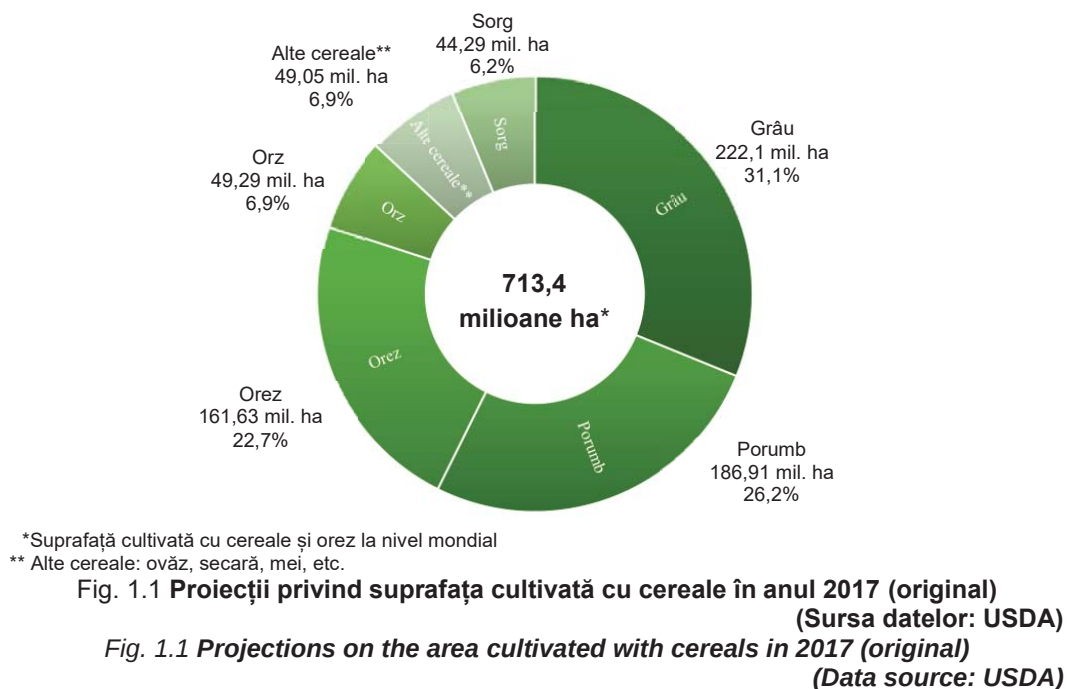
În anul 2001, Feldman (citată de Shewry, 2009) a descris într-un mod plăcut răspândirea plantei de grâu, de la situl său de origine către întreaga lume. Pentru a ajunge pe continentul european principala cale a fost către Grecia, prin Anatolia, în jurul anului 8000 î.e.n., apoi în preajma anului 7000 î.e.n. a fost răspândit către nord, prin Balcani către Dunăre și spre Italia, Franța și Spania. În cele din urmă ajunge și în Peninsula Scandinavă și pe teritoriul actual al Marii Britanii, aproximativ în jurul anilor 5000 î.e.n. Concomitent, grâul este răspândit în jurul anilor 3000 î.e.n. în Asia centrală, ajungând în China și apoi în Africa, fiind introdus prin Egipt.

Pe teritoriul Europei, grâul este cunoscut din timpuri străvechi, unele lucrări de specialitate cuprind date ce evidențiază faptul că săpăturile arheologice efectuate în centrul continentului european au furnizat informații care demonstrează că specii de grâu precum *Triticum vulgare* (Host) Mac Key și *Triticum compactum* (Host) Mac Key erau cultivate în perioada neolitică (Zamfirescu ș.a., 1956).

În România, cercetările arheologice efectuate în partea de vest a țării (județul Sălaj, localitatea Măgura Șimleului) au condus la descoperirea unor gropi remarcante, de un inventar extrem de variat și bogat în vase de lut, piese unicate, dar și de o importantă cantitate de cereale, reprezentată de semințe carbonizate, în greutate de 539 grame. În urma studiilor efectuate asupra acestor semințe de cereale s-a identificat perioada de proveniență a acestora ca fiind epoca bronzului, precum și faptul că 15% dintre semințe aparțin speciei *Triticum monococcum* L., iar 85% aparțin speciei *Triticum dicoccum* Schubl. (Ciută ș.a., 2012). De asemenea este bine cunoscut faptul că vechile cetăți grecești situate pe malul Mării Negre, Tomis (Constanța) și Kallatis (Mangalia) din secolele al VII-lea și al VI-lea î.e.n. aveau monede ce prezentau inscripții reprezentând spice de grâu (Zamfirescu ș.a., 1956; Mogârzan ș.a., 2004).

Randamentul culturii de grâu a ținut pasul până acum cu creșterea populației umane. Dacă la începuturile practicării agriculturii și cultivării grâului, producția la hectar, în cazul acestei culturi nu depășea 100-150 kg, în prezent există soiuri și hibrizi de grâu ce au randament de peste 10000 kg/ha. Progresele au fost făcute în agricultură pas cu pas, existând ocazional și pași majori ce au dus la extinderea și creșterea randamentului. De exemplu, treceri fericite de la animale la tractoare, de la varietăți de grâu

înalte, cu randamente scăzute, prin revoluția verde, la varietăți pitice, cu randamente ridicate (Wiik, 2009a).



Ultimile date statistice, aferente anului 2018, arată că la nivel mondial grâul este cultivat pe o suprafață de peste 220 milioane hectare, găsindu-se din acest punct de vedere în fruntea plantelor cultivate (fig. 1.1). Din totalul suprafeței cultivate cu cereale (713,4 mil. ha), cultura grâului reprezintă peste 31%.

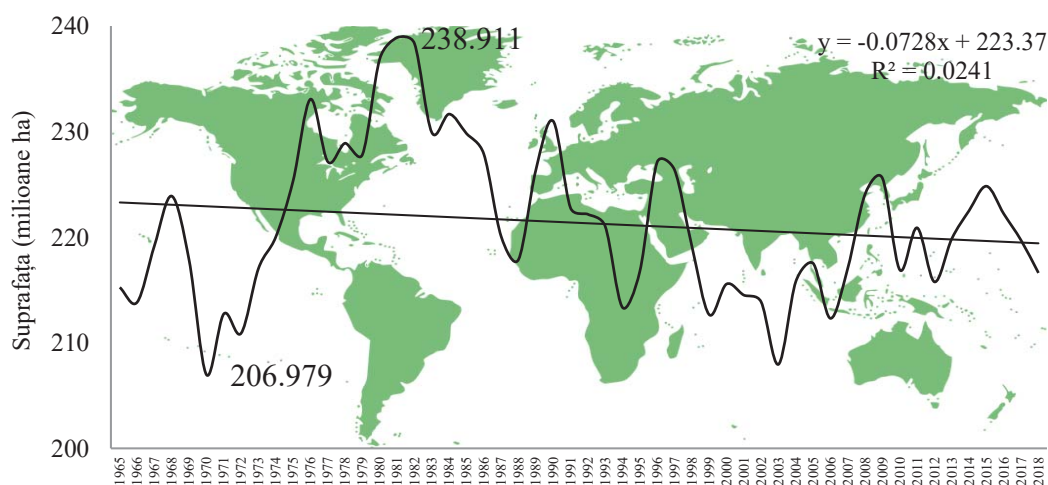


Fig. 1.2 Suprafețe cultivate cu grâu, la nivel mondial, între anii 1965-2019 (original)
 (Sursa datelor: USDA)

Fig. 1.2 Wheat cultivated areas worldwide between 1965-2019 (original)
 (Data source: USDA)

În erarhia mondială a plantelor cultivate, pe locurile imediat următoare se situează porumbul, ce se cultivă anual pe o suprafață de peste 186 milioane hectare și orezul ce este cultivat pe o suprafață de peste 161 milioane hectare.

Urmărind evoluția suprafețelor cultivate cu grâu în ultimii 50 de ani (fig. 1.2), se poate observa că această cultură a ocupat în fiecare an o suprafață de peste 200 milioane de hectare, minimul fiind de 206,97 milioane ha în anul 1970, iar maximum de 238,91 milioane ha în anul 1981.

Suprafața cea mai mare cultivată cu grâu este găsită pe continentul asiatic, unde ocupă peste 100 de milioane hectare, ca pondere reprezentând cca. 46% din totalul suprafeței la nivel mondial (fig. 1.3), urmată fiind de Europa și America de Nord, unde suprafața ocupată cu grâu se situează în jurul a 57 milioane ha, respectiv 28 milioane ha, ceea ce reprezintă aproximativ 26%, respectiv 13%, din suprafața globală.

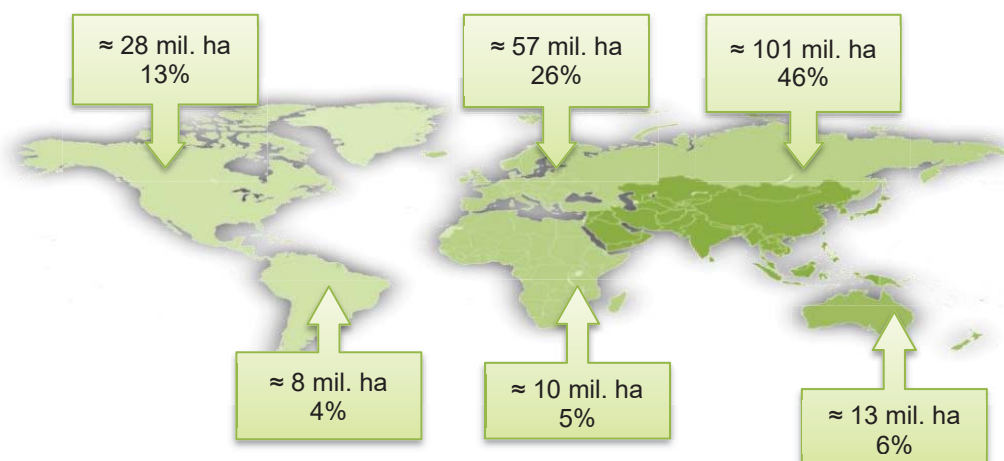


Fig. 1.3 Suprafața și ponderea culturii de grâu, pe continente, media anilor 2010-2017 (original) (Sursa datelor: FAO Stat)

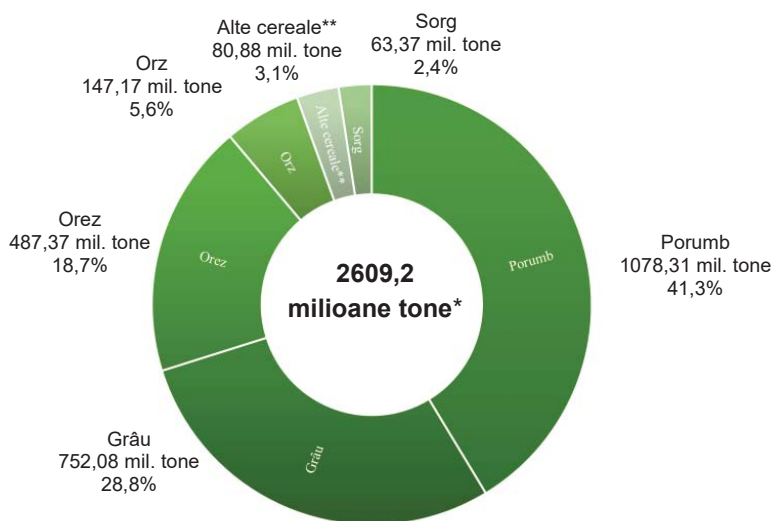
Fig. 1.3 Surface area and share of wheat crop, by continents, average 2010 2017 (original) (Data source: FAO State)

Grâul este cultivat în perioada actuală, la nivel mondial, datorită capacității ridicate de adaptare, pe o suprafață de peste 200 milioane hectare anual. Grâul de toamnă ocupă cea mai mare suprafață cultivată, dar este depășit atât de porumb, cât și de orez în privința randamentelor medii înregistrate pe unitate de suprafață. Randamentul mediu obținut pe hectar la cultura grâului este de 3,37 tone, pe când la porumb și orez randamentul mediu este de 5,82 t/ha, respectiv 4,51 t/ha (USDA: World Agricultural Production, 2018).

Din punctul de vedere al producțiilor obținute la nivel mondial (fig. 1.4), se obțin peste 700 milioane tone anual, poziționându-se, din acest punct de vedere pe a doua treaptă, fiind încadrat între porumb (1 000 milioane tone/an) și orez (470 milioane tone/an).

Cele peste 750 de tone de grâu, reprezintă aproximativ 29% din totalul producției de cereale obținute la nivel global.

Conform lui Bray ș.a. (2000), potențialul maxim al culturii grâului de toamnă cultivat în condiții ideale este de 14,5 tone/ha, dar media mondială actuală este de 3,37 tone/ha (USDA, 2018). Acești autori au constatat că pierderile cauzate de stresul provocat de factori biotici, precum boli, insecte și alți dăunători, reprezintă o medie de 5% din randamentul potențial maxim, iar pierderile datorate stresului produs de factorii abiotici, factorii de mediu precum seceta, salinitatea, excesul de apă, temperaturile scăzute sau ridicate, etc. reprezintă o medie de până la 82% din potențialul maxim de producție. În consecință, varietățile tolerante sau rezistente la factorii de stres abiotic sunt de o importanță majoră pentru creșterea randamentelor (Bray ș.a., 2000 citat de Wiik în 2009).



* Producția de cereale și orez la nivel mondial

** Alte cereale: ovăz, secară, mei, etc.

Fig. 1.4 **Producțiile principalelor culturi de cereale și orez în anul 2017 (original)**

(Sursa datelor: USDA)

Fig. 1.4 **Yields of the main cereal crops and rice in 2017 (original)**

(Data source: USDA)

Oerke (2006) sublinia faptul că soiurile moderne de grâu de toamnă au un potențial de 18 tone/ha dacă sunt cultivate în condițiile unui climat temperat, dar și pierderi anuale estimate ca fiind mai mari datorate constrângerilor de ordin biotic față de cele raportate de Bray ș.a. (2000). În

studiul publicat, Oerke ș.a. (2006), au constatat că pierderile globale reale cauzate de factorii biotici precum bolile, animalele dăunătoare și buruienile sunt cuprinse între 9,3% și 12,4%, iar pierderile potențiale fără o protecție adecvată a culturii de grâu pot fi de 11,3% până la 23,9%.

La nivel european, în prezent, pierderile de producție cauzate de boli, insecte dăunătoare și buruieni pot fi de până la 21% din potențialul de producție, valoare mult mai mare față de cea indicată de Bray ș.a. (2000), unii autori subliniind importanța ridicată a controlului bolilor (Ficke ș.a., 2018; Savary ș.a, 2018; Oerke, 2006; Strange ș.a., 2005).

1.2 Grâul de toamnă – o cultură importantă în România

1.2 Winter wheat – an important crop in Romania

În România, strămoșii formelor actuale, grânele diplode - einkorn (*Triticum monococcum* L.), grânele tetraploide - emmer (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccum* L.) și unele forme hexaploide (*Triticum spelta* L. Thell.) au fost cultivate încă din epoca bronzului sau chiar mai devreme potrivit arheologilor. Forma actuală de grâu (*Triticum aestivum* L.) a fost introdusă în cultură începând cu anii 1700. Datorită condițiilor de sol și climă, caracteristice țării noastre, cultura grâului întâlnește condiții favorabile de cultură pe întreaga suprafață a României, cu excepția zonelor muntoase și Deltei Dunării.

Contribuția românească la producția de grâu în cadrul Uniunii Europene în anul 2017 a fost de 5,25% din totalul de aprox. 145 milioane tone și de 1% din producția globală de grâu. Producțiile obținute în România situează țara noastră pe a V-a poziție în clasamentul blocului european și a XVIII-a poziție în clasamentul global. Din punctul de vedere al suprafeței cultivate, la totalul suprafeței cultivată cu grâu în Uniunea Europeană, România participă cu 7,75% și cu 0,95% la suprafața globală. Aceste suprafețe situează România în primele 20 de țări cultivate de grâu la nivel mondial, iar la nivelul blocului european printre primele cinci.

În România, primele urme arheologice ale grâului coboară în neoliticul timpuriu (circa 5500-3500 î.e.n.), pe când populația băștinașă se ocupa cu vânătoarea și practica o agricultură primitivă. Pământul era lucrat în comun, iar roadele se împărțeau în mod egal membrilor comunității. În Evul Mediu, meiul a constituit vreme îndelungată pâinea românului, care a fost mare consumator de mei, cu unele excepții date de orășeni și boieri ce consumau pâine din grâu.

După 1828 cultura grâului se extinde considerabil, în detrimentul pășunilor și creșterii animalelor. De la mijlocul secolului al XIX-lea și până la

cel de al doilea război mondial, agricultura României a cunoscut o mare dezvoltare, grâul fiind cultura principală care a determinat acest progres.

La mijlocul secolului al XIX-lea în România erau cultivate cu grâu puțin sub 700 de mii hectare. Până la începutul secolului al XX-lea suprafața cultivată cu grâu s-a dublat, ajungând să se cultive în anul 1900 peste 1,5 milioane hectare. Suprafața cultivată cu grâu în România pe parcursul secolului al XX-lea reflectă pe deplin situațiile istorice prin care a trecut România de-a lungul acestei perioade (fig. 1.5).

Cea mai întinsă suprafață cultivată cu grâu a fost înregistrată în anul 1938, când pe suprafața României de atunci, ce cuprindea și teritoriile Bucovina, Basarabia și Cadrilaterul, au fost cultivate peste 3,9 milioane hectare cu grâu.

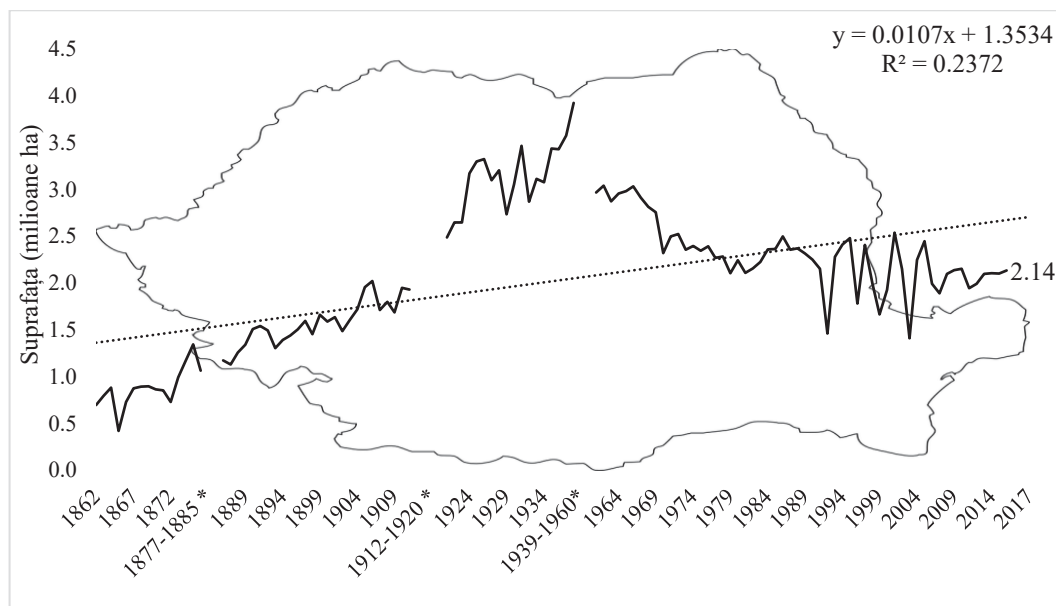


Fig. 1.5 Dinamica suprafețelor cultivate cu grâu în România în perioada 1862-2017 (original) (Sursa datelor: FAO Stat, Anuarul Statistic al României) *date neînregistrate

Fig. 1.5 The dynamics of wheat fields in Romania during 1862-2017 (original)

(Data source: FAO Stat, Romanian Statistical Yearbook) *no data recorded

La nivelul anului 1960, în România, grâul era cultivat pe o suprafață ce se situa în apropierea pragului de 3 milioane hectare. Până în anul 1990, suprafața cultivată cu grâu a cunoscut o reducere treptată, stabilizându-se în jurul a 2 milioane hectare. În ultimii 25 de ani cultura grâului a ocupat, aproape an de an, o suprafață de circa 2,1-2,2 milioane hectare. Însă au fost ani, precum 1992 și 2003, când grâul a fost cultivat pe o suprafață ce nu a atins pragul de 1,5 milioane hectare, dar și ani când suprafața cultivată cu grâu a fost cuprinsă între 1,5 și 2 milioane hectare (1996, 1999, 2000, 2006, 2007,

2011 și 2012). Aceste fluctuații importante a suprafeței cultivate cu grâu în ultima perioada au fost produse din cauza creșterii suprafețelor cultivate cu rapiță și floarea soarelui, suprafețe ce erau de circa 15 mii hectare în cazul culturii de rapiță și 400 mii ha de floarea soarelui, în anul 1990 și au crescut treptat, în defavoarea culturilor de grâu și porumb ajungând să ocupe aproximativ 400 mii de hectare, cultura de rapiță și peste 1 milion de hectare, cultura de floarea soarelui.

În a doua jumătate a secolului al XIX-lea producțiile obținute la cultura grâului nu depășeau 1,5 tone/ha, de fapt anii în care producțiile medii depășeau o tonă/ha erau destul de rari. Aceste randamente scăzute obținute la cultura grâului au făcut ca preocupările pentru ameliorarea plantei de grâu să își pună bazele în România încă din primii ani ai secolului al XX-lea. După 1900, în România, încep să fie înregistrate producții medii de peste 1,5 tone/ha. România cunoaște un progres din acest punct de vedere, astfel încât în 1927 este înființat Institutul de Cercetări Agronomice al României, prin care preocupările privind cultura grâului sunt intensificate. Cu toate acestea realizările înregistrate în acea perioadă în România, ce trecea și printr-o epocă nefastă, provocată de cele două războaie mondiale, nu se apropiau de realizările obținute în alte țări din lume. Soiurile de grâu create în România până atunci aveau un potențial scăzut de producție, iar pe lângă acest aspect aveau talia înaltă și nu erau rezistente la cădere.

Un rol important în creșterea randamentelor la cultura de grâu este dat de introducerea pe teritoriul României, la mijlocul secolului trecut, a unor soiuri de grâu străine, provenite din S.U.A. (ex. Triumph, Ponca), Austria (ex. Harrach) sau U.R.S.S., de unde a fost adus soiul Bezostaia 1 care este utilizat și în prezent ca martor în cercetările cu grâu de toamnă. Aceste soiuri s-au dovedit a fi superioare ca producție soiurilor românești, cultivate la acel moment, iar un alt aspect extrem de important era dat de faptul că se pretau recoltării mecanizate, care în acea perioadă cunoștea o dezvoltare impresionantă.

Soiurile de grâu străine, sub recomandarea Institutului de Cercetare Dezvoltare Agricolă-Fundulea, au fost introduse în cultură, iar suprafața ocupată de acestea s-a extins rapid de la an la an, fapt ce a reprezentat un progres important al acelor vremuri, deoarece prin această acțiune randamentul obținut la cultura de grâu cunoaște o evoluție pozitivă, obținându-se peste 2 tone de grâu/ha. Odată cu introducerea acestor soiuri de grâu pe teritoriul României, după cum poate fi observat și din fig. 1.6, producția medie la hectar intră pe un trend general ascendent, astfel încât la nivelul anului 1984 producția medie la hectar depășește pragul de 3 tone.

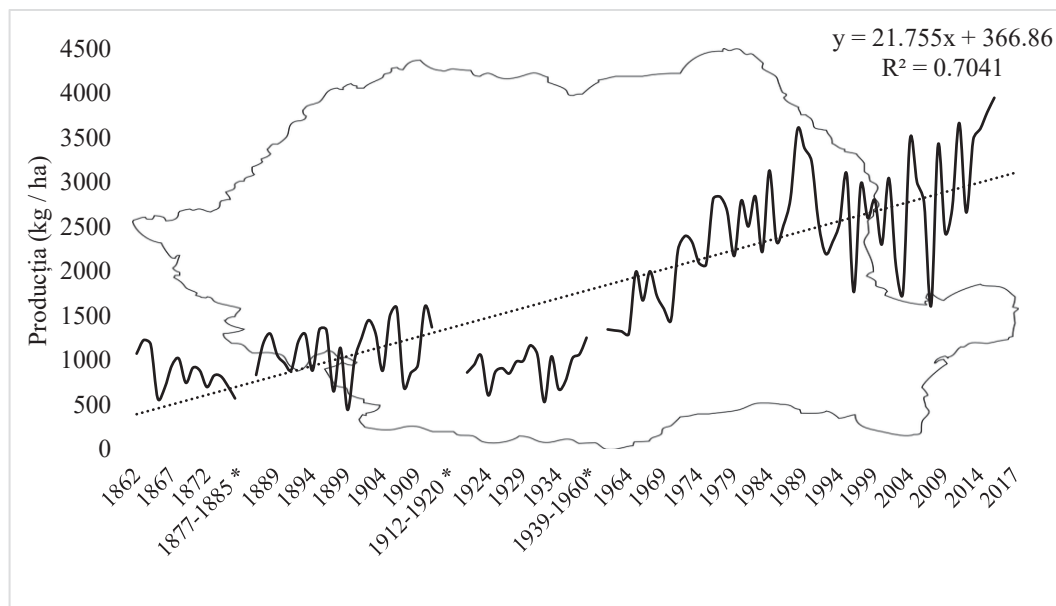


Fig. 1.6 **Producții medii obținute la cultura grâului în România în perioada 1862-2017 (original) (Sursa datelor: FAO Stat, Anuarul Statistic al României) *date neînregistrate**

Fig. 1.6 Mean wheat yields (kg/ha) in Romania during 1862-2017 (original)

*(Data source: FAO Stat, Romanian Statistical Yearbook) *no data recorded*

Prin activitatea desfășurată în cadrul INCDA Fundulea, au fost create și în România soiuri de grâu semipitice, mult mai rezistente la cădere și cu rezistență bună la iernare și foarte bună capacitate de umplere a boabelor, indusă de rezistența la arșiță și secetă, ce au dus la obținerea unor sporuri de producție de peste 1 000 kg/ha (Săulescu ș.a., 2007).

Obținându-se soiuri de grâu cu rezistență bună la iernare și secetă, capabile de randamente superioare, următoarea etapă a fost reprezentată de îmbunătățirea rezistenței soiurilor de grâu la bolile foliare și ale spicului, fiind introduse în hibridări soiuri străine din Germania (ex. Juwel), S.U.A. (ex. Amigo), ce au contribuit la crearea soiurilor rezistente la rugină și făinare și cu un potențial ridicat de producție (ex. Dor, Aflux, etc.).

Cercetarea și îmbunătățirea continuă a germoplasmei de grâu în România în ultimii 60 de ani se reflectă prin creșterea continuă a potențialului productiv, ce este evaluat la circa 53 kg/ha/an (Săulescu ș.a., 2006; 2007). Această crește este susținută și de datele statistice, ce prezintă faptul că la nivelul anului 2017, producția medie pe hectar în România a fost de 4 085 kg, fiind primul an în care pragul de 4 tone/ha a fost depășit (Anuarul Statistic al României, 2018).

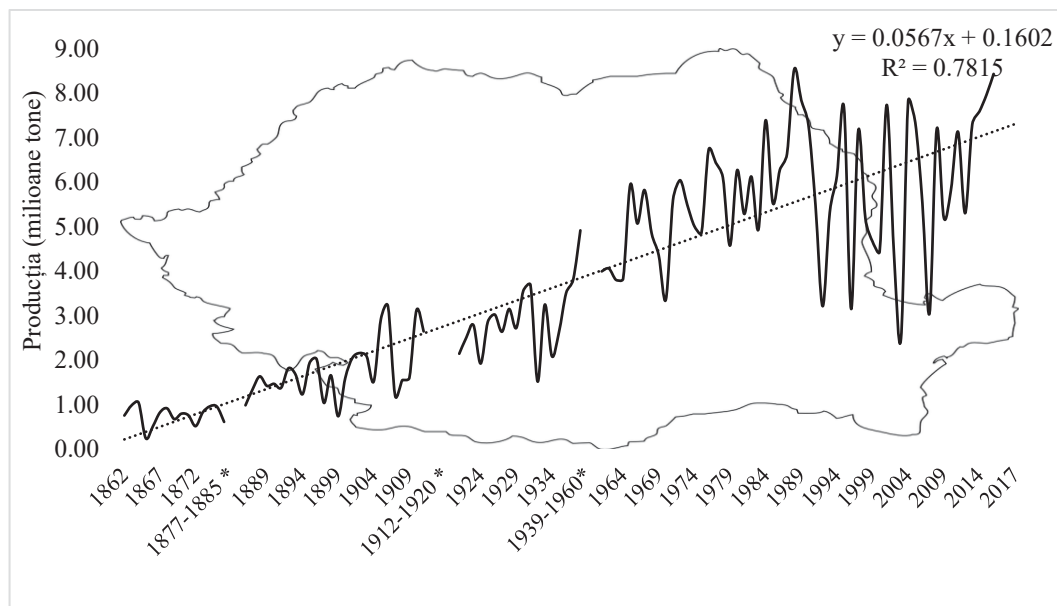


Fig. 1.7 Producția totală de grâu a României în perioada 1862-2017 (original)
(Sursa datelor: FAO Stat, Anuarul Statistic al României) *date neînregistrate

Fig. 1.7 Total wheat production (million of tons) in Romania in the period 1862-2017
(original) (Data source: FAO Stat, Romanian Statistical Yearbook) *no data recorded

Aceste realizări în ameliorarea grâului pot fi bine observate în fig. 1.7, unde este evidențiat trendul producției de grâu în România. Dacă la nivelul anului 1960, în România producția totală de grâu era de aproximativ 4 milioane tone/an, pe o suprafață de peste 2,5 milioane ha, în decursul a 60 de ani producția totală de grâu s-a dublat, ajungând să depășească 8 milioane tone/an, obținute pe o suprafață de circa 2,2 milioane ha.

CAPITOLUL 2

CHAPTER 2

STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII AGENȚILOR PATOGENI AI GRÂULUI ȘI A BOLILOR CAUZATE DE ACEȘTIA

CURRENT STATE OF KNOWLEDGE OF PATHOGENIC AGENTS OF WHEAT AND OF THE DISEASES CAUSED BY THEM

Dorința creșterii și stabilizării randamentelor culturilor agricole și, în mod aparte, la cultura grâului de toamnă, a făcut ca mulți cercetători să se orienteze către identificarea constrângerilor în atingerea potențialului productiv și către cercetări prin care să poată fi evaluate pierderile de producție.

Bolile grâului reprezintă constrângeri biotice importante în obținerea randamentelor superioare la această cultură, iar aprecierea implicării agenților patogeni este fundamentală în studiile de evaluare a pierderilor de producție.

Cultura grâului de toamnă a reprezentat principalul obiectiv în multiple studii efectuate cu scopul estimării pierderilor de producție cauzate de boli. Aceste estimări au fost suplimentate și susținute de date obținute din cercetări asupra modului în care diferiți factori influențează bolile grâului de toamnă și prin urmare, pierderile de producție (Ficke ș.a., 2018; Savary ș.a., 2012; Murray ș.a. 2009; Bancal ș.a., 2007; Oerke, 2006).

Creșterea semnificativă a randamentelor producției de grâu în ultimii 40 de ani a păstrat un echilibru constant al ofertei față de cerere. Cu toate acestea, previziunile privind creșterea globală a populației și modificările dietetice necesită câștiguri substanțiale de randament pe parcursul următoarelor câteva decenii pentru a răspunde acestei cereri crescânde. O componentă cheie pentru a răspunde acestei provocări este gestionarea mai bună a bolilor, ce pot fi responsabile pentru pierderi de producție de 15-20% pe an (Savary ș.a., 2018; Mwale ș.a., 2014).

În ciuda creșterii producției medii de grâu pe hectar la nivel mondial, această cultură se confruntă cu provocări majore din cauza bolilor. Cultura grâului este atacată de numeroși agenți patogeni ce provoacă **viroze** (*Wheat streak mosaic virus*, *European wheat striate mosaic virus* ș.a.), **bacterioze** (*Xanthomonas translucens*, *Pseudomonas syringae* ș.a.), **micoplasmaze** (*Mycoplasma*) și

micoze, acestea din urmă fiind cele mai numeroase și cele mai întâlnite în cultura grâului (Iacob ș.a., 1998; Duveiller ș.a., 1997; Zhang ș.a., 1996).

Bolile fungice importante ale grâului care contribuie în mod curent la pierderile de producție sunt reprezentate de ruginile grâului și alte boli foliare și bolile prezente la nivelul spicului (Kolmer ș.a., 2009; Smiley ș.a., 2009, Carver, 2009). Alte afecțiuni importante sunt cauzate de *Cochliobolus sativus*, *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Gäumannomyces (Ophiobolus) graminis*, *Magnaporthe oryzae* și pot reprezenta o amenințare pentru producția de grâu în unele zone ale lumii (Marshall, 2009; Zillinsky, 1983).

Una din principalele cauze, datorită căreia soiurile de grâu cultivate în România nu pot valorifica potențialul productiv cu care sunt înzestrate este reprezentată de atacul numeroșilor agenți fitopatogeni. În lucrarea de față sunt prezentați agenții fitopatogeni ai grâului observați în cadrul experienței în teren și identificați în laborator, pentru fiecare agent fitopatogen observat fiind prezentate date cu privire la simptomele cauzate plantelor gazdă, pe baza cărora boala produsă de fiecare agent patogen să poate fi recunoscută cu ușurință în teren, pierderile de producție ce pot apărea dacă metodele de prevenire și combatere nu sunt aplicate în mod corespunzător, detalii despre ciclul de viață al fiecărui agent fitopatogen identificat și nu în ultimul rând, măsurile prin care pot fi ținuti sub control agenții fitopatogeni întâlniți frecvent în lanurile de grâu din țara noastră.

2.1 Făinarea grâului – *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal

2.1 Powdery mildew – *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal

2.1.1 Agentul patogen

2.1.1 The pathogen

Boala cunoscută sub denumirea de „făinare” (eng. *powdery mildew*) este produsă de agenți patogeni ce au un stil de viață obligat parazit și sunt specifici unei singure specii de plantă gazdă. Făinările sunt întâlnite în cazul a circa 10 000 de specii de plante, incluzând subspecii, varietăți și forme, dispersate în 44 de ordine, 149 de familii și 1289 genuri (Oberhänsli, 2013; Wiik, 2009a; Hirata, 1966). Numai angiospermele sunt atacate de agenții fitopatogeni ce produc aceste boli, cu simptome ușor de recunoscut, datorită conidiilor produse în abundență pe organele plantelor gazdă infectate, ce dau un aspect pulverulent albicios. Plantele gazdă aparțin aproape în totalitate dicotiledonatelor, însă există plante gazdă și din rândul monocotiledonatelor,

dintre acestea o excepție notabilă este reprezentată de cereale, a căror boală cunoscută ca făinarea cerealelor și a altor graminee este cauzată de *Blumeria graminis* (sin. *Erysiphe graminis*).

Erysiphe graminis este neobișnuită, nu doar din cauza plantei gazdă parazitată, comparativ cu celelalte ciuperci ce produc făinări, ci și în alte privințe, cum ar fi fulcrele groase și modul de așezare a acestora în jurul cleistoteciei, baza bulbică a conidioforului, forma digitată a haustoriilor, cât și tipul de maturare al ascosporilor. Pe baza acestor caracteristici diferite, față de celelalte genuri din familia *Erysiphaceae*, Golovin a creat un nou gen și a încadrat această ciupercă – genul *Blumeria* (Webster ș.a., 2007; Cook, 1997; Eliade, 1990; Bennet, 1984; Bushnell ș.a, 1978; Hirata, 1966).

Blumeria graminis (DC.) E.O. Speer este o ascomicetă (ordinul *Erysiphales*) responsabilă pentru făinarea gramineelor, fiind cunoscute la această dată opt forme speciale ale acestui patogen, cele mai studiate fiind făinarea grâului produsă de *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal sinonim cu *Erysiphe graminis* DC. ex Merat f.sp. *tritici* Em. Marchal și făinarea orzului *Blumeria graminis* (D.C.) E.O. Speer f.sp. *hordei* Em. Marchal (Parlange ș.a., 2015; Glawe, 2008).

2.1.2 Evaluarea pierderilor de producție

2.1.2 Crop loss assessment

Făinarea grâului este considerată una dintre bolile cu efecte devastatoare asupra producției, fiind observată în toate zonele lumii unde se cultivă grâul (Alam ș.a., 2011; Ge ș.a., 1998; Bennett, 1984), fiind însă o boală problematică în primul rând în emisfera nordică (Cowger, 2012).

Pierderile de producție produse de această boală variază de la 13% la 34% atunci când gradul de infestare este redus, însă în cazurile în care gradul de infestare este ridicat pierderile de producție pot fi de peste 50%, ajungând chiar la compromiterea totală a producției (Mwale ș.a., 2014; Alam ș.a., 2013, Li ș.a. 2011; Zhang ș.a., 2008).

Înainte de *Revoluția Verde*, făinarea grâului producea pagube însemnate din punct de vedere economic doar în zonele cu climă rece, climă maritimă sau semicontinentală, însă în ultimile decenii, făinarea grâului a devenit o boală importantă și în zonele cu climă caldă și uscată din cauza practicilor agricole intensive, în care sunt cultivate soiuri de grâu semipitice, cu densități mai ridicate pe unitate de suprafață și se aplică îngrășăminte în doze ridicate (Cowger ș.a., 2012, Cunfer, 2002; Olesen ș.a. 2000; Bennett, 1984).

Gradul de reducere a producției, din cauza făinării grâului, variază în funcție de momentul apariției bolii și de severitatea cu care aceasta se manifestă. Dacă apariția bolii coincide cu stadiul de răsărire al plantelor de grâu, creșterea și dezvoltarea acestora sunt împiedicate, plantele pot chiar

să piară dacă severitatea bolii este ridicată (Hongyun ș.a., 2018). Dacă apariția bolii are loc atunci când cultura de grâu se găsește în stadiul de înfrățire, făinarea grâului poate afecta cultura prin influența negativă pe care o manifestă asupra dezvoltării rădăcinilor și reducerii numărului de frați (Niu ș.a., 2006), iar dacă făinarea apare atunci când cultura grâului se află în stadiul de burduf sau înflorire, influența negativă se evidențiază prin scăderea numărului de cariopse pe spic, reducerea gradului de umplere a cariopselor și diminuarea masei a o mie de boabe (Hongyun ș.a., 2018, Serrago ș.a., 2011, Morris ș.a., 1996).

În România, făinarea este o boală cheie în cultura grâului, fiind observată anual în lanurile de grâu, cu frecvențe și intensități diferite, motiv pentru care pierderile de producție estimate a fi produse de această ciupercă prezintă limite largi, de la valori de 3-4% în anii cu atac scăzut, la valori de 20-25% în anii cu atac ridicat și, chiar de peste 40%, atunci când atacul ciupercii este foarte ridicat (Cotuna ș.a., 2007; Nagy ș.a., 2008; Iacob ș.a., 1998; Hulea ș.a., 1975).

2.1.3 Ciclul bolii și epidemiologia

2.1.3 Disease cycle and epidemiology

Blumeria graminis f.sp. *tritici* produce infecții pe frunze, tulpini și uneori chiar la nivelul spicului și a componentelor acestuia, infecții ce se manifestă prin apariția pustulelor albe, evidente, pe suprafața organelor atacate. Fiind un agent patogen obligat biotrofic are nevoie, în mod obligatoriu, de o gazdă pentru a se dezvolta și reproduce. Celulele epidermale ale gazdei sunt penetrate de agentul patogen, însă gazda în foarte puține cazuri este ucisă (Hückelhoven, 2005; Panstrunga ș.a, 2002). După cum bine este cunoscut în cazul tuturor ascomicetelor și *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* prezintă o fază asexuată și o fază sexuată în ciclul său de viață.

2.1.3.1 Reproducerea asexuată

2.1.3.1 Asexual reproduction

Modul predominant de reproducere a ciupercii *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* este reprezentat de înmulțirea asexuată, prin dispersarea conidiilor de tip *Oidium monilioides* Link., produse din abundență pe suprafața frunzelor sau a celorlalte organe ale plantei atacate. Conidiile, de formă ovală, sunt produse în lanțuri poziționate perpendicular pe conidiofori și sunt purtate către alte plante prin intermediul vântului. Conidiile sunt sensibile la deshidratare, rămânând viabile doar câteva zile la temperaturi ambientale, cu toate că pot supraviețui până la 4 săptămâni la temperaturi de -4°C, iar dacă se dorește menținerea în laborator pe termen lung, pot fi păstrate prin înghețarea la -80°C (Ridout, 2009; Perez-Garcia ș.a., 2006). Procesul de infecție al agentului patogen este sumarizat în fig. 2.1.

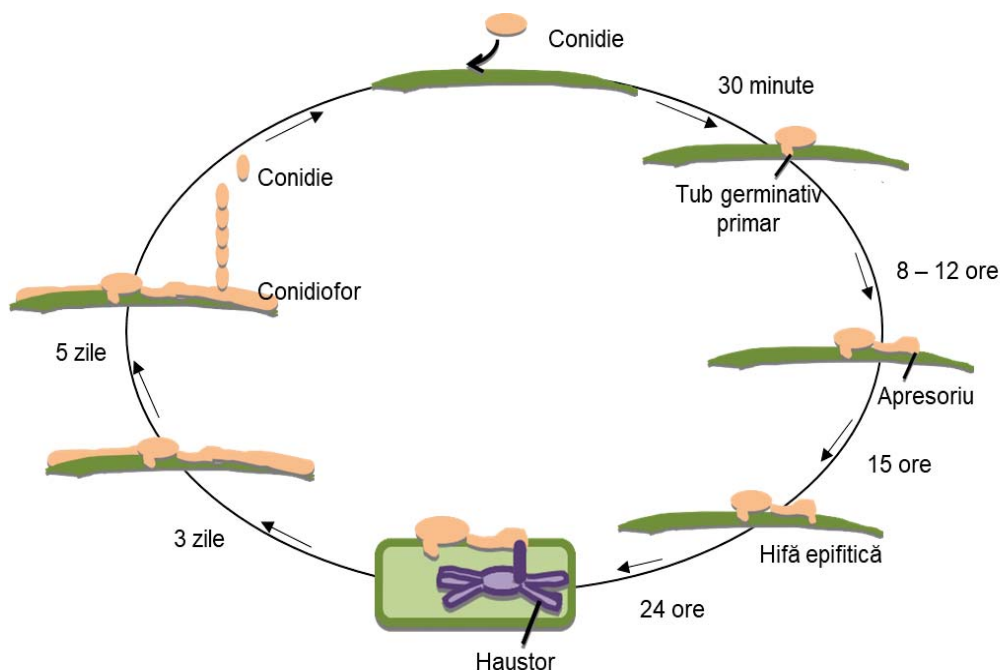


Fig. 2.1 *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* – reproducerea asexuată

Imagine adaptată după Bonciani, 2014 și Both ș.a., 2005

Fig. 2.1 *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* – asexual phase

Image adapted from Bonciani, 2014 and Both et al., 2005

Conidiile de *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* ajung prin intermediul vântului pe planta gazdă și în câteva minute încep să elibereze enzime pe suprafața organelor atacate. Aceste enzime ajută la pregătirea căii prin care se realizează infecția și favorizează dezvoltarea ulterioară a agentului patogen (Ridout, 2009; Carver ș.a., 2009).

Conidiile germinează și dau naștere la două tuburi germinative: tubul germinativ primar și tubul germinativ secundar. Tubul germinativ primar se formează în aproximativ o oră de la realizarea contactului dintre conidii și planta gazdă și se consideră că are rol în recunoașterea de către planta gazdă a patogenului, absorbția apei ș.a. (Pryce-Jones ș.a., 1999). Cel de al doilea tub germinativ este cunoscut și sub denumirea de tub germinativ apresorial (Green ș.a., 2002; Edwards, 2002). Acesta se formează după circa patru ore, iar după alte aproximativ 8-12 ore dă naștere unei structuri sub forma unui cârlig alungit, cunoscută sub denumirea de apresorie, ce prezintă structura prin intermediul căreia miceliul se fixează pe organele parazitare ale plantei gazdă (Green ș.a., 2002; Kinane ș.a., 2000; Wright ș.a., 2000; Eliade, 1990). Apresoria exercită presiunea necesară pentru străpungerea cuticulei și pătrunderea în interiorul gazdei a unui filament foarte subțire, care va penetra celula gazdă după aproximativ 12-15 ore, iar după circa 24 de ore va

lua naștere haustorul. Haustorul reprezintă singura parte a agentului patogen ce se formează în celulele plantei gazdă și este complet dezvoltat după circa 24 de ore, acționând ca o structură de absorbție a elementelor nutritive. Odată realizată aprovizionarea cu elemente nutritive miceliul epifitic crește, iar în aproximativ 2-3 zile conidioforii ce susțin conidiile încep să se dezvolte, iar în termen de 4 zile sunt vizibile pe suprafața atacată coloniile specifice făinării. Agentul patogen, aflat în curs de dezvoltare, poate forma în circa 4-6 zile de la inoculare noi lanțuri de conidii, care desprinzându-se și fiind luate de curenții de aer încep un nou ciclu asexuat de reproducere (Bonciani, 2014; Ridout, 2009; Webster ș.a., 2007; Green ș.a., 2002; Aist ș.a., 1991).

2.1.3.2 Reproducerea sexuată

2.1.3.2 Sexual reproduction

Blumeria graminis f.sp. *tritici* prezintă de asemenea o fază sexuată în ciclul său de viață. Pentru faza sexuată este necesară fuziunea a două colonii fungice. Fiind o ciupercă heterotalică și hermafrodită, este necesară prezența a două izolate compatibile ca una dintre ele să aibă rol maternal (Oberhänsli, 2013), în urma procesului de sexualitate rezultă sporii, sau ascosporii, ce sunt produși în interiorul unei structuri denumite ască. *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* produce ascele în interiorul unui ascocarp închis, cunoscut sub denumirea de cleistotecie. Ascosporii sunt de regulă produși în grupuri de patru sau opt în interiorul unei asce (Agrios, 2005). Formarea cleistoteciei are loc de obicei către finalul perioadei de vegetație, atunci când frunzele grâului se usucă. Cleistoteciele rămân în stare de dormanță atunci când condițiile climatice nu sunt favorabile, sau planta gazdă nu este prezentă, iar când condițiile climatice devin favorabile cleistoteciele absorb apă, crapă și eliberează ascosporii din interiorul ascelor, ce vor produce noi infecții (Oberhänsli, 2013; Ridout, 2009).

2.1.4 Controlul bolii

2.1.4 Disease control

Făinarea grâului este, de obicei, prima boală a aparatului foliar care apare în primăvară, deoarece temperaturile cuprinse între 10-21°C favorizează dezvoltarea bolii, însă intensitatea atacului scade după înflorire, atunci când temperaturile depășesc 24°C.

Monitorizarea lanurilor de grâu este esențială pentru a ține sub control bolile și, în mod special, făinarea grâului. Controlul acestei boli este mult mai dificil dacă infecția este puternic instalată în cultură, motiv pentru care, pentru un bun control al făinării se recomandă monitorizarea lanurilor în mod regulat de la începutul vegetației, în special în cazul soiurilor sensibile, pentru a putea fi detectate de timpuriu simptomele. O atenție deosebită trebuie acordată

culturilor semănate timpuriu, cu o densitate ridicată și cu un nivel ridicat de fertilizare cu azot sau pe solurile cu umiditate excesivă (Gao H. ș.a., 2018).

Aplicarea metodelor culturale într-o manieră corectă poate reduce sursa de inocul. Practicile culturale se referă la respectarea rotației culturilor, lucrările solului, semănarea densităților optime și aplicarea îngrășămintelor pe bază de azot în cantități moderate, astfel încât să se evite crearea condițiilor prielnice pentru dezvoltarea agentului patogen.

Cea mai bună metodă prin care se poate controla făinarea grâului este aceea de utilizare a cultivarelor rezistente. Deoarece se pot dezvolta noi rase ale agentului patogen este important să se cunoască sensibilitatea fiecărui cultivar de grâu. Rezistența plantei gazdă este foarte importantă în controlul făinării grâului, iar în zonele în care făinarea este des întâlnită, alegerea cultivarelor de grâu trebuie realizată cu prudență, astfel încât să prezinte o rezistență bună la boală. Dacă sunt cultivate soiuri cu rezistență scăzută la făinare este necesară monitorizarea atentă a culturii și aplicarea celorlalte metode de control (Koller T. ș.a., 2018).

Cultivarea soiurilor rezistente oferă eficiență economică și o abordare protectivă pentru mediul înconjurător, prin reducerea cantităților de fungicide utilizate. Literatura de specialitate prezintă două tipuri de rezistență la făinare: rezistență monogenică (verticală) și rezistența plantelor adulte (orizontală) (Sun ș.a., 2018; Cowger ș.a., 2012).

Rezistența monogenică (verticală) este cea mai comună strategie de ameliorare și constă în utilizarea genelor ce conferă hipersensibilitate, însă eficacitatea acestei metode este pentru o durată limitată de timp, din cauza apariției noilor rase ale agentului patogen, fiind eficace doar împotriva anumitor izolate (Hsam ș.a., 2002). Această formă de rezistență urmează modelul genă-pentru-genă, în care pentru fiecare genă de rezistență (gena R) din planta gazdă există o genă avirulentă corespunzătoare (gena Avr) în agentul patogen. Interacțiunea dintre gena R a gazdei și gena Avr a agentului patogen determină dacă va exista o reacție de compatibilitate (susceptibilă) sau de incompatibilitate (rezistență) a plantei gazdă.

Cultivarele de grâu ce posedă gene de rezistență specifice rasei oferă în general imunitate în fața agentului patogen, exercitând astfel o presiune puternică de selecție asupra populației patogene, care deseori conduce la apariția rapidă a unor noi patotipuri ce posedă gene de virulență (Cowger ș.a., 2012). Distribuția pe scară largă a cultivarelor de grâu cu gene de rezistență a dus la apariția rapidă a noilor tulpini virulente ale agentului patogen și la înfrângerea treptată a genelor de rezistență cu care erau însușite cultivarele de grâu (Cowger ș.a., 2012).

Rezistența orizontală (rezistența plantelor adulte) este o rezistență eficientă doar în cazul plantelor adulte și se exprimă cantitativ ca o scădere a creșterii și reproducerii patogenului. Rezistența orizontală este mult mai durabilă comparativ cu rezistența monogenică, de exemplu rezistența orizontală la soiul de grâu Knox și a altor cultivare pentru care a fost genitor, a rămas eficientă împotriva făinării pentru o perioadă de peste 20 de ani, cât timp soiul de grâu a fost cultivat în culturile comerciale (Shaner, 1973). Un alt soi de grâu, Massey, în al cărui pedigree apare și soiul Knox, a fost introdus în cultură în 1981, fiind cultivat și în prezent, prezentând încă rezistență eficientă față de făinare (Alam ș.a., 2011). Până în acest moment au fost cartografiate pe cromozomi specifici 61 de gene (*Pm1 până la Pm61*) rezistente la făinare (Sun ș.a., 2018). Cu toate acestea, rezistența genelor este frecvent depășită de noi izolate de *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, deoarece prezența și frecvența genelor virulente în populația patogenă se modifică continuu. Pentru a face față acestor schimbări și a gestiona eficient această problemă, atunci când un cultivar își pierde rezistența trebuie înlocuit cu un altul, motiv pentru care ameliorarea și crearea de noi soiuri de grâu trebuie să constituie o permanentă preocupare pentru amelioratori (Koller T. ș.a., 2018; McInotsh ș.a., 2013; Cowger ș.a., 2012; Miranda, 2006; Leath ș.a., 1990; Limpert ș.a., 1987).

Pentru controlul făinării grâului cea mai importantă măsură rămâne crearea soiurilor ce prezintă rezistență față de agentul patogen, iar în ajutorul acestei metode se alătură aplicarea fungicidelor.

Fungicide cu bune rezultate împotriva făinării grâului sunt utilizate de peste 50 de ani (Wolfe, 1984). Făinarea grâului poate fi prevenită dacă se realizează tratamentul semințelor, cu produse ce conțin substanțe active precum *oxicarboxin*, *triadimenol*, *tebuconazol*, *triticonazol* ș.a., însă efectul acestor fungicide este limitat, o protecție pe termen lung a culturii putând fi obținută prin controlul bolii în timpul perioadei de vegetație (Wiik, 2009b; Reis ș.a., 2008). Utilizarea fungicidelor în cultura grâului de toamna a crescut considerabil în perioada 1970-1980, moment ce se suprapune cu introducerea fungicidului sistemic *Bayleton* (s.a. *triadimefon*) (1973), cu ajutorul căruia făinarea grâului a putut fi controlată eficient.

Din păcate, rezistența fungicidelor reprezintă o problemă importantă pentru multe dintre fungicidele sistemice. De exemplu, în cazul făinării grâului, în ultimii ani, apariția pe scară largă a tulpinilor cu toleranță crescută față de fungicidele existente pentru combaterea făinării, cum ar fi *benzimidazolul* sau *strobilurinele*, a dus la scăderea semnificativă a eficacității acestor substanțe active (Dietz, 2012), deoarece agentul patogen a devenit rezistent la aceste grupe chimice (Wiik, 2009). Făinarea cerealelor

este introdusă de către FRAC pe lista agenților patogeni cu risc ridicat de a dezvolta rezistență la fungicide, fiind singurul agent patogen al grâului ce se regăsește în această listă (www.frac.info, Pathogen Risk List).

Cu toate acestea, fungicide cu rezultate bune împotriva făinării grâului sunt încă disponibile, iar dezvoltarea de noi fungicide cu noi moduri de acțiune, pentru a asigura un control foarte eficient al făinării și pentru a permite o gestionare inteligentă a rezistenței sunt disponibile pe piață și testate în diferite experimente (Esmail ș.a., 2017; Felsenstein ș.a., 2010; Luca ș.a., 2015; Opalski ș.a., 2006).

Ținând cont de această problemă, mai multe companii au inițiat programe de cercetare și dezvoltare pentru a identifica soluții inovatoare, concepute special pentru combaterea agenților patogeni ce produc făinări, dezvoltând noi substanțe chimice de referință, precum *ciflufenamid*, *metrafenona*, *piriofenona*, *proquinazid* sau *flutianil*, cu rezultate remarcabile în combaterea făinărilor (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>, Open Chemistry Database; Dietz, 2012).

2.2 Septorioza frunzelor de grâu – *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis

2.2 *Septoria leaf blotch of wheat – Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous, anamorph *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis

2.2.1 Agentul patogen

2.2.1 *The pathogen*

Septoria reprezintă denumirea folosită în mod curent pentru descrierea a peste o mie de specii de ciuperci, dintre care majoritatea sunt ciuperci parazite, iar circa o sută de specii sunt cunoscute ca fiind parazite la cereale și alte graminee (Eyal ș.a., 1987). În cazul culturii de grâu există două boli majore produse de ciuperci cuprinse în acest grup, întâlnite în multe părți ale lumii. Acești doi agenți patogeni sunt: *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous (sin. *Mycosphaerella graminicola* (Fückel) J. Schroeter, cu forma anamorfă *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis) și *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müll.) Hedjar., cu forma anamorfă *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano.

Zymoseptoria tritici, ca majoritatea ciupercilor din ordinul *Dothideales*, din care face parte, este o ciupercă pleomorfă, cu două nume, una definind stadiul sexual (forma teleomorfă), iar cealaltă denumire definind stadiul asexual (forma anamorfă) (Goodwin ș.a., 2004). Forma anamorfă a ciupercii, *Septoria tritici*, a fost pentru prima oară identificată și descrisă în anul 1842,

pe când forma teleomorfă, *Zymoseptoria tritici*, a fost descrisă abia în anul 1972 (Muckle, 2013; Eyal ș.a. 1987; Shipton ș.a., 1971). Încadrarea taxonomică a acestei ciuperci a fost confuză și contradictorie, însă în prezent majoritatea taxonomilor încadrează *Zymoseptoria tritici* în ordinul *Dothideales*, bazându-se pe trăsăturile morfologice comune ale formelor teleomorfe, ce sunt susținute și de o serie de analize taxonomice (Goodwin ș.a., 2004; Crous ș.a., 2001).

2.2.2 Evaluarea pierderilor de producție

2.2.2 Crop loss assessment

Septorioza frunzelor de grâu (eng. *septoria leaf blotch*) este considerată în prezent poate cea mai importantă boală a grâului, din cauza impactului negativ al acesteia asupra managementului culturii și producției de grâu. Până în anul 1960 pierderi semnificative din punct de vedere economic, cauzate de această boală erau raportate ocazional (Eyal ș.a., 1987), însă începând cu anii 1980 *Zymoseptoria tritici* a devenit o boală extrem de importantă, fiind raportată pe toate continentele (Eyal, 1999), cauzând pierderi de producție cuprinse între 10% și 50% în funcție de regiune și de presiunea cu care boala se manifestă pe parcursul perioadei de vegetație (Heick ș.a., 2017). Această situație a fost favorizată de înlocuirea cultivarelor locale de grâu cu soiuri semipitice, cu maturare timpurie ce s-au dovedit a fi sensibile la această boală (Muckle, 2013; Eyal, 1987). Pe lângă acest aspect, intensivizarea agriculturii din acea perioadă, aplicarea dozelor ridicate de îngrășăminte și, nu în ultimul rând, condițiile climatice prielnice dezvoltării bolii, reprezentate de precipitații ridicate și temperaturi scăzute (Eyal, 1999; Lovell ș.a., 1997), au făcut ca această boală să fie considerată boala foliară cu cel mai mare impact economic negativ asupra grâului (Goodwin ș.a., 2004).

Pierderile de producție cauzate de această boală prezintă limite largi, de la 10-20% atunci când presiunea de infecție este moderată, ajungând să producă pierderi severe, de până la 60% în anii în care agentul patogen creează epidemii (Fones ș.a., 2015; Torriani ș.a., 2015; Goodwin ș.a., 2004). Chiar dacă se iau măsuri benefice pentru controlul bolii, precum cultivarea soiurilor rezistente și aplicarea fungicidelor, în mod frecvent, sunt înregistrate pierderi de producție de circa 5-10% (Fones ș.a., 2015). Pierderile de producție sunt datorate în principal reducerii mărimii și greutateii cariopselor de grâu și a numărului acestora pe spic (Shipton ș.a., 1971).

Zymoseptoria tritici este considerată cea mai importantă boală fungică, din punct de vedere economic în Europa și cea de a doua, după rugina neagră, în regiunile în care se cultivă grâul în Statele Unite ale Americii (Ponomarenko ș.a., 2011; Palomar, 2014), pierderile de producție fiind estimate a fi de circa 400 milioane dolari în Europa și 275 milioane dolari în S.U.A. Fiind o boală atât

de importantă, în Europa, din 2,4 miliarde dolari, cât reprezintă piață fungicidelor utilizate pentru cereale, 1,7 miliarde dolari reprezintă fungicidele aplicate culturii de grâu, iar din această valoare aproximativ 70% (1,2 miliarde dolari) reprezintă valoarea fungicidelor ce vizează managementul agentului patogen *Zymoseptoria tritici* (Torriani ș.a., 2015).

2.2.3 Ciclul bolii și epidemiologia

2.2.3 Disease cycle and epidemiology

Cunoașterea biologiei și epidemiologiei ciupercii *Zymoseptoria tritici* contribuie la alegerea practicilor de management pentru prevenirea focarelor majore de infecție în cultura de grâu.

Zymoseptoria tritici se reproduce atât pe cale asexuată cât și pe cale sexuală. Reproducerea asexuată a ciupercii *Zymoseptoria tritici* se realizează prin picnospori răspândiți pe distanțe scurte prin intermediul picăturilor de ploaie, pe când reproducția sexuală se realizează prin ascospori diseminați de vânt pe distanțe remarcabile (Chen ș.a., 1996). Forma teleomorfă a ciupercii (stadiul sexual) a fost identificată în câteva țări precum Noua Zeelandă, Australia, Brazilia, S.U.A., iar pe continentul european în țări precum Olanda și Marea Britanie (Eyal ș.a., 1987).

Septorioza frunzelor de grâu este inițiată de către ascospori, formați în principal în perioada cuprinsă între recoltare și semănatul noii culturi, pe resturile de grâu infestate, care sunt considerate a fi principala sursă de inocul. În timpul perioadei de vegetație principala cale de propagare a agentului patogen este reprezentată de picnospori, care sunt dispersați pe distanțe scurte, acționând ca sursă secundară de inocul. În unele situații însă, atât ascosporii cât și picnosporii, pot fi implicați concomitent în dezvoltarea bolii (Moraes ș.a., 2015).

Ciclul de viață al agentului patogen este sumarizat în fig. 2.2. În faza sexuală, *Zymoseptoria tritici* produce peritecii subepidermale, globuloase de culoare maronie închis, iar ca dimensiuni sunt cuprinse între 70-100 μm în diametru. Ascosporii sunt hialini, de formă eliptică și cu dimensiuni cuprinse între 10-15 x 2-3 μm , fiind formați din două celule inegale. Forma anamorfă, *Septoria tritici*, produce picnospori subțiri și alungiți care se formează în interiorul unei formațiuni denumită picnidie. Picnidiile se formează în țesutul epidermal și mezofil al frunzei, putând fi observate vizual. *Septoria tritici* produce două forme picnospori: macropicnospori cu 3-5 septe și dimensiuni cuprinse între 35-98x1-3 μm și micropicnospori neseptați și cu dimensiuni de 8-10,5x0,8-1 μm , ambele tipuri de picnospori fiind patogene pentru cultura grâului, dimensiunea lor fiind influențată de factorii externi, cum ar fi temperatura, umiditatea frunzelor parazitare și vârsta țesutului gazdă (Shipton ș.a., 1971; Eyal ș.a., 1987; Razavi, 2003).

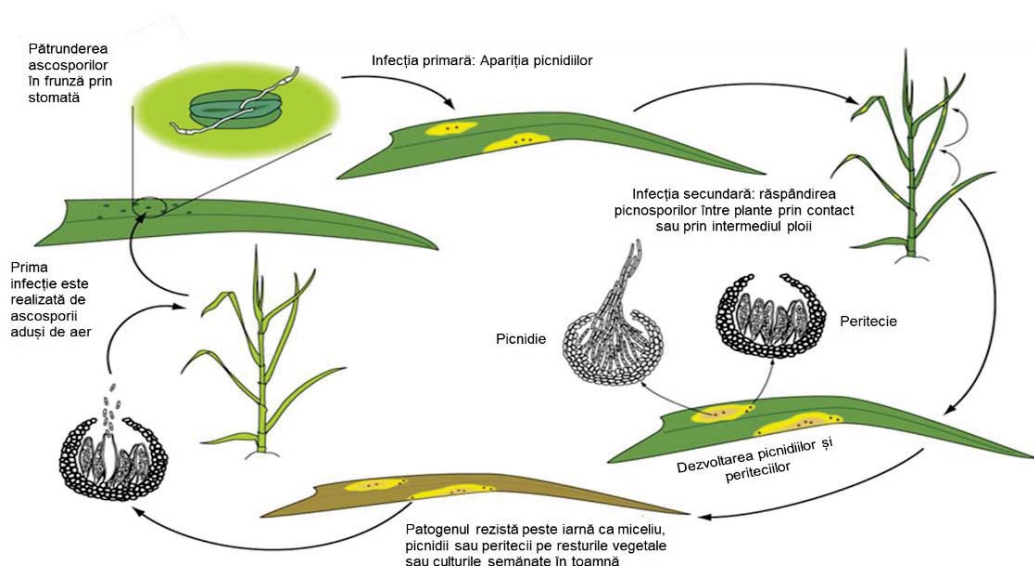


Fig. 2.2 *Zymoseptoria tritici* (anamorf *Septoria tritici*) – ciclul biologic

Imagine adaptată după Ponomarenko ș.a., 2011

Fig. 2.2 *Zymoseptoria tritici* (anamorph *Septoria tritici*) – disease cycle

Image adapted from Ponomarenko et al., 2011

Odată ajunși pe plantele de grâu, dacă întâlnesc condiții favorabile de mediu, atât ascosporii cât și pycnosporii pot germina și apoi pătrund în țesuturile plantei. Pătrunderea în țesutul frunzelor se realizează aproape exclusiv prin stomate (Razavi, 2003; Duncan ș.a., 2000; Cohen ș.a., 1993). După penetrare agentul patogen colonizează cavitatea substomatică, după care hifele miceliene se dezvoltă intercelular în țesutul mezofil al frunzei, însă nu penetrează celulele și nu formează nici o structură cu rol de alimentare. Simptomele macroscopice nu apar în mod obișnuit mai devreme de nouă zile de la realizarea contactului dintre patogen și gazdă.

Stilul de viață al ciupercii *Zymoseptoria tritici* este hemibiotrofic, ceea ce înseamnă că la începutul procesului de infecție duce un stil de viață biotrofic, hrănindu-se din apoplastul ce înconjoară celule vii în apropierea cărora este dezvoltat. După ce omoară celulele ce înconjoară hifele miceliene trece la un stil de viață necrotrofic, hrănindu-se în fazele următoare ale procesului de infecție din țesuturile moarte (Ponomarenko ș.a., 2011).

Având în vedere aceste aspecte infecția plantelor de grâu de către *Zymoseptoria tritici* este caracterizată de prezența a doua stadii, ce cuprind cinci faze distincte:

I. Primul stadiu – Creșterea biotrofică:

a. *Creșterea inițială a hifelor pe suprafața frunzelor*: pycnosporii agentului patogen germinează în apa liberă, procesul de germinare demarând în mod obișnuit la aproximativ 12 ore după ajungerea conidiilor pe frunze.

- b. *Pătrunderea în interiorul gazdei prin deschideri naturale (stomate)*: după circa 24 până la 48 de ore de la realizarea contactului dintre patogen și gazdă are loc pătrunderea agentului patogen în interiorul gazdei. Acest lucru se realizează prin stomate.
- c. *Faza biotrofică intercelulară*: după pătrunderea în interiorul gazdei, inițial în camera substomatică, hifele miceliene se dezvoltă intercelular în mezofilul țesutului parazitat, fără a pătrunde în interiorul celulei. Hrana este asigurată de apoplastul din zona în care miceliul se dezvoltă. Această fază are loc într-o perioadă de timp cuprinsă între 2 până la 12 zile de la infecție.

II. Al doilea stadiu – Creșterea necrotrofică:

- d. *Trecerea la faza de creștere necrotrofică*: trecerea la faza de creștere necrotrofică este asociată cu apariția leziunilor, ce pot fi observate cu ochiul liber pe suprafața frunzelor și distrugerea țesutului vegetal. Această fază are loc de obicei după 12-14 zile de la contactul agentului patogen cu planta gazdă.
- e. *Colonizarea ulterioară a țesutului mezofil*: în zonele unde sunt observate simptomele caracteristice bolii, la 14-28 zile după infecția primară, în cavitățile substomatice are loc formarea picnidiei ce conține picnosporii ciupercii.

Trecerea de la faza biotrofică la faza necrotrofică nu este elucidată în totalitate la această dată, însă se consideră că unele enzime ar avea rol în realizarea acestei treceri, dar lucrurile nu sunt pe deplin dovedite (Eyal ș.a., 1987; Eyal 1999; Ponomarenko ș.a., 2011).

Zymoseptoria tritici este o ciupercă polიცyclică, plantele de grâu fiind infectate în repetate rânduri în perioada de vegetație (Bockus ș.a., 2010). Picnidiile mature sunt activate de umezeală și astfel se eliberează picnosporii, care germinează pe frunzele de grâu. Umiditatea este critică în cazul acestei boli, condiționând germinarea picnosporilor, penetrarea și dezvoltarea miceliului (Muckle, 2013).

2.2.4 Controlul bolii

2.2.4 Disease control

Septorioza frunzelor de grâu poate fi controlată prin aplicarea metodelor culturale, cultivarea soiurilor de grâu rezistente și prin aplicarea fungicidelor.

Prin aplicarea metodelor culturale, incidența și severitatea atacului ciupercii *Zymoseptoria tritici* pot fi reduse, deoarece cel mai important mijloc de transmitere al agentului patogen de la un an la altul este reprezentat de supraviețuirea pe resturile de plante rămase pe teren (Razavi, 2003). Pentru reducerea severității bolii este recomandată o rotație adecvată a culturilor,

căreia să i se alăture și alte practici agricole benefice, precum buna salubritate a terenului prin realizarea arăturilor.

Prin poziționarea culturii de grâu în cadrul unui asolament adecvat se creează timp suficient și condiții oportune pentru descompunerea resturilor vegetale provenite de la cultura de grâu, ce pot fi infectate cu agentul patogen. Rotația culturii nu elimină boala, însă are un efect important asupra nivelului sursei de incul al agentului patogen, care se diminuează într-un procent important până când este semănată o nouă cultură de grâu (Muckle, 2013; Ponomarenko ș.a., 2011; Razavi, 2003).

Una dintre metodele considerate a fi foarte eficiente pentru reducerea pierderilor de producție este reprezentată de ameliorarea și crearea de cultivare care prezintă rezistența față de acest agent patogen și cultivarea acestora în detrimentul soiurilor sensibile, pentru evitarea pierderilor și pentru aplicarea strategiilor sănătoase pentru mediu prin reducerea fungicidelor utilizate în mod curent pentru controlul bolii.

Ameliorarea grâului pentru rezistența față de septorioză a progresat în ultimii 15-20 de ani (Orton ș.a., 2011), fapt pentru care și recenziile asupra geneticii rezistenței la această boală încep să fie din ce în ce mai întâlnite (Eyal, 1999; Shipton ș.a., 1971). Majoritatea programelor de ameliorare s-au orientat către identificarea surselor de rezistență și a utilizării acestora.

Rezistența față de *Zymoseptoria tritici* poate fi de două tipuri: calitativă și cantitativă, cea calitativă fiind frecvent întâlnită în cazul cultivarelor de grâu. Cele mai bune surse de rezistență la septorioză se consideră că ar proveni de la soiurile de grâu de toamnă din Rusia (Aurora, Bezostaya 1 ș.a.), dar și de la cultivarele de grâu din Argentina, Brazilia sau Uruguay (Mann ș.a., 1985).

Până în prezent, 21 de gene majore (calitative) pentru rezistența la septorioza frunzelor de grâu au fost numite (*Stb1-Stb21*), cartografiate și publicate (Brunner ș.a., 2018), iar în cazul unora dintre ele s-a descoperit că interacționează într-o manieră genă-pentru-genă cu agentul patogen. În practică s-a dovedit că unele dintre aceste gene majore au prezentat o durabilitate în timp, pe când altele au eșuat din cauza modificărilor genetice rapide produse de populația patogenă.

De exemplu, *Stb1* a fost eficientă pentru o perioadă de peste 25 de ani, în Indiana, iar *Stb4* a fost eficientă timp de 14 ani în California, însă atunci când soiuri de grâu ce erau înzestrate cu această genă au fost cultivate în Oregon, într-o perioadă de doi ani de zile și-au pierdut rezistența. Deseori, cultivarele de grâu care au fost raportate ca fiind rezistente într-o anumită regiune, în momentul în care au fost cultivate în alte areale au devenit sensibile la această boală. Această situație poate fi legată de compoziția și

variabilitatea genetică a populațiilor locale ale agentului patogen (Ponomarenko ș.a., 2011; Adhikari ș.a., 2004).

La cultivarele de grâu este cunoscută și poate apărea în mod frecvent rezistența cantitativă, însă comparativ cu rezistența cantitativă specifică altor agenți patogeni, cea împotriva ciupercii *Zymoseptoria tritici* poate fi izolată specific, fiind astfel mult mai ușor evitată. Din acest motiv, atunci când este posibil, utilizarea genelor *Stb* calitative trebuie combinate cu rezistența cantitativă pentru asigurarea stabilității sale (Yang ș.a., 2018, Muckle, 2013; Adhikari ș.a., 2004).

Pentru controlul agentului patogen *Zymoseptoria tritici* în culturile comerciale principala metodă este reprezentată de aplicarea diferitelor tipuri de fungicide (Blixt, 2009), chiar dacă rezistența agentului patogen la acțiunea fungicidelor a devenit o problemă serioasă (Muckle, 2013).

Pentru controlul septoriozei frunzelor de grâu sunt utilizate mai multe grupe de fungicide. În zonele unde boala apare atunci când plantele de grâu sunt abia răsărite, tratamentul cariopselor cu fungicide poate proteja cultura în prima parte a perioadei de vegetație, însă fungicidele aplicate în vegetație reprezintă principala metodă de aplicare a tratamenelor cu fungicide pentru controlul bolii. Monitorizarea culturii de grâu este esențială pentru a evalua progresul bolii și alegerea momentului optim pentru efectuarea tratamentelor, astfel încât rentabilitatea economică a aplicării fungicidelor să fie maximă.

O problemă importantă pentru controlul chimic al bolii este dată de faptul că multe populații de *Zymoseptoria tritici* au dezvoltat rezistență la fungicide, în special la grupa *strobilurinelor*, care mai sunt utilizate pentru combaterea acestei boli doar în zonele în care rezistența patogenului nu se manifestă puternic (Greiner ș.a., 2019; Heick ș.a., 2017).

Pentru controlul septoriozei frunzelor de grâu, la momentul actual sunt disponibili compuși chimici ce aparțin la patru clase de fungicide: (1) inhibitorii externi de chinonă (Qols), (2) inhibitorii de steroli (DMLs), (3) inhibitori ai dehidrogenazei succinate (SDHIs) și (4) inhibitori multi-site (Heick ș.a., 2017; Wieczorek ș.a., 2015). Cu toate acestea, cele mai frecvente fungicide aplicate pentru combaterea acestei boli sunt *azolii* (*epoxiconazol* și *protioconazol*), însă eficacitatea acestor substanțe active începe să se diminueze din cauza mutațiilor genetice apărute în ultimii ani.

Declinul eficacității prezentelor substanțe active și criteriile din ce în ce mai dure impuse pentru înregistrarea unor noi substanțe active de către autorități, la care se adaugă și dezvoltarea rezistenței agenților patogeni sunt constrângeri importante cu care fermierii se vor confrunta în viitorul apropiat, astfel încât menținerea eficacității substanțelor active folosite în prezent pentru controlul bolii este obligatorie (Heick ș.a., 2017; Jess ș.a., 2014; Hillcoks, 2012).

2.3 Ruginile grâului

2.3 Wheat rusts

Ruginile grâului sunt printre cele mai importante și comune boli ale grâului, afectând această cultură de mii de ani. Referințe despre aceste boli sunt găsite în Biblie și în scrieri din timpul Greciei antice și a Romei (Roelfs ș.a., 1992). Secolul al XX-lea a fost marcat de epidemii cauzate de rugini, fapt ce a oferit un impuls puternic pentru demararea cercetărilor privind genetica rezistenței plantelor de grâu la aceste boli, epidemiologia agenților patogeni și a geneticii interrelațiilor gazdă-parazit (McIntosh ș.a., 1995). În prezent, ruginile grâului continuă să producă pierderi importante la nivel mondial, fiind o amenințare permanentă pentru producția de grâu, deoarece evoluția continuă a patogenilor prin crearea de noi rase virulente, ca răspuns la crearea de soiuri rezistente la rugină (Kolmer ș.a., 2009).

2.3.1 Agenții patogeni

2.3.1 The pathogens

Printre cele mai importante boli ale grâului, care reduc semnificativ producția, sunt cele cauzate de rugini, popular fiind cunoscute sub denumirile de (1) rugină brună sau a frunzelor, (2) rugină neagră sau a paiului și (3) rugină galbenă.

Rugină brună sau a frunzelor (eng. wheat leaf rust, wheat brown rust) este cea mai des întâlnită dintre rugini, fiind prezentă în mult mai multe zone ale lumii comparativ cu celelalte două rugini. Agentul patogen care produce rugină frunzelor de grâu este *Puccinia triticina* Eriks. (sin. *Puccinia recondita* Rob. ex Desm.) f.sp. *tritici* Eriks. and Henn.

Rugină neagră sau a paiului (eng. wheat stem rust, wheat black rust) este produsă de ciuperca *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.

Rugină galbenă (eng. wheat stripe rust, wheat yellow rust) este produsă de ciuperca *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks.

Puccinia triticina f.sp. *tritici* și *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* sunt ciuperci macrociclice și heteroice. Gazdele intermediare sunt reprezentate pentru *Puccinia triticina* de specii de *Thalictrum*, *Anchusa*, *Isopyrum* și *Clematis*, iar pentru *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* includ specii de *Berberis* și *Mahonia* (McIntosh ș.a., 1995). În România, *Puccinia triticina* se manifestă ca o specie hemiformă, deoarece formează doar uredospori și teliospori, pe plantele de grâu atacate, neavând plante gazdă intermediară pe care să formeze și celelalte tipuri de spori. *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* se prezintă ca o ciupercă macrociclică și heteroică, având în țara noastră, ca plantă gazdă intermediară

plantele de *Berberis vulgaris* pe care dezvoltă stadiul picnidian și ecidian (Iacob ș.a., 1998).

Puccinia striiformis f.sp. *tritici* este o ciupercă a cărei viață s-a considerat pentru multă vreme că este microciclică, deoarece pentru acest agent patogen nu fusese identificată o plantă gazdă intermediară. Ciclul complet de viață al ciupercii *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* nu a fost cunoscut până în 2010, atunci când a fost identificată o gazdă alternativă (Jin ș.a., 2010), contribuind astfel la o înțelegere clară a relației sale filogenetice cu celelalte rugini ale cerealelor. Ecidiospori de *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* au fost observați pe *Berberis chinensis*, *Berberis koreana* și pe un hibrid interspecific de *Berberis koreana* x *Berberis thunbergii* în anul 2009. De atunci speciile de *Berberis*, drept gazde intermediare, au primit o atenție importantă, în mod special în S.U.A., China și Pakistan (Ali ș.a., 2014; Zhao ș.a., 2013; 2016). În alte zone ale lumii rolul de gazdă intermediară pentru *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* nu a fost clarificat (Jin ș.a., 2010; Wellings, 2011; Mehmood ș.a., 2019).

Acolo unde sunt prezente, gazdele alternative sunt importante în epidemiologia bolii, deoarece furnizează inocul local pentru a iniția dezvoltarea ruginii în culturile de grâu și acționează ca o sursă de noi patotipuri, deoarece pe aceste plante are loc stadiul sexual al ciclului de viață al ciupercilor (McIntosh ș.a., 1995).

2.3.2 Evaluarea pierderilor de producție

2.3.2 Crop loss assessment

Pierderile cauzate de cele trei rugini ale grâului la nivel global prezintă variații importante în funcție de regiune. Pierderile de producție reflectă interacțiunea din agentul patogen, gazdă și mediul înconjurător la nivel local, regional și global (tabelul 2.1).

Rugina brună produce pierderi însemnate în partea de sud și sud-est a continentului Asiatic, precum și în nordul Africii și în America de Sud. Pe de altă parte, rugina neagră este o boală importantă în America de Nord, partea de sud a continentului African și într-o oarecare măsură în Europa. Cea de a treia rugină a grâului, rugina galbenă, este o boală păgubitoare în vestul Asiei, Africa de Sud, partea estică a Chinei, America de Sud și nordul continentului European (McIntosh ș.a., 1995).

Rugina brună a grâului produce pierderi considerate a fi scăzute până la moderate, atunci când se analizează pe suprafețe întinse sau la nivelul unei regiuni, fiind cuprinse între 1% și 20%. Localizat însă, la nivelul lanului de grâu, dacă boala nu este controlată pierderile pot fi extrem de severe, lanurile putând fi distruse în totalitate, dacă boala se manifestă cu o severitate ridicată (Huerta-Espino ș.a., 2011).

Tabelul 2.1
Table 2.1

Importanța actuală și istorică a ruginilor grâului
Current and historical importance of wheat rusts

Zona	Rugina brună		Rugina neagră		Rugina galbenă	
	Actual	Istoric	Actual	Istoric	Actual	Istoric
Africa						
Nord	Major	Major	Local	Major	Local	Local
Est	Local	Local	Major	Major	Major	Major
Sud	Local	Local	Local	Major	Local	Rar
Asia						
Estul îndepărtat	Local	Local	Local	Major	Major	Major
Centrală	Major	Major	Minor	Minor	Local	Local
Sud	Local	Major	Minor	Major	Local	Local
Sud-est	Major	Major	Minor	Minor	Rar	Rar
Vest	Local	Local	Local	Major	Major	Major
Australia, Noua Zeelandă	Local	Local	Local	Major	Local	Rare
Europa						
Est	Major	Major	Minor	Major	Local	Local
Vest	Local	Major	Minor	Major	Major	Major
America de Nord	Major	Major	Minor	Major	Local	Local
America de Sud	Major	Major	Local	Major	Local	Local

După: Singh ș.a. 2002 și Saari și Prescott, 1985

Legendă: **Major**: pierderi majore dacă nu sunt cultivate soiuri rezistente;

Minor: apare des, dar cu frecvență scăzută;

Local: apare doar în unele zone ale regiunii, producând pierderi grave dacă sunt cultivate soiuri sensibile;

Rar: este întâlnit foarte rar, sau este recent introdus, precum în cazul Australiei și Noua Zeelandă.

Puccinia tritici f.sp. *tritici* produce pierderi în mod curent și în prezent, însă pierderile sunt cu mult diminuate comparativ cu cele produse de acest agent patogen la începutul secolului al XX-lea. Pentru multă vreme s-a crezut că *Puccinia tritici* f.sp. *tritici* nu cauzează o boală gravă culturii de grâu care să producă pierderi cu importanță majoră din punct de vedere economic, deoarece simptomele caracteristice bolii erau observate doar pe frunze și doar în timpul perioadei de vegetație. În timpul și după recoltare simptomele bolii nu mai erau observate, cariopsele de grâu nu erau șiștave și nu prezentau nici un simptom care să ducă către o problemă cauzată de această boală. Însă, o serie de cercetări efectuate cu scopul determinării pierderilor de producție, au demonstrat că aplicarea tratamentelor cu sulf sau alte fungicide, au inhibat dezvoltarea agentului patogen, pierderile de producție raportate în cazul acestor ploturi fiind cu mult reduse față de cele în care nu au fost aplicate tratamente.

Cercetările demarate în acea perioadă au demonstrat că în cazul cultivarelor sensibile pierderile de producție cauzate de rugina brună

oscilează între 25% până la 90%, iar în cazul cultivarelor ce prezintă rezistență față de agentul patogen, pierderile înregistrate sunt de aproximativ 10%, din cauza uscării premature a frunzelor afectate (Mains, 1930; Caldwell ș.a., 1934; Samborski ș.a., 1960).

În studiile apărute în perioada actuală, se arată că prin cultivarea soiurilor de grâu înzestrate cu gene de rezistență, precum *Lr41* sau *Lr42*, diferențele de producție față de cultivarele sensibile care nu au aceste gene, cresc cu circa 63%, respectiv 26% (Martin ș.a., 2003). În zonele unde sunt cultivate soiuri de grâu create de CIMMYT (Africa, America de Sud, Asia) pierderile de producție cauzate de *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* sunt raportate la valori de 1% și până la 20% (Marasas ș.a., 2004).

Rugina brună a grâului influențează negativ și proprietățile calitative ale cariopselor, masa acestora diminuându-se cu 6-7%, iar masa a o mie de boabe fiind mai redusă cu 1,5% până la 12%. De asemenea și numărul cariopselor pe spic este mai scăzut în cazul soiurilor sensibile la rugina brună comparativ cu cele rezistente, numărul acestora fiind mai redus cu circa 14-17% (Martin ș.a., 2003; Kolmer ș.a., 2009).

Rugina neagră este apreciată ca fiind cea mai distructivă boală dintre cele trei rugini, pe continentul american fiind considerată a fi principală boală a grâului, având un efect negativ devastator asupra acestei culturi (Singh ș.a., 2002). Pierderile de producție pot fi de 100%, în regiunile în care agentul patogen întâlnește condiții favorabile și sunt cultivate soiuri sensibile. Rugina neagră a provocat pierderi însemnate de producție în multe areale geografice la nivel global, producând pandemii de-a lungul secolului al XX-lea ce au forțat cercetătorii din acest domeniu să facă eforturi semnificative pentru găsirea soluțiilor pentru atenuarea și controlul acestei boli (Asmmawy ș.a., 2013; Loughman ș.a., 2005). Pierderile de producție sunt datorate efectelor negative rezultate ca urmare a distrugerii țesutului epidermal, ce favorizează pierderea apei. Elementele nutritive consumate de către ciupercă pentru a produce uredinosporii de asemenea creează stres asupra plantelor de grâu care mor prematur (Roelfs, 1985). Plantele infectate de *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* sunt mai sensibile la cădere, spicele formate de aceste plante sunt reduse comparativ cu cele sănătoase, iar infecțiile severe apărute cu câteva săptămâni înainte de recoltare pot produce scăderea masei a o mie de boabe și a numărului de cariopse pe spic, din cauza pierderilor de apă în perioada de formare și umplere a cariopselor (Kolmer ș.a., 2009).

În ultima perioadă, impactul economic negativ produs de rugina neagră este mai redus datorită programelor de ameliorare și creării de cultivare de grâu ce prezintă rezistență față de acest agent patogen. Cu toate acestea, ameliorarea rezistenței față de *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* trebuie să

continue pentru a fi capabilă să țină pasul cu evoluția agentului patogen care dezvoltă rase rezistente (McIntosh ș.a., 1997).

Rugina galbenă, produsă de *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* este o boală importantă pentru cultura grâului în toate zonele în care se cultivă grâu, însă în regiunile cu climă rece creează probleme mai grave (Kolmer ș.a, 2009). Rugina galbenă a grâului a fost raportată în peste 60 de țări. Deși frecvența și intensitatea cu care această boală a fost identificată diferă de la regiune la regiune, aproape toate țările în care se depistează această boală, o raportează ca fiind o problemă ce produce pierderi de producție (Chen, 2005; Wellings, 2011). Deoarece rugina galbenă poate infecta plantele de grâu încă din stadiul de o frunză (BBCH 11), pierderile cauzate de această boală pot fi de 100%, la soiurile de grâu foarte sensibile (Chen, 2014).

La nivel global, epidemii devastatoare au fost întâlnite pe toate continentele. În Asia de Est, epidemii produse de rugina galbenă au fost înregistrate frecvent în perioada 1939-1964, pierderile de producție ajungând și la 60%, iar suprafețele afectate au depășit 800 de mii de hectare (Li ș.a., 2002). Epidemia produsă în anul 1990 a afectat o suprafață de peste 650 de mii de hectare, iar pierderile de producție au fost estimate la circa 1,8 milioane tone (Li ș.a., 2002). Epidemia din 2002, s-a întins pe o suprafață de 6,6 milioane hectare, cu pierderi de producție extrem de importante (Wan ș.a., 2004). În Asia Centrală și de Vest cea mai recentă epidemie produsă de rugina galbenă a fost raportată în anul 2010, pierderile de producție fiind de până la 70%. Unele țări au fost devastate de această epidemie, fapt ce le-a determinat să apeleze la ajutorul altor state pentru obținerea de cultivare rezistente la această boală, cum a fost cazul Siriei care a cerut ajutorul Statelor Unite ale Americii pentru a primi germoplasmă de grâu cu rezistență la rugina galbenă pentru a semăna câmpurile (Chen ș.a., 2017).

În Africa, rugina galbenă reprezintă o problemă doar la nivel regional, însă atunci când sunt înregistrate epidemii cauzate de această boală pierderile pot fi semnificative, cum a fost la nivelul anului 2010, când pierderile de producție au fost de 67%, iar în unele regiuni din Etiopia laturile au fost distruse în proporție de 100% (Chen ș.a., 2017; ICARDA, 2011).

În Australia, *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* a fost depistată pentru prima oară în 1979, iar epidemii severe au fost înregistrate în anii 1983 și 1984, când pierderile înregistrate au fost de circa 84% în cazul cultivarelor sensibile (Murray ș.a., 1995).

Pe continentul american, rugina galbenă reprezintă o problemă serioasă în Mexic și S.U.A., cauzând pierderi de până la 60% în cazul cultivarelor sensibile (Line 2002; Wan ș.a., 2014).

În Europa, epidemiile de rugină galbenă au fost raportate în toate țările cultivatoare de grâu. O regiune predispusă frecvent la apariția epidemiilor produse de această boală este reprezentată de țările din nord-vestul Europei (Marea Britanie, Olanda, Belgia, nordul Franței și nordul Germaniei) (Stubbs, 1985). În estul Europei, rugina galbenă provoacă pierderi importante în Polonia, Republica Cehă, Ungaria, Ucraina și Russia (Chen ș.a., 2017).

2.3.3 Ciclul bolii și epidemiologia

2.3.3 Disease cycle and epidemiology

Dintre ciupercile patogene la plante, ciupercile care produc boli cunoscute sub denumirea de rugini prezintă cel mai complex ciclu de viață.

În cazul culturii de grâu, toate cele trei rugini sunt produse de ciuperci ce au un stil de viață macrociclic, producând toate cele cinci tipuri de spori, motiv pentru care necesită două plante gazdă pentru a-și putea încheia ciclul de viață (Kang ș.a., 2017). Ca alte ciuperci heteroice și macrociclice, ciclul de viață al acestor microorganisme, ce produc rugini grâului (fig. 2.3), constă prin parcurgerea a cinci stadii de spori: *piciospori* (n, haploid), *ecidiospori* (n+n, dicariotic), *uredospori* (n+n, dicariotic), *teliospori* (2n, diploid) și *bazidiospori* (n, haploid).

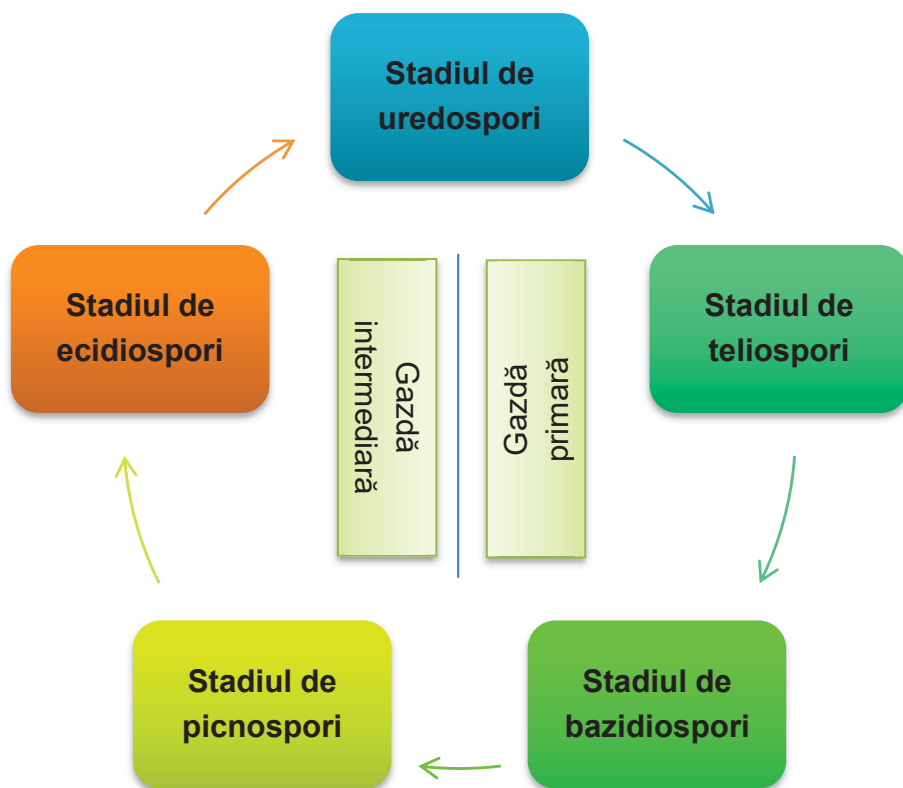


Fig. 2.3 *Puccinia* spp. – ciclul biologic (original)

Fig. 2.3 *Puccinia* spp. – life cycle (original)

Pe plantele de grâu, ca și gazdă primară, *Puccinia triticina* f.sp. *tritici*, *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* și *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* formează stadiile uredinial, telial și bazidial, iar pe plantele gazdă intermediare, ce aparțin altor familii botanice, decât *Poaceae*, aceste ciuperci formează stadiul picnidian și stadiul ecidian.

2.3.3.1 Ciclul asexuat

2.3.3.1 Asexual cycle

Ciclul asexuat al acestor ciuperci reprezintă modalitatea cea mai frecvent întâlnită pentru înmulțire. Ciclul asexuat se desfășoară pe gazdă primară, reprezentată de plantele de grâu.

În condiții naturale de infecție, uredosporii reprezintă singura formă, sau principală formă, în arealele unde ecidiosporii se formează pe plantele gazdă intermediare, de inocul pentru ruginile grâului.

Infecția realizată de un singur ecidiospor sau uredospor poate produce pustulele caracteristice pe organele de grâu atacate (de culoare ruginie, produse pe frunze, în cazul ciupercii *Puccinia triticina* f.sp. *tritici*; de culoare ruginie, produse pe tulpină, în cazul ciupercii *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* și de culoare galbenă produse pe frunze, în cazul ciupercii *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*), ce conține mii de uredospori (Kang ș.a., 2017).

La sfârșitul perioadei de vegetație a culturii de grâu, sau atunci când condițiile de mediu devin nefavorabile pentru producerea de noi uredospori, aceștia se transformă în formațiuni alungite denumite teliospori, care pot rămâne intacti din punct de vedere fizic pentru câteva luni, în anumite condiții de mediu (Kang ș.a., 2017).

2.3.3.2 Ciclul sexual

2.3.3.2 Sexual cycle

Ciclul sexual al acestor ciuperci începe prin germinarea teliosporilor, ce vor produce bazidiospori haploizi. Bazidiosporii pot infecta plantele gazdă intermediare. Pentru *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* ca plante gazdă intermediare au fost raportate specii de *Thalictrum*, *Anchusa*, *Isopyrum* și *Clematis* (Kolmer, 2013), pentru *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* ca plante gazdă intermediare au fost raportate specii de *Berberis* și *Mahonia* (Roefls ș.a., 1995), iar cercetările actuale au indentificat ca specii gazdă intermediare pentru *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* 33 de specii de *Berberis*, dintre care pe *B. aggregate*, *B. brachypoda*, *B. polyantha*, *B. potaninii*, *B. shensiiana*, *B. soulieana* infecțiile au fost realizate atât artificial cât și natural și specia *Mahonia aquifolium* pe care infecțiile au fost obținute în mod artificial (Kang ș.a., 2017; Jin ș.a., 2010).

În urma infecțiilor realizate pe planta gazdă intermediară vor apărea picnidiile ciupercii, ce sunt descrise ca fiind pustule circulare de culoare

galbenă, ce se formează pe față superioară a frunzelor plantei gazdă intermediare parazitată. În interiorul acestor pustule se găsesc picnidiile care produc picnospori haploizi (n), care sunt diseminați de insecte sau picăturile de ploaie către alte picnidiile. Picnosporii au rol de gameți, fertilizarea între doi picnospori de sexe diferite (+ și -) are loc prin transferul de nuclee prin intermediul unor hife flexibile care sunt conectate atât timp cât are loc fertilizarea. După fecundație, pe partea inferioară a frunzelor, în dreptul picnidiei apar ecidiile ciupercilor care vor conține ecidiospori (n+n) ce sunt eliberați și purtați de vânt către plantete de grâu, unde vor produce noi infecții. În urma infecțiilor produse de ecidiospori vor lua naștere uredosporii (n+n) care către sfârșitul perioadei de vegetație al culturii de grâu, sau la întâlnirea condițiilor nefavorabile de mediu se transformă în teliospori, reluând astfel ciclul sexual de reproduce al acestor ciuperci ce produc rugini (Chen, 2017).

2.3.4 Controlul bolii

2.3.4 Disease control

Ruginile grâului afectează în principal aparatul foliar al plantelor, reducând capacitatea fotosintetică a plantelor, ce se răsfârâge în mod negativ asupra producției. Pentru a controla cele trei rugini ale grâului, se recomandă a fi aplicate metodele utilizate și în cazul celorlalte boli întâlnite la această cultură, cum ar fi: aplicarea metodelor culturale, cultivarea soiurilor rezistente și prevenirea și combaterea bolilor prin aplicarea tratamentelor cu fungicide. O metodă suplimentară, prin care acești agenți patogeni se disting de ceilalți, este reprezentată de eliminarea plantei gazdă intermediară, în arealele în care sunt prezente, pentru reducerea sursei de inocul.

Pentru controlul unei boli și, în mod special, pentru controlul ruginilor grâului, este esențial să se cunoască și să fie înțeleasă epidemiologia bolii înainte de a începe orice strategie de control, în special strategiile care implică metodele culturale sau chimice.

Fără îndoială, cultivarea soiurilor rezistente, cuprinse în cadrul unei tehnologii în care se aplică metodele culturale, împreună cu utilizarea fungicidelor reprezintă ansamblul perfect pentru combaterea ruginilor la grâu (Mehta, 2014).

Cultivarea de soiuri rezistente reprezintă principală metodă de control pentru ruginile grâului, fiind metoda ce nu necesită intervenții și cheltuieli suplimentare și care nu este dăunătoare mediului înconjurător. Cu toate acestea, din cauză că rezistența plantelor față de atacul agenților patogeni poate scădea treptat sau se poate pierde complet datorită apariției de noi rase virulente ale ciupercilor, această metodă trebuie combinată cu celelalte.

Cultivarele rezistente prezintă una sau mai multe gene specifice de rezistență. Până în prezent au fost identificate peste 187 de gene de

rezistență la rugini, dintre care un număr de 80 de gene de rezistență specifice ciupercii *Puccinia triticina* f.sp. *tritici*, numite gene *Lr* (*leaf rust*), 58 de gene de rezistență specifice ciupercii *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*, numite gene *Sr* (*stem rust*) și 49 de gene de rezistență specifice ciupercii *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, numite gene *Yr* (*yellow rust*) (Aktar-Uz-Zaman ș.a., 2017, Cristina ș.a., 2015). O bază de date, actualizată periodic, care prezintă informații despre genele rezistente la rugini este pusă la dispoziție de *Departamentul pentru Agricultură al Statelor Unite* (USDA) (Resistance Gene USDA ARS, <https://www.ars.usda.gov>), iar informații despre soiurile de grâu și genele pe care acestea le dețin sunt puse la dispoziție de *Centrul Internațional pentru Ameliorarea Porumbului și Grâului* (CIMMYT), prin intermediul programului *Genetic Resources Information System for Wheat and Triticale* (GRIS, <http://wheatpedigree.net>).

Cultivarea soiurilor de grâu rezistente la rugini prezintă o serie de avantaje precum: reducerea sau chiar eliminarea tratamentelor chimice; neatragera de costuri suplimentare după alegerea cultivarelor și eliminarea efectelor negative asupra mediului create de produsele pesticide. Însă, soiurile rezistente prezintă și o serie de dezavantaje precum limitarea eforturile realizate pentru ameliorarea producției și necesită bune cunoștințe legate de virulența agenților patogeni, dezavantaje care pot crea probleme majore dacă sunt scăpate de sub control (Roelfs ș.a., 1992).

Metodele culturale au un rol important în reducerea cantității de inocul, recomandându-se aplicarea practicilor prin care să se distrugă resturile vegetale, deoarece acestea adăpostesc inoculul pe perioada iernii. De asemenea trebuie evitate semănarea timpurie a grâului pentru evitarea realizării infecțiilor de către *Puccinia triticina* și *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* din toamnă, dar și evitarea aplicării dozelor ridicate de îngrășăminte pe bază de azot care creează condiții de sensibilitate la atacul ruginilor plantelor de grâu (Mehta, 2014; Chen, 2005; Roelfs, 1985).

Metodelor culturale, prezentate mai sus, trebuie să li se alăture și eradicarea plantelor gazdă intermediare, care reprezintă o sursă importantă de inocul și mai important, pe planta gazdă intermediară, ciupercile ce produc rugini își desfășoară ciclul de viață sexual, în urma căruia pot lua naștere rase noi, pentru care soiurile actuale să nu prezinte rezistență. Pentru eradicarea plantelor gazdă intermediare, de-a lungul secolului al XX-lea au fost derulate programe în nordul Europei și zona centrală și de nord a Statelor Unite ale Americii, în deosebi pentru eliminarea plantei gazdă intermediară pentru *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* (Roelfs ș.a., 1992).

Controlul ruginilor grâului prin aplicarea produselor fungicide, reprezintă o metodă care a permis obținerea producțiilor de peste 6-7 tone/ha, la sfârșitul

secolului al XX-lea, iar în prezent chiar producții ce depășesc frecvent 10-15 tone/ha (Matzen ș.a., 2019; Wiik, 2009; Loughman ș.a., 2005).

Prin aplicarea produselor fungicide pot fi cultivate soiuri de grâu ce prezintă un potențial ridicat de producție și calitate, însă o rezistență scăzută în fața agenților patogeni.

Pentru controlul ruginilor, fungicidele au început să fie utilizate la scară largă în jurul anului 1981, atunci când rugina galbenă a produs pierderi enorme pe continentul american (Line, 2002). De atunci au fost dezvoltate mai multe substanțe active precum *strobilurinele*, *inhibitorii biosintezei sterolului*, care au fost și sunt în continuare utilizate pe scară largă (Wiik, 2009).

Utilizarea fungicidelor pentru managementul ruginilor este frecvent întâlnită pentru a controla rugina brună (*Puccinia tritici* f.sp. *tritici*) și rugina galbenă (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) (CIMMYT, 1988). Utilizarea fungicidelor pentru a controla rugina neagră a grâului (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*) a fost studiată pentru o perioadă îndelungată, în prezent această metodă de control are un rol minor, deoarece cultivarele actuale de grâu prezintă rezistență față de agentul patogen, severitatea atacului este ridicată doar dacă patogenul întâlnește condiții ideale pentru dezvoltare (Roelfs, 1985), însă acest lucru se poate schimba din cauza apariției rasei *TTKS* (*Ug99*) foarte virulentă, care s-a răspândit rapid în nordul Africii și centrul Asiei, fiind o amenințare pentru producția de grâu la nivel global (Kielsmeier-Cook ș.a., 2015; Paalberg ș.a., 2014; Khan ș.a., 2013).

Cele mai utilizate fungicide pentru controlul ruginilor conțin substanțe active precum *propiconazol*, *tebuconazol*, *flutriafol*, *triadimefon*, toate fiind din clasa *triazolilor* (Kuck ș.a., 2012). Pe lângă acestea sunt utilizate și unele fungicide din clasa *strobilurinelor* (*piraclostrobin*, *picoxistrobin*) (Brar, 2015; Codex, 2013; McIntosh ș.a., 1995).

Utilizarea fungicidelor este o soluție viabilă în prezent, însă diversitatea scăzută în ceea ce privește produsele chimice disponibile (substanțele active), care uneori își pot pierde eficacitatea în fața noilor rase dezvoltate de către agenții patogeni pun sub umbra incertitudinii eficacitatea acestora în viitor.

2.4 Alți agenți patogeni importanți ai grâului

2.4 Other major pathogens of wheat

În cultura grâului organismele dăunătoare produc numeroase boli, până în prezent fiind descrise peste 25 de viroze, peste 10 bacterioze și peste 46 de boli fungice (Bockus ș.a., 2010), la care se alătură și bolile cauzate de nematozi și vătămările produse de insecte și acarieni, precum și alte tulburări cauzate de factorii abiotici.

Ținând cont de similaritățile taxonomice și morfologice ale agenților patogeni bolile produse de aceștia pot fi împărțite în mai multe grupe. Având în vedere aceste caracteristici, bolile grâului și agenți patogeni responsabili pentru ele, pot fi împărțite în următoarele grupe:

- Grupa ruginilor (*Puccinia triticina* f.sp. *tritici*, *P. graminis* f.sp. *tritici*, *P. striiformis* f.sp. *tritici*);

- Grupa septoriozelor (*Zymoseptoria tritici*, *Stagonospora nodorum* blotch);

- Grupa helmitosporiozelor (*Helminthosporium sativum*, *Drechslera tritici-repentis*);

- Grupa ciupercilor diverse ce produc boli foliare și ale spicului (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*);

- Grupa ciupercilor diverse ce produc boli la nivelul bazei tulpinii și rădăcinilor (*Pseudocercospora herpotrichoides*, *Gäumannomyces graminis*);

- Grupa ciupercilor ce produc fuzarioze (*Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. nivale*);

- Grupa ciupercilor ce produc măluri și tăciuni (*Tilletia* spp., *Ustilago tritici*);

- Grupa ciupercilor saprofite (*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp.);

- Grupa bacteriozelor;

- Grupa virozele și mycoplasmozelor.

Pe lângă bolile expuse în prezentul capitol, alte boli importante sunt cele produse de *Fusarium* spp. (*Fusarium graminearum* Schwabe, teleomorf: *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch), fiind o boală importantă deoarece ciuperca este capabilă de a produce micotoxine (deoxynivalenol, nivalenol ș.a.) ce sunt toxice pentru animale (Osborne ș.a., 2007; Desjardin, 2006).

Alți agenți patogeni considerați periculoși pentru cultura grâului în unele regiuni importante sunt reprezentați de: *Drechslera tritici-repentis* (Gamba ș.a., 2012; Moreno ș.a. 2012; Simon ș.a., 2011), *Pseudocercospora herpotrichoides* Fron. (Palicova ș.a., 2018; Wiik, 2009; Parnell ș.a., 2008).

Partea a II-a
CERCETĂRI PROPRII

Second Section
PERSONAL RESEARCH

CAPITOLUL 3

CHAPTER 3

SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII, MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

AIM AND OBJECTIVES OF RESEARCH, RESEARCH MATERIALS AND METHODS

3.1 Scopul și obiectivele cercetării

3.1 Aim and objectives of research

Datorită importanței pe care o are cultura grâului, sporirea și stabilitatea producției cunoaște permanent o atenție deosebită și atrage interesul multor specialiști din agricultură.

Bolile grâului reprezintă un permanent factor de risc pentru stabilitatea și calitatea recoltelor, motiv pentru care cercetările cu privire la starea de sănătate a grâului reprezintă impulsul activității științifice și practice cu privire la această cultură.

Ținând cont de aceste aspecte s-a considerat oportună demararea cercetărilor cu **scopul evaluării comportamentului unor soiuri și linii de grâu la atacul agenților patogeni**, ce pot provoca pagube însemnate culturii, cu consecințe negative asupra producției și calității acesteia, în zona de nord-est a Moldovei.

Cercetările privind comportamentul soiurilor și liniilor de grâu studiate în cadrul experienței prezintă importanță pentru lărgirea gamei de soiuri de grâu ce pot fi cultivate în zona Moldovei, oferind informații valoroase cu privire la adaptabilitatea cultivarelor de grâu față de condițiile climatice și rezistența față de agenții patogeni, fermierilor din această zonă. Aceste informații pot fi luate în considerare în momentul în care fermierii stabilesc sortimentul de soiuri sau hibrizi pe care vor să îl cultive, astfel încât să aleagă cele mai adaptate cultivare de grâu.

Cercetările realizate în condițiile din câmp au fost extinse și susținute de rezultatele obținute în urma analizelor și determinărilor efectuate în laborator.

Pentru atingerea scopului propus au fost urmărite o serie de obiective, prin intermediul unor activități specifice:

Obiectivul I: Realizarea unui studiu bibliografic privind implicațiile agenților patogeni în cultura grâului:

- Activitate I: Crearea unei baze de date și studierea lucrărilor științifice apărute în străinătate;
- Activitate II: Crearea unei baze de date și studierea lucrărilor științifice apărute în România;

Obiectivul II: Identificarea agenților patogeni și determinarea frecvenței (F%) și a intensității (I%) atacului acestora în vederea stabilirii gradului de atac (GA%):

- Activitate I: Efectuarea observațiilor periodice privind apariția, identificarea și evoluția agenților patogeni;
- Activitate II: Prelevarea și analiza probelor în laborator;
- Activitate III: Notarea F% și I% atacului agenților patogeni.

Obiectivul III: Cunoașterea comportării cultivarelor de grâu luate în studiu la atacul agenților patogeni identificați:

- Activitate I: Efectuarea de determinări;
- Activitate II: Interpretarea rezultatelor.

Obiectivul IV: Cunoașterea incidenței atacului de Black point, determinarea microorganismelor asociate acestei boli și influența asupra cariopselor de grâu:

- Activitate I: Determinarea incidenței atacului de Black point;
- Activitate II: Determinarea microorganismelor asociate cu Black point-ul;
- Activitate III: Studierea influenței atacului de Black point asupra MMB-ului cariopselor de grâu;
- Activitate IV: Interpretarea rezultatelor.

Rezultatele obținute cu privire la comportamentul cultivarelor de grâu autohtone la atacul agenților patogeni, în condiții de infecție naturală, în contextul condițiilor climatice caracteristice arealului în care cercetarea a fost

realizată, contribuie la îmbogățirea datelor și cunoștințelor din domeniul agricol, cu implicații pozitive în sporirea gamei soiurilor de grâu cu potențial ridicat de producție coroborat cu buna rezistență în fața agenților patogeni.

3.2 Experiența în teren

3.2 *Field experiment*

Experiența în teren s-a desfășurat în zona de nord-est a Moldovei, o importantă zonă agricolă, ce reprezintă aproximativ 12,5% din suprafața arabilă a României și unde sunt semănate cu grâu de toamnă aproximativ 140 de mii de hectare în fiecare an, reprezentând circa 6,5% din totalul de 2,1 milioane hectare cultivate în mod obișnuit cu grâu de toamnă la nivelul întregii țări. Județul Iași contribuie la întreagă suprafață arabilă a țării cu peste 228 de mii hectare, ceea ce reprezintă circa 2,4% din suprafața țării și 19,5% din suprafața Regiunii de Nord-Est, iar cultura grâului de toamnă ocupă la nivelul județului aproximativ 30 de mii hectare, reprezentând 1,4% din suprafața cultivată cu grâu în România și 21,4% din suprafața cultivată cu grâu în Regiunea de Nord-Est.

Datele au fost obținute în cadrul experienței în câmp ce a fost amplasată pe teritoriul fermei Ezăreni, din cadrul Stațiunii Didactice Iași, ce aparține Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași (fig. 3.1).



Fig. 3.1 Experiența proiectată în teren (original)
Fig. 3.1 The experience designed in the field (original)

Cercetările au fost realizate în perioada 2015-2018 în condițiile oferite de cadrul natural caracteristic fermei Ezăreni, având la bază experiența în

The diagram illustrates a three-story building layout. The overall dimensions are 29,5 m in width and 26 m in height. The building is divided into three horizontal sections, each 1,5 m high, with a total height of 4,5 m. The sections are labeled R1, R2, and R3 from bottom to top. Each section contains a row of rooms, with dimensions of 1 m and 7 m indicated for the R1 and R2 sections. The rooms are labeled V1 through V25, with some rooms appearing in multiple sections (e.g., V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25).

Section	Room Label	Room Color	
R3 (Top)	V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25	Blue	
	V1, V2, V3, V4, V5, V6	Blue	
	R3		
	R2 (Middle)	V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25, V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13	Green
		R2	
		R1 (Bottom)	V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22, V23, V24, V25
R1			

autohtone, provenite de la *Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea* și *Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda*.

Martorul experienței a fost reprezentat de soiul de grâu de toamnă Bezostaia 1, soi de grâu de toamnă creat la *Institutul de Cercetări Agricole Krasnodar* din Rusia. Rezistența durabilă la boli combinată cu adaptabilitatea crescută la diferite condiții de mediu și nu în ultimul rând, parametrii calitativi superiori ai produsului final, au reprezentat motivele principale pentru impactul său important avut în agricultură în ultimii 50 de ani.

Soiul de grâu de toamnă Bezostaia 1 a fost introdus în cultură în anul 1959 în Rusia și Ucraina, iar în România a fost cultivat prima oară în anul 1962 dovedindu-se a fi superior soiurilor autohtone cultivate în aceea perioadă, superioritate dată de buna preabilitate pentru recoltarea mecanizată și a randamentului superior (Săulescu ș.a., 2007).

Datorită însușirilor pozitive, cu care acest soi de grâu a fost înzestrat, a cunoscut o răspândire fulminantă în zona de sud a Rusiei și în Ucraina și mai apoi în estul Europei, Turcia, zona Caucazului și zona centrală a Asiei, ajungând să fie cultivat pe o suprafață de circa 10 milioane hectare anual, în perioada anilor 1970. Chiar și astăzi acest soi de grâu de toamnă este cultivat pe suprafețe importante în zona centrală și de vest a Asiei și sudul Caucazului, estimate a fi cuprinse între 0,5 și 1 milion de hectare anual (Sharma ș.a., 2014; Morgounov ș.a., 2012).

Fără îndoială, soiul de grâu Bezostaia 1 a fost cel mai răspândit dintre toate cultivarele de grâu, iar succesul său a făcut să fie regăsit în pedigree-ul a aproximativ 300 de cultivare de grâu, cultivare ce au fost create în 32 de țări (<http://wheatpedigree.net>). Prezența în pedigree-ul unui număr însemnat de cultivare de grâu evidențiază contribuția importantă și impactul semnificativ pe care îl poate avea un singur soi de grâu la producția mondială, fiind totodată și motivul pentru care, deși a trecut peste jumătate de secol de la introducerea sa în cultură, soiul de grâu de toamnă Bezostaia 1 este utilizat în continuare ca martor în diferite cercetări și câmpuri experimentale (Gadimaliyeva ș.a., 2018; Kockhmetova ș.a., 2018; Mihova ș.a., 2018; Metakovsky ș.a., 2018; Penchev ș.a., 2018; Keser ș.a., 2017).

Materialul biologic (fig. 3.3) studiat a fost constituit dintr-un sortiment de cultivare de grâu de toamnă reprezentat de soiuri de grâu caracterizate pozitiv de elaboratori în privința nivelului de producție, particularităților morfologice, comportării la atacul diferiților agenți patogeni, precum și de linii de grâu de toamnă cu potențial ridicat și însușiri pozitive, ce le recomandă pentru a fi introduse în cultură.

Cultivarele studiate pe parcursul celor trei ani agricoli au fost: Bezostaia 1⁽³⁾ (Krasnodar Rusia, menținut în România de INCDA Fundulea);

11424 G1⁽³⁾, Glosa⁽³⁾, Izvor⁽³⁾, Miranda FDL⁽³⁾, Otilia⁽³⁾, Pajura⁽³⁾, Pitar⁽³⁾, Semnal⁽³⁾, Unitar⁽³⁾, Ursita⁽³⁾, Litera⁽²⁾, Voinic⁽²⁾, 11368 G1⁽¹⁾, 11838 G8⁽¹⁾, Boema⁽¹⁾, Vestitor⁽¹⁾, Voevod⁽¹⁾, Zamfira⁽¹⁾, Zamolxe⁽¹⁾, Zina⁽¹⁾, soiuri și linii de grâu create și menținute la INCDA Fundulea și Andrada⁽³⁾, Codru⁽³⁾, Dumbrava⁽³⁾, T.123-11⁽³⁾, T.124-11⁽³⁾, T.19-10⁽³⁾, T.109-12⁽²⁾, T.118-11⁽²⁾, T.143-11⁽²⁾, T.95-12⁽²⁾, T.150-11⁽¹⁾, T.42-05⁽¹⁾, T.55-01⁽¹⁾, T.62-01⁽¹⁾, soiuri și linii create și menținute la SCDA Turda. Numărul din dreptul fiecărui cultivar reprezintă numărul anilor în care genotipul de grâu a făcut parte din cercetare.



Fig. 3.3 Imagine din perioada de vegetație a culturii de grâu (original)
 Fig. 3.3 Image from the growing season of wheat crop (original)

3.4 Tehnologia de cultivare

3.4 Cultivation technology

În cei trei ani de experimentare semănatul s-a realizat în data de 13 octombrie 2015, în primul an de experimentare (2015-2016), pe 03 octombrie, în cel de al doilea an de experimentare (2016-2017), iar în ultimul an (2017-2018), semănatul câmpului experimental a avut loc în data de 30 septembrie 2017.

În toți anii de experimentare norma de semănat a fost stabilită ținându-se cont de tehnologia de cultivare, prin care s-a urmărit semănarea unui număr de 550 b.g./m² (fig. 3.4b), avându-se în vedere însușirile legate de germinație, puritate și MMB-ul cariopselor provenite de la cultivarele de grâu de toamnă studiate.

Parcelele experimentale au avut dimensiunea de 7,7 m² (1,1 m x 7 m) și au fost semămate cu semănătoarea pentru loturi experimentale

Wintersteiger (fig. 3.4a), semănându-se câte opt rânduri la distanță de 12,5 cm între ele.

Cultura de grâu a avut ca plantă premergătoare rapița de toamnă (*Brassica napus* L.). Lucrările solului au fost reprezentate de distrugerea resturilor vegetale de la cultura precedentă, arătura și pregătirea patului germinativ pentru semănat.

Fertilizarea a fost realizată utilizându-se doze moderate de îngrășămintă. În toamnă, înainte de pregătirea patului germinativ au fost aplicate 250 de kg s.c./ha de îngrășământ complex NPK 20:20:0, iar în primăvară a doua fertilizare a fost realizată aplicându-se 120 kg s.c./ha de uree (fig. 3.4c). Cantitatea totală de azot aplicată a fost de 105 kg s.a./ha.

Recoltarea câmpului experimental s-a realizat în momentul în care umiditatea cariopselor a scăzut sub 14%, cu combina de recoltat loturi experimentale *Wintersteiger*. În toți cei trei ani de observații, recoltarea câmpului experimental s-a făcut în cea de a șaptea lună calendaristică, respectiv în ziua de 14 iulie 2016, 11 iulie 2017 și 12 iulie 2018 (fig. 3.4c).



Fig. 3.4 Aspecte din câmpul experimental: a) semănarea variantelor experimentale; b) determinarea densității în toamnă; c) fertilizarea în perioada de vegetație; d) recoltarea parcelor experimentale (original)

Fig. 3.4 Aspects from the experimental field: a) sowing the experimental variants; b) determination of plant density in autumn; c) fertilization during the vegetation period; d) harvesting of experimental plots (original)

3.5 Datele meteorologice

3.5 Meteorological data

Datele referitoare la temperatura aerului și solului, precipitațiile atmosferice, pentru perioada studiată (2015-2018) 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.

Datele privind valorile multianuale ale temperaturii aerului și solului, precipitațiilor, precum și alte informații legate de climă și cadru natural, au fost obținute în urma analizării studiilor publicate de *Administrația Națională de Meteorologie* (www.meteoromania.ro) și *Institutul Național de Statistică* (www.insse.ro).

3.6 Observații efectuate și metode utilizate

3.6 Surveys and methods used

În perioada de vegetație câmpul experimental a fost supus observațiilor cu scopul determinării frecvenței, intensității și gradului de atac al agenților patogeni, ce au apărut în condiții de infecție naturală.

Pe lângă aceste observații au fost efectuate și notări cu scopul determinării elementelor de producție (densitatea plantelor, talia plantelor și înălțimea spicului, numărul de boabe pe spic și greutatea acestora, masa a o mie de boabe și masa hectolitrică și nu în ultimul rând producția de cariopse la hectar).

3.6.1 Metodele utilizate pentru determinarea elementelor de producție

3.6.1 Methods used to determine the production elements

Densitatea plantelor/m² a fost determinată în trei momente distincte de-a lungul perioadei de vegetație. Prima determinare a fost realizată în toamnă, atunci când plantele de grâu se aflau în Stadiul principal 1 – Dezvoltarea frunzelor (BBCH 10-19), cea de a doua determinare a fost realizată în primăvară, după reluarea vegetației, moment ce s-a suprapus cu Stadiul principal 3 – Alungirea paiului (BBCH 30-39), iar ultima determinare a avut drept scop determinarea numărului de spice recoltabile/m² și s-a realizat atunci când cultura de grâu se afla în Stadiul principal 8 – Coacere (BBCH 83-89). Densitatea plantelor/m² a fost determinată cu ajutorul ramei metrice, cu latura de 50 cm.

Talia plantelor (cm) a fost determinată după înspicare, prin măsurarea plantei de la nivelul solului și până la vârful spicului. În cazul cultivarelor de

grâu aristate, aristele nu au fost măsurate. Din cadrul fiecărei variante pentru determinarea taliei plantelor au fost măsurate câte 5 plante.

Înălțimea spicului (mm) s-a determinat înainte de recoltare. Din cadrul fiecărei variante au fost recoltate manual câte 5 spice de grâu care au fost duse în laborator. Înălțimea spicului a fost determinată fără a lua în calcul și aristele, în cazul soiurilor aristate. După măsurarea înălțimii spicului au fost determinate și numărul de cariospe/spic, precum și greutatea acestora (g).

După recoltarea câmpului experimental, pentru fiecare variantă studiată au fost luate câte 2 kg de cariopse, ce au fost duse în laborator pentru a determina masa a o mie de boabe (MMB) și masa hectolitrică (MH). Atât MMB-ul (g), cât și MH (kg), au fost determinate pentru fiecare cultivar în trei repetiții. Masa a o mie de boabe s-a determinat prin cântărirea a 1 000 de cariopse, ce au fost numărate cu ajutorul aparatului Seed Counter Licznik ziaren ZBPP, iar MH a fost determinată cu ajutorul balanței hectolitrice.

3.6.2 Metodele utilizate pentru determinarea Frecvenței (F%), Intensității (I%) și a Gradului de Atac (GA%) al agenților patogeni identificați în perioada studiată

3.6.2 Methods used to determine Frequency (F%), Intensity (I%) and Degree of Attack (DA%) of pathogens identified during the study period

Pentru determinarea gradului de atac (GA%) al agenților patogeni este necesar să se determine Frecvența (F%) și Intensitatea (I%) atacului.

Determinarea F% și I% atacului agenților patogeni ai grâului, cât și cunoașterea modului de manifestare al bolilor produse de aceștia sunt necesare pentru aprecierea rezistenței soiurilor de grâu cultivate față de atacul agenților patogeni (Rafailă, 1980).

Pentru studierea comportamentului unor cultivare de grâu la acțiunea agenților patogeni trebuie să cunoaștem frecvența (F%) și intensitatea atacului (I%), a căror produs ne permite să calculăm gradul de atac (GA%) cu care fiecare agent patogen s-a manifestat.

Frecvența (F%) atacului se exprimă în procente față de numărul total al plantelor supuse observațiilor și se calculează pe baza formulei:

$$F\% = (n \times 100) / N$$

unde: N = numărul total de plante observate;

n = numărul de plante bolnave.

Intensitatea (I%) atacului se acordă pe baza unor note, la 1 la 9 în funcție de gravitatea cu care este afectată sănătatea plantelor și se calculează pe baza formulei:

$$I\% = (\sum (i \times f)) / n$$

unde: i = nota (dată pe baza procentului de acoperire cu simptomele bolii);

f = numărul de cazuri care au primit aceeași notă;

n = numărul total de plante bolnave.

Odată determinate Frecvența (F%) și Intensitatea (I%) atacului se determină gradul de atac (GA%) cu care se manifestă agenții patogeni, pe bază formulei:

$$GA\% = (F\% \times I\%) / 100$$

În prezentul studiu determinarea Frecvenței (F%) și Intensității (I%) atacului s-a realizat prin examinarea plantelor de grâu ce au fost cuprinse în interiorul ramei metrice cu latura de 50 cm, iar pe baza acestora s-a determinat și gradul de atac (GA%) cu care s-a manifestat fiecare agent patogen identificat în cultura grâului în cei trei ani de observații.

Determinarea intensității atacului (I%) agenților patogeni a fost realizată pe bază scării F.A.O. – care folosește note de la 1 la 9 (ISTIS, 2009), care în prezent este apreciată ca fiind cea mai apropiată de realitate.

Nota

- 1 - dacă atacul nu se observă;
- 2 - când atacul este incipient, cu simptome puțin evidente;
- 3 - dacă petele ocupă până la 5% din suprafață;
- 4 - când petele acoperă 5-15% din suprafață;
- 5 - când petele acoperă 15-25% din suprafață;
- 6 - când petele acoperă 25-40% din suprafață;
- 7 - când petele acoperă 40-50% din suprafață;
- 8 - când petele acoperă 50-75% din suprafață;
- 9 - când petele acoperă 75-100% din suprafață.

Pentru o estimare reală și obiectivă a intensității atacului (I%) agenților patogeni identificați, au fost studiate ghiduri de estimare a atacului și lucrări de specialitate, dintre care cele mai folositoare au fost publicate de Muhammad ș.a., 2017; Manandhar ș.a., 2016; IPO & CIMMYT, 1986; Roefls ș.a., 1992; Stubbs ș.a., 1986; Peterson ș.a., 1948; FAO 2016; www.gocereals.ca.

Pentru estimarea atacului produs de *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* și *Zymoseptoria tritici* estimarea se face analizând întreaga plantă deoarece simptomele bolilor produse de acești doi agenți patogeni acoperă treptat frunzele în ordinea în care se formează.

Apariția ruginilor grâului este strâns legată de dezvoltarea plantei gazdă și a fenofazei în care această se găsește. Din acest motiv cel mai indicat moment pentru determinarea intensității atacului cu care se manifestă ciupercile ce produc rugini este cuprinsă între faza de început a înfloriturii (BBCH 60) și coacere în lapte (BBCH 77).

Pentru estimarea rezistenței cultivarelor de grâu față de *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* și *Zymoseptoria tritici* se poate utiliza descrierea gradelor de infecție propusă de Saari and Prescott în 1975.

- 0 **Fără infecție**
- 0E **Fără infecție**, dar poate fi o excepție.
- 1 **Rezistent**: Sunt observate simptome izolate pe frunzele inferioare.
- 2 **Rezistent**: Sunt observate simptome pe cel de al doilea rând de frunze, iar primele frunze sunt moderat infectate.
- 3 **Rezistent**: Infecție ușoară a treimii inferioare a plantei. Frunzele cele mai joase sunt moderat către puternic infectate.
- 4 **Moderat rezistent**: Frunzele inferioare sunt infectate sever. Infecție moderat-ușoară a frunzelor de la mijlocul plantei.
- 5 **Moderat sensibil**: Frunzele inferioare sunt infectate sever. Infecție moderată a frunzelor de la mijlocul plantei și simptome prezente în jumătatea superioară.
- 6 **Moderat sensibil**: Infecție severă pe treimea inferioară a plantei, moderată pe frunzele din zona de mijloc și simptome pe frunzele din etajul superior.
- 7 **Sensibil**: Infecție severă pe frunzele din jumătatea inferioară a plantei extinzându-se până la frunza de sub frunza stindard, sau chiar cu simptome rare pe această frunză.
- 8 **Sensibil**: Infecție severă pe frunzele din jumătatea inferioară a plantei. Infecție moderată până la severă pe treimea superioară a plantei. Frunza stindard prezintă simptome evidente de infecție.
- 9 **Foarte Sensibil**: Infecții severe pe toate frunzele. Simptomele pot fi observate chiar și la nivelul spicului.

Descrierea gradului de atac și reacției cultivarelor de grâu
față de agentul patogen (Saari and Prescott, 1975)

Estimarea rezistenței cultivarelor de grâu față de ciupercile ce produc bolile cunoscute ca rugini ale grâului, *Puccinia triticina* f.sp. *tritici*, *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* se poate realiza pe baza reacției cultivarelor la atacul agentului patogen.

0 Fără infecție

R **Rezistent:** Nu sunt prezente lagăre cu uredospori sau teliospori, dar pot fi observate zone necrozate.

MR **Moderat rezistent:** Sunt prezente lagăre de dimensiuni reduse ce conțin uredospori sau teliospori, înconjurate de o zonă clorotică sau necrozată.

MS **Moderat sensibil:** Sunt prezente lagăre cu uredospori și teliospori de dimensiuni medii, posibil înconjurate de o zonă clorotică.

S **Sensibil:** Sunt prezente lagăre ce conțin uredospori și teliospori de dimensiuni mari.

Descrierea gradului de atac și reacției cultivarelor de grâu față de agentul patogen (IPO & CIMMYT, 1986)

3.7 Activități desfășurate în laborator

3.7 Activities in laboratory

În laboratoarele de Fitopatologie, Microbiologie și Protecția Plantelor din cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași au fost aduse plante de grâu ce prezentau simptome caracteristice bolilor identificate pentru determinarea microscopică a agenților patogeni.

După studierea microscopică au fost identificate:

- conidiile de tip *Oidium monilioides* Link și cleistotecile produse de *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* (fig. 6.3-6.4);

- picnidiile și picnosporii produse *Zymoseptoria tritici*, anamorf *Septoria tritici* (fig. 6.9);

- lagăre cu uredospori și teliospori produși de *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* (fig. 6.14-6.16);

- lagăre cu uredospori și teliospori produși de *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* (fig. 6.19);

- lagăre cu uredospori produși de *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* (fig. 6.22).

3.8 Metoda de lucru utilizată pentru determinarea incidenței Black point-ului, influența acestuia asupra MMB-ului și determinarea microorganismelor responsabile pentru producerea acestei boli

3.8 The method used to determine the incidence of Black point, its influence on TGW and the determination of microorganisms responsible for the production of this disease

Simptomele caracteristice atacului de Black point, observate în masa de cariopse recoltate în 2017, au impus demararea unei analizări amănunțite a acestora. Pentru determinarea incidenței atacului de Black point au fost analizate câte o mie de cariopse, în trei repetiții, provenite de la fiecare cultivar de grâu studiat. Cariopsele de grâu ce prezentau simptome caracteristice de Black point au fost numărate, fiind raportate procentual la numărul total de cariopse studiate (o mie).

Pentru determinarea influenței atacului de Black point asupra masei a o mie de boabe, din masa de cariopse au fost numărate câte o mie de cariopse sănătoase și o mie de cariopse ce prezentau simptome de Black point și a fost determinată masa lor. Aceste determinări au fost efectuate în trei repetiții pentru fiecare cultivar de grâu studiat.

Pentru determinarea ciupercilor asociate cu Black point-ul au fost analizate câte 100 de cariopse provenite de la fiecare cultivar de grâu (75 de cariopse cu simptome de Black point și 25 de cariopse sănătoase). Cariopsele au fost dezinfectate prin scufundarea în hipoclorură de sodiu (1%) timp de 3 minute și apoi clătite cu apă distilată și sterilizată. Cariopsele au fost puse în vase Petri (cu diametrul de 9 cm) ce conțineau 20 ml PDA (Potato Dextrose Agar). Vasele Petri au fost puse la incubator, la o temperatură de 20°C și păstrate timp de 10 zile, după care au fost numărate coloniile formate și identificate ciupercile apărute (*El-Grami ș.a., 2017; Özer, 2005; Ellis and Ellis, 1985*).

3.9 Analiza statistică a datelor obținute

3.9 Statistical data analysis

Datele obținute în cei trei ani de observații au fost interpretate din punct de vedere statistic cu ajutorul programului SPSS (IBM SPSS Statistics 20), iar reprezentarea grafică a fost realizată cu ajutorul programului Excel din cadrul pachetului Microsoft Office 2016.

CAPITOLUL 4

CHAPTER 4

ANALIZA DATELOR CLIMATICE CARACTERISTICE PERIOADEI STUDIAȚE ȘI CARACTERIZAREA CADRULUI NATURAL ÎN CARE S-A DESFĂȘURAT EXPERIENȚA

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

Efectele schimbărilor climatice reprezintă o amenințare semnificativă la adresa siguranței alimentare la nivel mondial, nu doar prin creșterea temperaturii medii globale, estimată la o valoare de 1,5-2°C pe parcursul secolelor al XX-lea și al XXI-lea, cât și prin creșterea frecvenței și severității evenimentelor meteorologice extreme. Creșterea valurilor de căldură, seceta, inundațiile și presiunea exercitată de dăunători creează solicitări directe asupra culturilor, ceea ce duce la reducerea randamentelor (Ilangumaran ș.a., 2018).

Potrivit Organizației Mondiale de Meteorologie (WMO) ultimii trei ani, 2015, 2016, respectiv 2017, sunt cei mai călduroși ani de la momentul începerii înregistrării datelor privind temperaturile (anul 1880) și până în prezent (a.c. 2018). Recordul mondial este înregistrat în anul 2016, urmat de anul 2017, care este cel mai cald an în care nu a fost observată prezența fenomenului El Niño, ceea ce poate duce către ideea că temperaturile globale anuale pot crește chiar mai mult. Media secolului al XX-lea a fost la nivel global de 13,9°C, iar media anului 2016 a fost cu 0,94°C superioară acestei valori (<https://public.wmo.int/en>).

Ținând cont de schimbările climatice și de trendul ascendent al creșterii numărului populației la nivel mondial, până în anul 2050 producția alimentară trebuie să se dubleze pentru a fi capabilă să asigure hrană celor 9 miliarde de oameni estimați că vor popula planeta, însă extinderea secetei asociată cu creșterea temperaturilor, afectează producția agricolă, fapt pentru care va fi necesară aplicarea unor acțiuni speciale pentru depășirea acestui impas (Hatfield, 2018).

Schimbările climatice și agricultura sunt strâns legate una de cealaltă, ambele având loc la nivel global și influențându-se reciproc. Schimbările climatice afectează deja agricultura, cu efecte diferite distribuite în întreaga lume. În mod similar, agricultura influențează schimbările climatice prin emisiile antropogene de gaze cu efect de seră și prin transformarea terenurilor neagricole în terenuri agricole (Blanco ș.a., 2014; Gupta ș.a., 2018).

Schimbările climatice afectează agricultura sub diferite moduri, incluzând schimbări ale temperaturii medii, precipitații și situații climatice extreme, precum valurile de căldură, dar și epidemiile produse de boli și dăunători (Porter ș.a., 2014). Magnitudinea impactului condițiilor climatice poate varia în funcție de specie și de modul său de creștere. Creșterea producției agricole ar putea fi compensată, fie parțial, fie total, prin menținerea sub control a agenților patogeni ai plantelor. Prin urmare, în contextul condițiilor climatice este important să se ia în considerare toate componentele biotice (Kumar ș.a., 2013).

În România pot fi distinse pe parcursul anului patru sezoane – primăvară, vară, toamnă și iarnă, în deosebi datorită diferențelor de temperatură. Iarna poate fi definită ca lunile cu temperatura medie mai mică de 0°C, iar vara ca lunile cu temperatura medie peste 15°C, dar o altă definiție grupează lunile decembrie, ianuarie și februarie ca luni de iarnă, martie, aprilie și mai ca luni de primăvară, iunie, iulie și august ca luni de vară și septembrie, octombrie și noiembrie ca luni de toamnă.

Modificările condițiilor meteorologice afectează cultura în moduri diferite pe tot parcursul sezonului de vegetație, de la sămânță până la produsul final.

Impactul factorilor meteorologici atât asupra culturilor, cât și asupra bolilor plantelor a fost demonstrat pentru mai multe patosisteme (Rotem, 1978; Zadoks ș.a., 1979; Campbell ș.a., 1990).

Umiditatea și temperatura sunt cele mai importante proprietăți fizice atunci când sunt luați în considerare agenții patogeni de natură fungică, însă multe proprietăți meteorologice sunt intercorelate. Vântul și ploaia sunt importante pentru diseminarea sau răspândirea agenților patogeni. Vremea este de o importanță capitală pentru creșterea culturilor și relațiile dintre mediu, cultură și agenții patogeni. Mediul are un efect important asupra calității și randamentului cerealelor (Svensson, 1981; Johansson ș.a., 1998; Jiang ș.a., 2003).

Impactul factorilor meteorologici asupra creșterii grâului de toamnă și a bolilor acestuia a fost subiectul unor numeroase cercetări (Gafencu ș.a., 2017, 2018b; Coakley, 1988; Johansson, 1992a, 1992b; Royle ș.a., 1993; Wiik ș.a., 2009c; Khoury ș.a., 1994; Verreet, 1995; Gladders ș.a., 2001; Pietravalle ș.a., 2003; Gladders ș.a., 2007; Papastamati ș.a., 2007; Shaw ș.a., 2008; Te Beest ș.a., 2008). Mediul unei culturi și al agenților săi patogeni este

dependent și de alți factori pe lângă cei meteorologici. Condițiile edafice, precum proprietățile de natură fizică și chimică ale solului afectează atât cultura, cât și bolile acesteia. Tehnologiile agricole practicate, precum sistemul clasic sau neconvențional de lucrare a solului, fertilizarea și aplicarea pesticidelor afectează mediul în nenumărate moduri (Shipton, 1977; Cowling, 1978; Lévesque ș.a., 1992; Bockus ș.a., 1998; Rodgers-Gray ș.a., 2000; Simón ș.a., 2003; Bakker ș.a., 2005).

4.1 Caracterizarea condițiilor climatice din zona de nord-est a Moldovei

4.1 Characterization of climate conditions in the north-east area of Moldova

Prima decadă a secolului al XXI-lea a poziționat zona de nord-est a României într-o postură fără precedent. Regiunea Moldovei este nevoită, în ultima perioadă, să se confrunte cu perioade foarte călduroase și secetoase și perioade foarte umede și ploioase. Aceste evenimente climatice depășesc în unele cazuri observațiile meteorologice relevante, unele dintre ele variind puternic față de valorile medii multianuale înregistrate până în prezent (Machidon, 2017).

Caracteristicile climatului unei regiuni sunt foarte importante pentru mediul geografic al regiunii respective, pentru viața oamenilor din acea zonă, cât și pentru activitățile economice, ori de altă natură practicate în acel areal. În ansamblul său, clima zonei de nord-est a României, poate fi caracterizată de prezența trăsăturilor favorabile, însă pe acest fond sunt observate în mod frecvent excese climatice ce diminuează potențialul ridicat al acestei zone geografice. Uneori, manifestările elementelor și fenomenelor climatice sunt destul de neobișnuite, creând reale dificultăți oamenilor și prejudicii economiei (Mihăilă, 2006).

Dezvoltarea plantelor este puternic influențată de regimul elementelor climatice prezente în perioada de vegetație a plantelor cultivate. Impactul cel mai puternic se observă atunci când unele fenomene extreme, precum grindina sau seceta se cumulează cu o rezervă redusă de umiditate în sol, motiv pentru care asupra producției agricole consecințele sunt și mai accentuate.

Particularitățile agrometeorologice ale perioadei 2015-2018, cât și influența acestora asupra culturilor agricole, cu accent asupra culturii grâului de toamnă, au fost grupate și analizate pe perioade de vegetație caracteristice, perioade pentru care au fost analizați factorii meteorologici

critici ce prezintă importanță pentru starea de vegetație, starea de sănătate și potențialul productiv al culturii de grâu.

4.1.1 Regimul termic

4.1.1 The thermal regime

Temperatura aerului reprezintă elementul climatic de care nu putem face abstracție în nici o zi din an. Evoluția temperaturii aerului, fie ea diurnă, de la o zi la alta, de la lună la lună, sau de la anotimp la anotimp influențează viața în mod direct.

În zona de nord-est a țării valorile temperaturii aerului ajung frecvent în zilele de vară la valori $\geq 25^{\circ}\text{C}$. Numărul zilelor cu valori ce depășesc 25°C crește de la nord către sudul Moldovei, în partea de nord înregistrându-se circa 60 de zile cu temperaturi $\geq 25^{\circ}\text{C}$, pe când în partea de sud a regiunii sunt înregistrate aproximativ 90 de zile. Zilele tropicale, definite ca zile în care temperatura este $\geq 30^{\circ}\text{C}$, sunt din ce în ce mai des întâlnite în regiunea Moldovei. În mod normal, în nordul regiunii se înregistrează un număr de 10 zile tropicale în decursul unui an, iar coborând către sud-estul regiunii numărul zilelor tropicale ajung la aproximativ 25 pe parcursul unui an calendaristic (Mihăilă, 2006).

În regiunea Moldovei temperaturile maxime absolute ale aerului au atins valori de peste $40,0^{\circ}\text{C}$ (Iași – 27 iulie 1909), iar temperaturile maxime absolute înregistrate la suprafața solului au depășit pragul de 60°C ($61,3^{\circ}\text{C}$ la Dorohoi – 26 august 1994) și $66,6^{\circ}\text{C}$ (Iași – 8 iulie 1969). Aceste valori extreme ale temperaturii au creat probleme reale populației, cât și greutate economice.

Pe de altă parte, începând cu luna septembrie și până la sfârșitul lunii aprilie, începutul lunii mai, temperatura aerului poate înregistra valori sub pragul de 0°C . În partea de nord a regiunii numărul de zile cu îngheț poate fi de peste 120, pe când în sudul regiunii numărul zilelor nu depășește pragul de 110. Numărul zilelor de iarnă, definite ca zilele în care temperatura maximă este $\leq 0^{\circ}\text{C}$ este sub 35 zile în sudul Moldovei și peste 45 zile în partea de nord, iar cel al nopților geroase, când temperatura minimă este $\leq -10^{\circ}\text{C}$ se încadrează între 15 zile în zona de sud a regiunii și 25 zile în zona nordică.

Temperaturile scăzute produc de asemenea probleme și stări de disconfort, atât populației cât și economiei și activităților agricole. În zona de nord-est a Moldovei, cele mai scăzute valori ale temperaturii aerului au fost de $-35,0^{\circ}\text{C}$, valoare înregistrată la Iași pe 01 februarie 1937, iar la nivelul solului aceeași valoare a fost înregistrată la Podu Iloaiei pe 31 ianuarie 1987.

Pentru factorul termic, fiecare plantă de cultură prezintă cerințe specifice, însă necesarul termic al plantelor cultivate nu poate fi izolat sau

privit independent, ci trebuie observat și prin prisma cerințelor optime pentru lumină, apă, sau alte elemente climatice.

Studii privind evoluția temperaturii aerului în zona Moldovei indică trendul ascendent al valorilor medii ale temperaturii aerului (Machidon, 2012), iar prin analiza evoluției temperaturii aerului în ultimii 20 de ani se observă tendința de creștere a valorilor medii, ce sunt prezentate în tabelul 4.1.

Pentru o bună înțelegere a evoluției temperaturii aerului, valorile medii înregistrate în perioada studiată (2015-2018) au fost comparate cu valorile medii ale ultimului deceniu (2005-2014), ce preced începutului cercetării de față, precum și cu valorile medii ale ultimului secol (1901-2000).

Tabelul 4.1

Table 4.1

Temperatura aerului – media lunară și anuală (original)

Air temperature – monthly and annual average (original)

– grade Celsius / Celsius degrees (°C) –

Media lunară	1901 - 2000	2005 - 2014	2015	2016	2017	2018
Ianuarie	-3,5	-2,2	-0,3	-2,5	-4,9	-0,8
Februarie	-1,8	-1,5	0,8	5,3	-0,8	-1,8
Martie	3,1	4,6	5,2	6,5	8,0	1,2
Aprilie	10,2	11,3	10,2	13,3	10,0	15,4
Mai	16,0	17,2	17,0	15,3	16,1	18,7
Iunie	19,5	20,8	20,7	20,9	21,1	20,8
Iulie	21,2	22,9	23,4	22,6	21,6	21,3
August	20,5	21,9	23,0	21,4	21,9	22,6
Septembrie	15,9	16,6	19,2	18,3	17,2	-
Octombrie	10,0	10,4	9,4	8,1	11,0	-
Noiembrie	4,1	5,8	6,4	4,0	5,9	-
Decembrie	-0,8	0,0	2,0	0,4	3,0	-
Media anuală	9,5	10,7	11,4	11,1	10,8	*12,2
Amplitudinea anuală	24,7	25,1	23,7	25,2	26,8	*24,4

Sursa datelor medii multianuale: Anuarul Statistic al României, Edițiile 2006-2017

* Pentru anul 2018 au fost utilizate date înregistrate până în luna august

O simplă analiză a datelor prezentate în tabelul de mai sus ne arată faptul că temperatura medie anuală prezintă o tendință ascendentă. Dacă media anuală a perioadei 1901-2000 este de 9,5°C se observă că media perioadei 2005-2014 este de 10,7°C, indicând o creștere a temperaturii cu 1,2°C. Comparând și valorile anuale ale temperaturii aerului înregistrate în perioada studiată, se observă că mediile anuale depășesc media perioadei 2005-2014, fapt pentru care, acești ani pot fi considerați ca fiind mai călduroși față de perioadele luate ca referință.

Ca efect al mării variabilități climatice, pe fondul pătrunderii maselor de aer cald ce determină creșterea numărului de zile cu temperaturi ridicate, dar și ca urmare a invaziilor și staționării maselor de aer rece ce duc la creșterea numărului zilelor cu temperaturi scăzute în zona de nord-est a țării frecvența zilelor cu valori ale temperaturii aerului diferite este destul de ridicată.

Pentru agricultură, din punct de vedere climatologic, importanță prezintă zilele ce înregistrează temperaturi caracteristice (fig. 4.1), și anume: zilele de iarnă, când temperatura maximă este $\leq 0^{\circ}\text{C}$; zilele cu îngheț, când temperatura minimă este $\leq 0^{\circ}\text{C}$; zile de vară, când temperatura maximă este $\geq 25^{\circ}\text{C}$ și zilele tropicale, când temperatura maximă este $\geq 30^{\circ}\text{C}$.

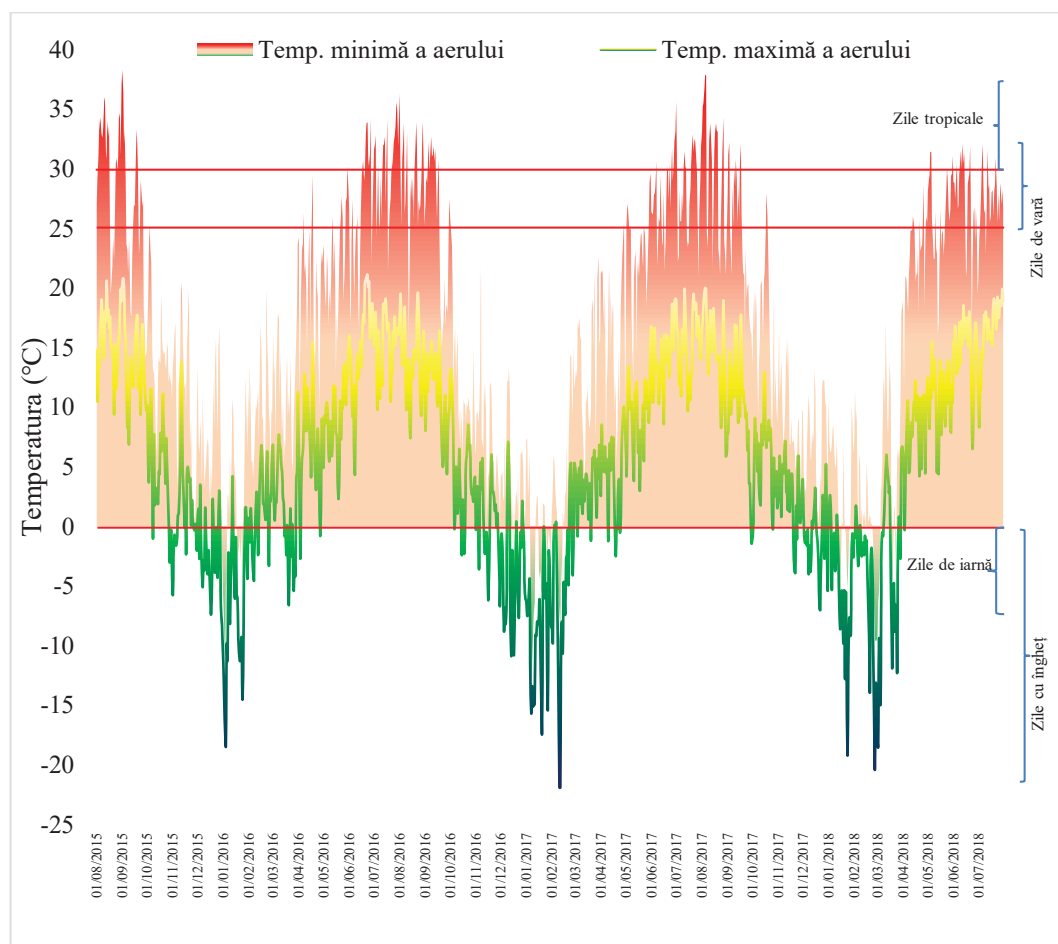


Fig. 4.1 Temperaturile maxime și temperaturile minime ale aerului înregistrate în perioada august 2015-iulie 2018 la Ferma Ezăreni, Iași (original)

Fig. 4.1 Maximum and minimum air temperatures recorded between August 2015 and July 2018 at Ezăreni Farm, Iași (original)

Tabelul 4.2
Table 4.2

Temperatura aerului – maxima absolută și minima absolută lunară și anuală (original)
Air temperature – absolute maximum and absolute minimum monthly and annual (original)

– grade Celsius / Celsius degrees (°C) –

Luna	Maxima lunară						Minima lunară					
	1901-2000	2005-2014	2015	2016	2017	2018	1901-2000	2005-2014	2015	2016	2017	2018
Ianuarie	16,7	15,4	11,9	12,5	7,3	10,8	-30,6	-26,9	-22,0	-18,4	-17,1	-19,2
Februarie	22,5	19,9	12,0	19,8	15,2	11,3	-36,3	-26,7	-11,2	-4,5	-21,9	-20,4
Martie	27,0	23,4	17,3	23,6	22,7	18,9	-22,7	-15,7	-6,2	-6,6	-1,2	-18,5
Aprilie	31,5	31,8	26,8	29,5	25,5	28,6	-9,4	-5,1	-1,8	-2,7	-2,5	-0,3
Mai	36,4	36,0	29,2	30,2	29,6	31,4	-3,0	-0,5	4,7	2,3	3,0	4,4
Iunie	38,0	37,9	32,9	34,2	33,1	32,1	3,5	7,7	8,1	4,4	8,6	6,5
Iulie	40,0	40,1	37,8	35,6	35,6	32,1	6,3	10,2	9,9	9,8	9,7	8,3
August	39,7	41,3	37,1	36,3	37,9	32,9	4,6	8,7	9,4	7,5	5,9	11,5
Septembrie	38,0	33,1	38,3	32,7	32,2	-	-3,5	1,6	7,0	4,4	-1,4	-
Octombrie	33,9	32,1	25,2	25,7	28,0	-	-9,6	-5,3	-4,0	-2,4	-1,0	-
Noiembrie	29,0	24,4	20,5	21,7	16,4	-	-21,1	-7,9	-5,7	-6,7	-3,9	-
Decembrie	19,5	17,9	16,8	13,3	13,2	-	-29,5	-19,8	-9,8	-10,8	-7,0	-
Maxima absolută și minima absolută	40,0	41,3	38,3	36,3	37,9	*32,9	-36,3	-26,9	-22,0	-18,4	-21,9	*-20,4
Data înregistrării	27.07.1909	07.08.2012	01.09.2015	01.08.2016	05.08.2017	15.08.2018	01.02.1937	26.01.2010	08.01.2015	04.01.2016	10.02.2017	26.02.2018

Sursa datelor medii multianuale: Anuarul Statistic al României, Edițiile 2006-2017

* Pentru anul 2018 au fost utilizate date înregistrate până în luna august

Datele climatice, privind temperatura aerului, înregistrate în perioada studiată au fost atent analizate pentru a realiza comparații între cei trei ani agricoli studiați, cât și pentru observarea tendințelor de evoluție în timp a temperaturii aerului.

Analizând valorile temperaturii aerului în perioada studiată, a căror tendință este surprinsă în graficul din fig. 4.1, în perioada august 2015-iulie 2018 au fost înregistrate un număr de 321 de zile de vară ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$), din care zile tropicale au fost 136 ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$), cu următoarea distribuție: 100 zile de vară din care 55 zile tropicale în anul agricol 2015-2016, 106 zile de vară din care 42 zile tropicale în anul agricol 2016-2017, respectiv 115 zile de vară din care 39 zile tropicale, în anul 2017-2018. La polul opus, temperaturile scăzute au înregistrat valori ce au dus la consemnarea unui număr de 14 zile de iarnă ($T_{\max} \leq 0^{\circ}\text{C}$) în cazul anului agricol 2015-2016, 32 de zile de iarnă au fost înregistrate în anul agricol 2016-2017 și 27 de zile de iarnă înregistrate la nivelul anului agricol 2017-2018. Tot în acest interval au fost înregistrate și zilele cu îngheț ($T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$) care au însumat 88 de zile în intervalul august 2015-iulie 2016, 103 zile în intervalul august 2016-iulie 2017, respectiv 99 zile în intervalul august 2017-iulie 2018.

În perioada studiată, august 2015-iulie 2018, temperaturile maxime și minime absolute (tabelul 4.2) nu se abat puternic față de valorile înregistrare în cele două perioade luate drept referință. În ceea ce privește maxima lunară absolută se observă că în intervalul studiat (2015-2018) valorile înregistrate se situează atât sub valorile înregistrate în perioada 1901-2000, cât și în perioada 2005-2014, cu o excepție importantă, observată în luna septembrie a anului 2015 când temperatura maximă a fost de $38,3^{\circ}\text{C}$, valoare a temperaturii aerului ce nu a mai a fost înregistrată niciodată în această lună. Nu trebuie omis nici faptul că în anul 2012, un an agricol extrem de dificil, în luna august, în ziua de șapte a lunii, a fost înregistrată temperatura maximă absolută istorică pentru județul Iași, ce a atins valoarea de $41,3^{\circ}\text{C}$.

Analizând valorile minime absolute ale temperaturii aerului se observă o tendință evidentă de încălzire. Comparând valorile temperaturii aerului înregistrate în secolul al XXI-lea cu valorile înregistrate în secolul trecut se observă că valorile minime absolute sunt superioare față de cele înregistrate în perioada 1901-2000. În perioada actuală, analizând datele din tabel, se poate observa că în luna mai nu s-au mai înregistrat temperaturi negative, iar în luna septembrie, doar în anul 2017 a fost înregistrată o valoare negativă a temperaturii minime absolute. Trebuie scos în evidență faptul că în luna martie a anului 2018 temperatura minimă absolută a înregistrat valoarea de $-18,5^{\circ}\text{C}$, valoare extrem de scăzută față de cele înregistrate în anii anteriori.

Tabelul 4.3
Tabel 4.3

Temperatura aerului – valori medii înregistrate pe perioada principalelor fenofaze ale culturii de grâu (original)
Air temperature – Average values recorded during the main phenophases of wheat crop (original)

– grade Celsius / Celsius degrees (°C) –

Luna	Temp. med. lunară					Anul agricol					Temp. med. a fenofazei				
	1901-2000	2005-2014	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018	Fenofaza	1901 - 2000	2005 - 2014	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018				
August	20,50	21,93	23,04	21,38	21,95	Teren necultivat	20,50	21,93	23,04	21,38	21,95				
Septembrie	15,90	16,57	19,23	18,27	17,18	Semănat – răsărit	10,00	10,90	11,66	10,15	11,33				
Octombrie	10,00	10,36	9,37	8,15	10,96										
Noiembrie	4,10	5,76	6,37	4,03	5,85	Rezerva de iarnă			2,82	0,66	0,40				
Decembrie	-0,80	-0,02	2,04	0,35	3,00										
Ianuarie	-3,50	-2,15	-2,54	-4,89	-0,84										
Februarie	-1,80	-1,47	5,26	-0,81	-1,75										
Martie	3,10	4,63	6,52	8,00	1,18	Creștere intensă – înflorit	13,10	14,25	14,32	13,06	17,05				
Aprilie	10,20	11,34	13,33	10,05	15,43										
Mai	16,00	17,15	15,31	16,07	18,67	Umplerea boabelor	19,50	20,80	20,86	21,11	20,78				
Iunie	19,50	20,80	20,86	21,11	20,78										
Iulie	21,20	22,91	22,64	21,64	21,30	Teren necultivat	21,20	22,91	22,64	21,64	21,30				
Media	9,53	10,65	11,79	10,28	11,14										

Sursa datelor medii multianuale: Anuarul Statistic al României, Edițiile 2006-2017

Reliefarea necesităților termice ale principalelor plante de cultură nu poate fi efectuată în mod individual fără a se avea în considerare și necesitățile față de lumină, umiditate, sau alți factori ecologici. Este bine cunoscut și studiat faptul că fiecare plantă de cultură are cerințe specifice față de factorul termic, pentru parcurgerea în condiții optime a fazelor fenologice.

Pentru compararea necesarului termic al grâului de toamnă, studiat și descris de literatura de specialitate, cu valorile înregistrate în perioada studiată, gruparea valorilor medii ale temperaturii aerului a fost realizată pe principalele fenofaze ale culturii grâului de toamnă (tabelul 4.3).

Analizând temperaturile medii ale aerului din perioada principalelor fenofaze ale grâului se observă că valorile înregistrate în perioada studiată prezintă abateri pozitive față de valorile medii luate ca referință. Cea mai mare abatere este observată în perioadă de repaus vegetativ a anului agricol 2015-2016, atunci când media este de 2,82°C, valoare superioară tuturor intervalelor luate ca referință. Această abatere, de peste 2°C, se datorează lunii februarie a anului 2016 când temperatura medie a acestei luni a fost de 5,26°C, iar în cazul celorlalți ani agricoli în care s-au desfășurat observațiile, cât și în cazul perioadelor de referință valoarea medie a temperaturii aerului aferentă lunii februarie a fost negativă.

Pentru întregirea tabloului termic, caracteristic perioadei studiate, în tabelul 4.4 sunt prezentate valorile medii ale temperaturii solului. Temperatura solului influențează direct procesele biotice din sol, prin valorile sale diminuând sau accelerând ritmul în care acestea se desfășoară.

Temperatura solului este puternic influențată de forma de relief pe care se găsește, de tipul de vegetație prezent la suprafața solului, de gradul de umiditate al acestuia, etc. În prima parte a perioadei de vegetație a culturii de grâu, ca și în cazul altor culturi, alături de temperatura aerului trebuie să se aibă în vedere și temperatura solului. Semănându-se în toamnă, în mod normal, temperatura aerului cât și a solului nu creează probleme culturii de grâu, precum problemele create de valorile scăzute ale acestor două elemente climatice culturilor semănate în primăvară, în special celor sensibile la temperaturi scăzute.

Pentru a germina și răsări cultura de grâu necesită o temperatură optimă situată în jurul valorii de 19°C. Comparând această valoare cu cele înregistrate în perioadă studiată, se poate observa faptul că în toți cei trei ani agricoli pentru cultura de grâu în momentul semănatului, ce a avut loc la sfârșitul lunii septembrie sau începutul lunii octombrie, necesarul termic a fost satisfăcut, motiv pentru care germinarea și răsărirea culturii de grâu au avut loc în bune condiții.

Tabelul 4.4
Table 4.4

Temperatura solului – valori medii înregistrate pe perioada principalelor fenofaze ale culturii de grâu (original)
Soil temperature – average values recorded during the main phenophases of wheat crop (original)
– grade Celsius / Celsius degrees (°C) –

Temp. med. lunară												Temp. med. a fenofazei					
Luna	1961 – 1996		2015 / 2016		2016 / 2017		2017 / 2018		Fenofaza	1961 - 1996	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018				
August		24,30		22,94		20,81	20,95		Teren necultivat	24,30	22,94	20,81	20,95				
Septembrie		17,90		18,92		18,06	16,71		Semănat – răsărit	10,60	11,49	10,54	10,97				
Octombrie		10,40		9,91		9,12	10,13										
Noiembrie		3,50		5,64		4,44	6,08										
Decembrie		-1,30		1,90		0,46	2,30										
Ianuarie		-4,10		-1,68		-1,50	0,86		Rezerva de iarnă	-1,10	1,90	0,99	1,39				
Februarie		-2,10		2,32		-0,59	0,36										
Martie		3,10		5,06		5,60	2,05										
Aprilie		11,90		11,08		8,38	12,27		Creștere intensă– înflorit	15,80	13,00	11,56	15,03				
Mai		19,70		14,91		14,74	17,79										
Iunie		24,00		20,53		20,80	21,27		Umplerea boabelor	24,00	20,53	20,80	21,27				
Iulie		25,60		21,99		21,69	21,13		Teren necultivat	25,60	21,99	21,69	21,13				
Media		11,08		11,13		10,17	10,99										

Sursa datelor medii multianuale: Anuarul Statistic al României, Edițiile 2006-2017

De asemenea, în perioada imediat următoare, în care cultura de grâu s-a pregătit pentru iernare, atât temperatura aerului cât și a solului au înregistrat valori ce au favorizat călirea grâului, motiv pentru care în primăvară plantele pierite din cauza gerului nu au înregistrat procente însemnate.

De la desprimăvărare până la formarea paiului temperaturile medii înregistrate au avut valori ce au favorizat buna dezvoltare a plantelor de grâu. Pentru fenofaza de creștere intensă cultura de grâu necesită temperaturi cuprinse între 14°C și 20°C, iar comparând valorile înregistrate în luna mai, când se desfășoară această fenofază, observăm că temperaturile medii au fost cuprinse între 14°C și 18°C.

Următoarele fenofaze ale culturii de grâu: înspicat, înflorit, polenizare și fecundare, au loc în condiții optime dacă temperatura aerului este cuprinsă între 16°C și 20°C. Urmărind evoluția temperaturilor în luna iunie, când au loc aceste etape în dezvoltarea culturii de grâu, observăm că temperatura medie depășește pragul de 20°C, fapt pentru care în această etapă de dezvoltare cultura grâului a fost supusă unui șoc termic. Și în cazul următoarelor fenofaze, coacerea în lapte și maturitatea deplină, temperatura optimă se situează în jurul valorii de 20°C, însă în perioada studiată aceste faze fenologice au avut loc când temperatura aerului a depășit pragul de 20°C.

În condițiile regiunii Moldovei, fazele fenologice ale culturii de grâu pot fi depășite cu bine în majoritatea cazurilor din punct de vedere termic, condiționate fiind de aplicarea practicilor culturale caracteristice culturii de grâu și utilizarea soiurilor pretabile pentru această zonă.

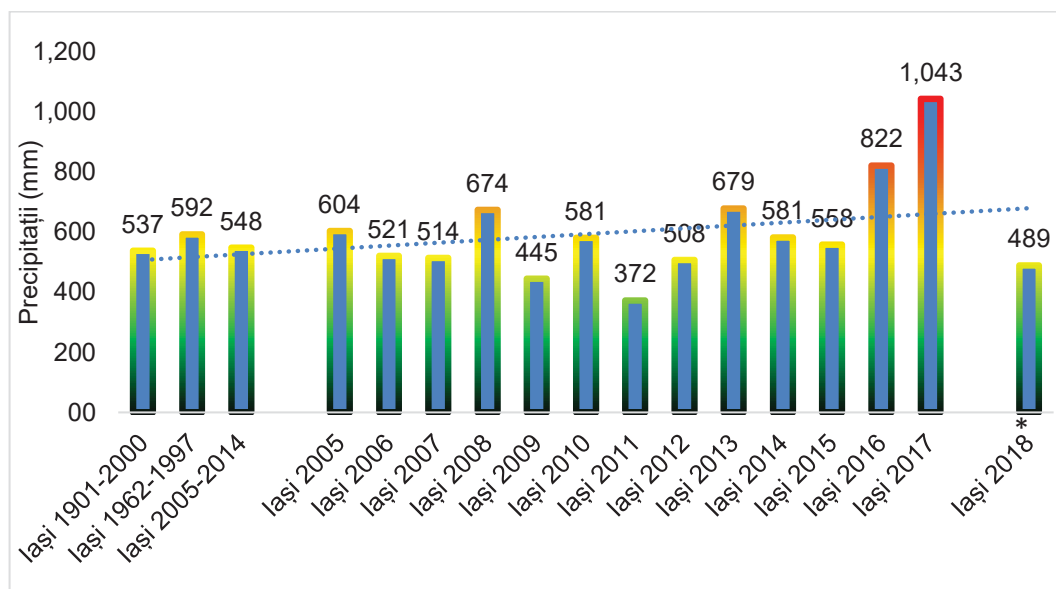
4.1.2 Regimul hidric

4.1.2 The hydric regime

Precipitațiile atmosferice, fără a neglija însă importanța celorlalte elemente climatice, a căror influență este observată prin prisma evoluției și distribuției în timp și spațiu a precipitațiilor atmosferice, reprezintă elementul climatic cel mai important. Importanța acestui element climatic este observată în fiecare zi în diferite sectoare economice, însă cel mai puternic se resimte în sectorul agricol. Influența precipitațiilor atmosferice este foarte bine observată atunci când într-o perioadă scurtă de timp cad cantități însemnate de precipitații, sau atunci când în decursul unor perioade îndelungate de timp cantitățile de precipitații căzute sunt neînsemnate. Efectul lipsei precipitațiilor este bine cunoscut, conducând la apariția fenomenelor de secetă și uscăciune, iar persistența acestora produce prejudicii negative grave sectorului agricol, dacă sunt înregistrate în intervale scurte de timp. Excesul precipitațiilor produce inundații, revărsări ale apelor curgătoare, exces de

umiditate și stagnarea apei în zonele joase de relief, provocând daune în sectorul agricol (Mihăilă, 2006).

În regiunea Moldovei, studiile efectuate pe termen lung, ne prezintă faptul că suma anuală a precipitațiilor, prezintă un trend ascendent (Machidon, 2017; Machidon ș.a., 2011; Mihăilă, 2006). Acest aspect poate fi observat studiind și graficul prezentat în fig. 4.2., unde analizând datele prezentate, se observă faptul că în ultimii ani cantitățile de precipitații căzute sunt superioare mediilor intervalelor de timp luate ca referință.



* Pentru anul 2018 au fost utilizate date înregistrate până în luna august

Fig. 4.2 **Trendul precipitațiilor atmosferice căzute în județul Iași, comparativ cu mediile multianuale și media ultimului deceniu (original)**

Fig. 4.2 The trend of the atmospheric precipitations in Iasi county compared to the multiannual averages and the average of the last decade (original)

Caracteristic pentru regiunea nord-estică a Moldovei este repartitia neuniformă a precipitațiilor, variind puternic în funcție de decadă, lună și anotimp, lucru ce se răsfrânge în mod negativ asupra agriculturii. Analizând datele înregistrate în perioada 1961-1997 se observă că în pe teritoriul municipiului Iași și în zonele învecinate, din totalul precipitațiilor căzute 32,1% sunt repartizate sezonului rece, iar diferența de 67,9% sunt repartizate sezonului cald. Analizând și distribuția precipitațiilor pe anotimpuri, observăm că distribuția este neuniformă de la anotimp la anotimp, astfel pe perioada de iarnă sunt înregistrate 15% din precipitațiile anuale, în primăvară cad 24,9% din precipitații, în vară din totalul precipitațiilor se înregistrează 39,8%, iar în perioada de toamnă cad 20,3% din precipitații (Mihăilă, 2006).

Pentru cultura grâului de toamnă, cantitatea optimă de apă, care pentru perioada de vegetație se situează în jurul valorii de 700 mm, nu este asigurată de precipitațiile căzute, motiv pentru care stresul hidric este un fenomen des întâlnit în zona Moldovei și afectează puternic culturile de grâu.

Ținând cont de necesarul pentru apă al culturii de grâu și comparând cu suma precipitațiilor căzută pe parcursul unui an calendaristic în perioada studiată se observă că această valoare a fost depășită în ultimii 13 ani doar în cazul a 2 ani, 2016, respectiv 2017. În unele cazuri, cum sunt cele prezentate anterior, cantitatea totală de precipitații este excedentară, însă modul de repartizare neuniform al precipitațiilor pe parcursul perioadei de vegetație poate caracteriza acești ani ca fiind ani secetoși.

Analizând cantitatea anuală de precipitații căzute în perioada studiată (tabelul 4.5) și comparând-o cu cantitățile medii ale perioadelor de referință se observă că în toți cei trei ani agricoli studiați suma precipitațiilor a depășit valoarea medie a sumei precipitațiilor raportată pentru perioadele de referință, cu peste 150 mm în anul 2015-2016, peste 630 mm în anul 2016-2017 și cu circa 170 mm în ultimul an agricol studiat. Din acest punct de vedere, al cantității totale de precipitații însumate pe perioada unui an agricol, cele trei perioade studiate, în ansamblul lor, pot fi caracterizate ca fiind foarte ploioase, însă fracționând precipitațiile pe principalele fenofaze ale culturii de grâu se observă că necesarul pentru apă al culturii nu a fost atins în cadrul fiecărei fenofaze.

Dacă în perioadele premergătoare și postmergătoare semănatului culturii de grâu, precipitațiile căzute în cei trei ani studiați au însumate valori ce s-au situat în apropierea valorilor medii luate drept referință (în cazul anului al doilea de observații depășind chiar cu peste 170 mm aceste valori), în cazul fenofazei semănat-răsărit, răsărirea culturii de grâu, în toți cei trei ani a avut loc în condiții bune, din prisma necesarului hidric.

Urmărind distribuția precipitațiilor pe parcursul perioadei de vegetație, se observă că în perioada de repaus vegetativ a culturii de grâu, precipitațiile căzute au fost însemnate cantitativ, în fiecare an studiat cantitățile căzute au depășit valorile medii luate ca referință. În cazul anului al doilea de studiu, în această perioadă cantitatea de precipitații înregistrată a fost cu mult superioară față de oricare altă perioadă analizată (+465 mm, comparativ cu valori de până în +150 mm înregistrate în ceilalți ani sau perioade studiate).

În perioada de creștere intensă-înflorit, atunci când cerințele plantei de grâu sunt crescute în privința apei, se observă că în primii doi ani de studiu precipitațiile au satisfăcut necesarul, iar în cel de al treilea an, cultura grâului a fost supusă un stres hidric sever.

Precipitații atmosferice – valori înregistrate pe perioada principalelor fenofaze ale culturii de grâu (original)
Atmospheric precipitations – values recorded during the main phenophases of wheat crop (original)

Luna	Sumă lunară					Anul agricol					Suma fenofazei					– (mm) –			
	1901 – 2000	2005 – 2014	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018	Fenofaza					1901- 2000	2005- 2014	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018				
August	56,0	45,4	40,8	53,4	61,8	Teren necultivat					56,0	45,4	40,8	53,4	61,8				
Septembrie	45,3	36,8	19,8	10,2	23,2														
Octombrie	32,5	40,1	66,4	212,0	69,8	Semănat – răsărit					114,8	104,4	190,4	292,0	113,6				
Noiembrie	37,0	27,5	104,2	69,8	20,6														
Decembrie	29,7	39,1	10,2	20,6	48,2														
Ianuarie	29,7	32,6	80,0	323,6	18,8														
Februarie	26,9	28,9	28,8	13,8	24,8	Rezerva de iarnă					114,7	134,4	152,8	465,0	148,6				
Martie	28,4	29,7	33,8	107,0	56,8														
Aprilie	43,9	54,0	76,2	140,4	18,0														
Mai	55,9	69,8	70,4	72,8	16,8	Creștere intensă – înflorit					99,8	123,8	146,6	213,2	34,8				
Iunie	82,6	77,8	142,4	71,6	216,0	Umplerea boabelor					82,9	77,8	142,4	71,6	216,0				
Iulie	69,3	66,1	24,0	84,4	136,6	Teren necultivat					69,3	66,1	24,0	84,4	136,6				
Sumă	537,2	547,7	697,0	1179,6	717,6														

Sursa datelor medii multianuale: Anuarul Statistic al României, Edițiile 2006-2017

Sursa datelor medii multianuale: Anuarul Statistic al României, Edițiile 2006-2017

În faza de umplere a boabelor, cantitatea de precipitații căzută în perioada studiată a depășit valorile medii căzute în perioadele de referință, excepție făcând faza de umplere a boabelor aferentă anului 2017 (luna iunie) când suma precipitațiilor căzute s-a situat sub mediile perioadelor utilizate pentru comparare. În acest an agricol (2016-2017), fenofaza de umplere a boabelor a reprezentat singura etapă din perioada de vegetație a culturii de grâu când precipitațiile căzute nu au depășit valorile medii ale celorlalți ani studiați sau ale perioadelor de referință.

Divizând și mai mult precipitațiile căzute, pe luni, pe decade în cadrul unei luni și pe zile (fig. 4.3), se poate observa faptul că pe parcursul unei luni, zilele în care au căzut precipitații au fost cuprinse între 5 și 20.

În primul an de studiu, în perioada august 2015-iulie 2016, au fost înregistrate 128 de zile cu precipitații, fiind anul cu cele mai multe zile cu precipitații.

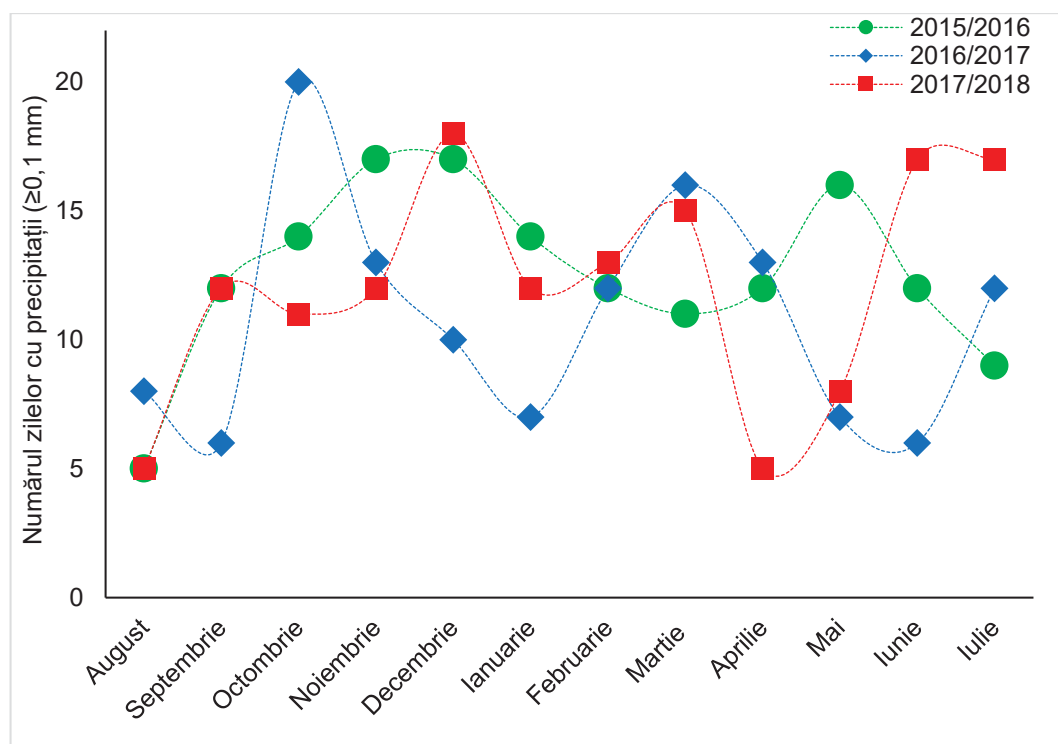


Fig. 4.3 Numărul zilelor în cadrul unei luni, în care au fost înregistrate precipitații (original)
 Fig. 4.3 The number of day in a month when precipitation was recorded (original)

În cel de al doilea an de studiu (august 2016-iulie 2017), au fost înregistrate cele mai puține zile cu precipitații, 97 zile, iar în ultimul an de observații (august 2017-iulie 2018), precipitații au fost înregistrate în cazul unui număr de 124 zile.

Analizând cantitatea înregistrată în urma fiecărei căderi de precipitații (fig. 4.4) se poate observa faptul că în majoritatea cazurilor precipitațiile căzute au fost cuprinse între 0,1 mm și 7,9 mm, efectul acestora influențând în mică măsură creșterea și dezvoltarea plantelor, deoarece este bine cunoscut faptul că pentru a fi benefice plantelor, precipitațiile căzute în urma unei ploii trebuie să depășească 8-10 mm, în special atunci când plantele sunt într-un stadiu avansat de dezvoltare.

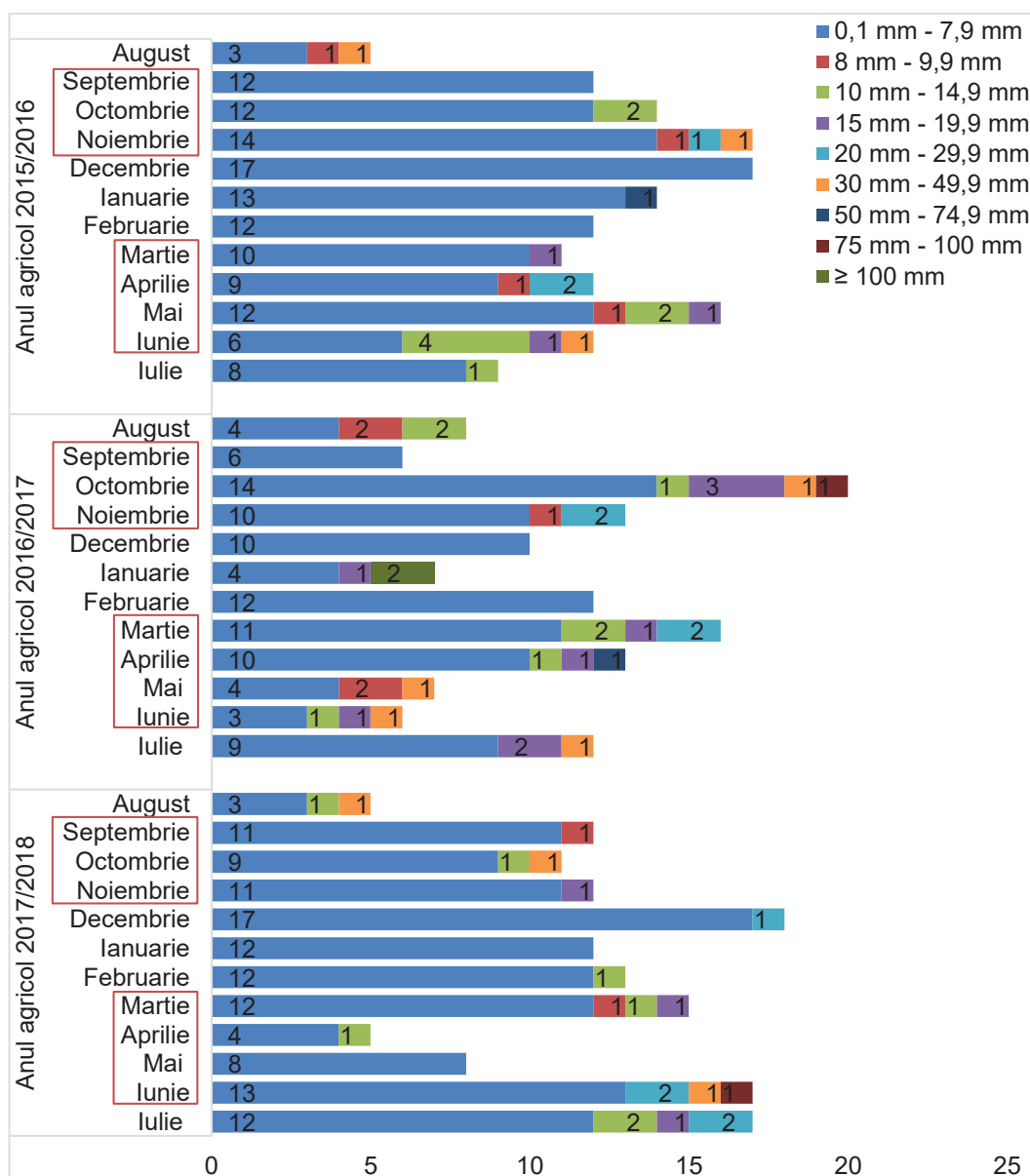


Fig. 4.4 Numărul zilelor cu precipitații și distribuția acestora în funcție de cantitatea de precipitații înregistrată (original)
 Fig. 4.4 Number of days with precipitation and their distribution depending on the amount of rainfall recorded (original)

Numărul zilelor în care precipitațiile căzute au depășit 8 mm este scăzut, în special în perioadele în care necesarul pentru apă al plantelor de grâu este ridicat. În perioada semănat-răsărit, zilele în care cantitatea de precipitații a depășit această limită au fost foarte puține, în toți cei trei ani studiați, o oarecare creștere observându-se în perioada octombrie-noiembrie 2016, când zilele în care precipitațiile căzute au depășit 8 mm au fost în număr de 10.

În primăvară, atunci când creșterea plantelor de grâu este intensă, iar necesarul pentru apă este ridicat, se observă că numărul zilelor în care s-au înregistrat precipitații este cel mai scăzut, comparativ cu celelalte luni cuprinse de perioada de vegetație a culturii de grâu.

În luna aprilie, atunci când are loc creșterea intensă a grâului, zilele în care a plouat au fost în număr de 12, în anul 2016, 13 în anul 2017, respectiv 5, în anul 2018. Zile puține în care au fost înregistrate precipitații au fost întâlnite în cazul lunii mai, unde în primul an au fost 16 zile cu precipitații, cele mai multe din perioada studiată, în cel de al doilea an au fost 7 zile cu precipitații, iar în ultimul an de studiu, 8 zile. Adunând zilele în care au căzut precipitații în lunile aprilie și mai ale anului 2018, observăm că sunt 13 zile cu precipitații, însă raportând la cantitatea totală de precipitații căzută în aceste două luni (34,8 mm), observăm că precipitațiile au fost extrem de reduse cantitativ, motiv pentru care stresul hidric cauzat de lipsa precipitațiilor și intensificat de temperaturile ridicate din această perioadă au dus la obținerea unor randamente scăzute în acest an agricol, produse în principal de reducerii masei a o mie de boabe.

În primii doi ani studiați, în perioada aprilie-mai, au fost cumulate în zilele în care s-au înregistrat precipitații 146,6 mm, în anul 2016, respectiv 213,2 mm în anul 2017, fapt ce a făcut ca plantele de grâu să aibă la dispoziție apa necesară pentru dezvoltarea în condiții bune.

CAPITOLUL 5

CHAPTER 5

REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND ELEMENTELE DE PRODUCȚIE LA GRÂUL DE TOAMNĂ

RESULTS AND DISCUSSIONS ON THE ELEMENTS OF PRODUCTION OF WINTER WHEAT

5.1 Densitatea plantelor

5.1 Plant density

Densitatea plantelor a fost determinată pe parcursul perioadei de vegetație a culturii de grâu de mai multe ori, pentru a se cunoaște starea culturii pe parcursul principalelor faze de vegetație, din momentul instalării culturii în câmp și până la momentul în care are loc umplerea cariopselor.

Prin determinările efectuate s-a avut în vedere cunoașterea numărului de plante răsărite/m², numărului de frați formați/m² și cel mai important, cunoașterea numărului de spice recoltabile pe unitate de suprafață (m²). În cadrul fiecărei parcele experimentale pe o suprafață de 0,25 m² cu ajutorul ramei metrice (0,5 x 0,5 m) a fost determinat numărul de plante.

Numărul plantelor pe m² a cunoscut valori diferite pe parcursul anilor studiați din cauza influenței condițiilor climatice asupra germinării cariopselor, răsării și înfrățirii culturii de grâu. Pe parcursul perioadei de vegetație numărul plantelor pe m² a cunoscut diferențe între momentul răsării și momentul recoltării (fig. 5.1). Înainte de intrarea în iarnă, numărul plantelor pe m² s-a situat sub 400 plante/m², în primul și al treilea an de studiu (2015/16, respectiv 2017/18), atunci când condițiile climatice, în special cantitatea de precipitații căzută în preajma semănării câmpului experimental, nu au fost cele mai bune. În anul agricol 2016/17, după semănatul culturii de grâu, a urmat o perioadă în care cantitatea de precipitații a fost însemnată, motiv pentru care germinarea cariopselor și răsărirea culturii de grâu au avut loc în condiții foarte bune, lucru ce poate fi observat și în fig. 5.1b, unde este evidențiat faptul că numărul plantelor pe m² în acest an și în această fenofază a fost superior celorlalți doi ani studiați, valorile depășind 450-500 plante/m² în cazul multor cultivare.

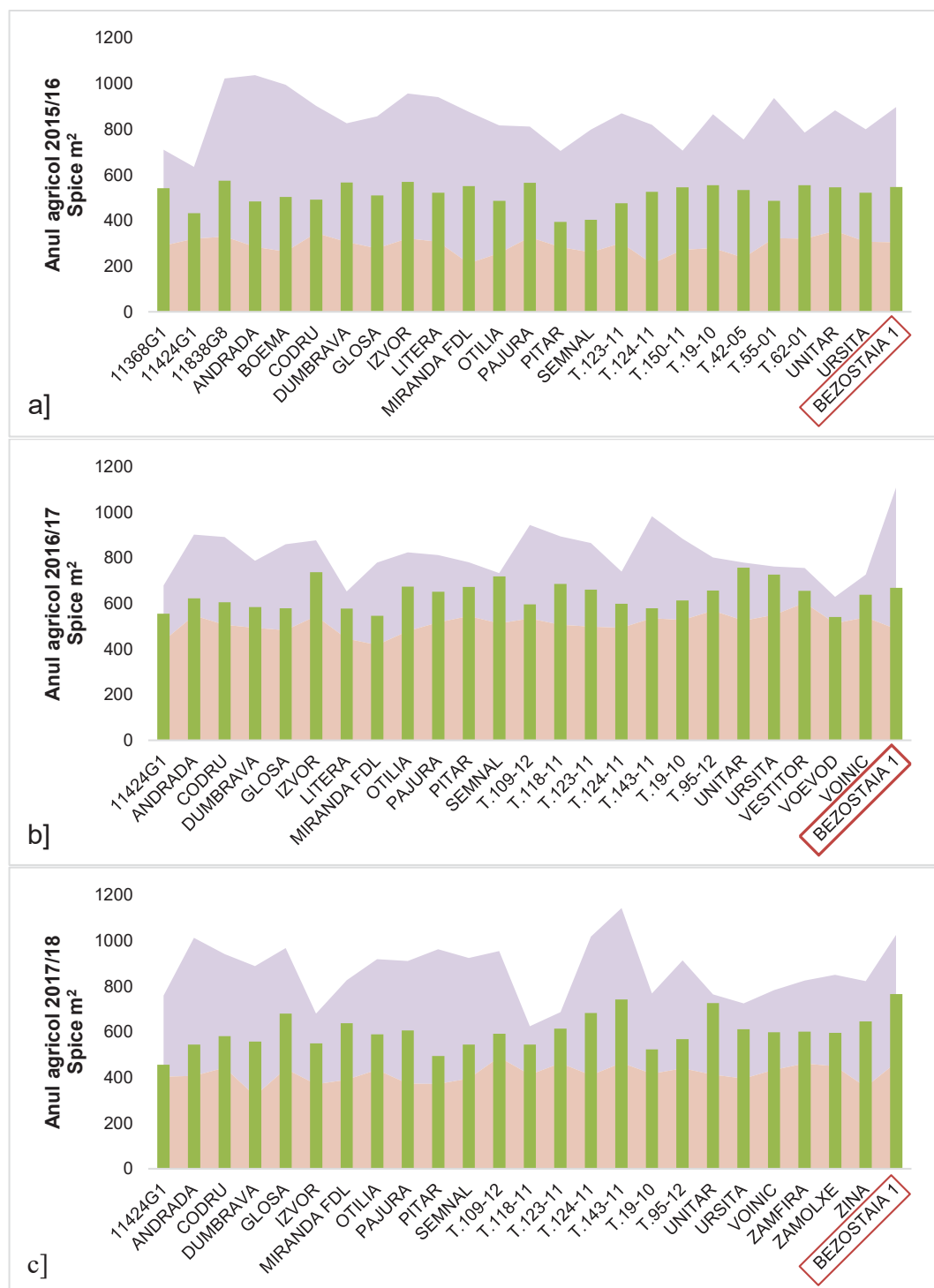


Fig. 5.1 **Dinamica numărului de plante pe m² pe parcursul perioadei de vegetație a grâului. a) anul agricol 2015/16; b) anul agricol 2016/17; c) anul agricol 2017/18 (original)**
 Fig. 5.1 **Dynamics of the number of plants per m² during the growing season of wheat. a) agricultural year 2015/16; b) agricultural year 2016/17; c) agricultural year 2017/18 (original)**

Soiul Miranda FDL a înregistrat 417,3 plante/m², reprezentând cea mai mică valoare, iar cel mai mare număr de plante pe m² a fost în cazul soiului Vestitor, fiind de 601,3 plante/m².

Numărul plantelor pe m² a fost determinat și în primăvară, după desăvârșirea înfrățitului. În această fenofază, numărul plantelor pe unitatea de suprafață a fost superior valorilor înregistrate înainte de intrarea în iarnă. Amplitudinea cea mai mare a fost observată în primul de studiu (fig. 5.1a) atunci când între determinarea numărului de plante realizată în toamnă și determinarea realizată în primăvară, numărul plantelor pe m² a crescut considerabil, la unele cultivare de grâu fiind observate valori chiar și de 4 ori mai mari decât în toamnă. În cazul liniei de grâu T.124-11, în toamnă au fost înregistrate 210,6 plante/m², iar în primăvară numărul plantelor pe m² a fost de 820,0 plante, diferența între aceste fenofaze fiind de aproximativ 590 de plante/m².

În anul al doilea de observații, 2016-2017, evoluția numărului de plante de la determinarea realizată în toamnă până la determinarea realizată în primăvară a cunoscut aceeași tendință de majorare, însă diferențele înregistrate nu au fost atât de mari precum în anul precedent. Acest lucru se datorează faptului că în acest an agricol condițiile climatice întâlnite în toamnă au favorizat înfrățirea culturii de grâu, în primăvară numărul de frați noi formați fiind foarte scăzut. Cea mai mare diferență a fost observată în cazul soiului de grâu Bezositaia 1 (fig. 5.1b), care în toamnă a înregistrat 486,6 plante/m², iar în primăvară numărul plantelor a fost de aproximativ 2,2 ori mai ridicat, atingând valoarea 1108,0 plante/m². În acest an agricol, cea mai mică amplitudine a fost notată în cazul variantei reprezentată de soiul Voevod, în cazul căruia în primăvară au fost înregistrate 628,0 plante/m², cu 116 plante mai mult decât în toamnă, când au fost înregistrate 512,0 plante/m².

În ultimul an de observații, 2017-2018, diferențele înregistrate între numărul plantelor din toamnă și numărul plantelor din primăvară au fost mai ridicate față de cele din anul precedent, însă mai scăzute față de cele din primul an de observare. Amplitudinea cea mai redusă a fost notată în cazul variante reprezentată de linia de grâu T.118-11. În cazul acestei variante în toamna anului 2017 au fost notate 412,0 plante/m², iar în primăvară numărul plantelor în cazul acestui cultivar a crescut cu 112,6 plante, ajungând la 624,6 plante/m². În acest an agricol, cea mai mare diferență s-a înregistrat în cazul liniei de grâu T.143-11, unde în toamnă au fost 464,0 plante/m², iar în primăvară numărul plantelor a fost de aproximativ 2,5 ori mai mare, cu o diferență de 678,0 plante/m², ajungând la 1142,0 plante/m².

Ultima determinare a numărului de plante pe m² a avut drept scop cunoașterea numărului de spice recoltabile/m². Această determinare a fost

realizată în fiecare din cei trei ani agricoli studiați, în momentul înfloririi culturii de grâu.

Analizând datele prezentate în tabelul 5.1 se observă faptul că numărul spicelor/m² a fost diferit de la cultivar la cultivar, cât și de la an la an în cazul aceluiași cultivar.

Soiul Bezostaia 1, martorul experienței, a înregistrat valori ce au oscilat de 546,67±26,77 spice/m² în primul an de observații, 668,00±79,43 spice/m² în anul al doilea, respectiv 765,33±114,48 spice/m² în ultimul an de observații.

Dintre cei trei ani agricoli studiați, anul agricol 2016-2017 poate fi considerat cel mai echilibrat, din punctul de vedere al numărului de spice/m². În acest an, deși între cultivarele de grâu au existat diferențe în privința numărului de spice/m², diferențele nu au fost asigurante din punct de vedere statistic.

În primul an de studiu, 2015-2016, diferențe asigurate din punct de vedere statistic au fost observate în cazul a trei cultivare, 11424 G1*, Pitar** și Semnal*, în cazul tuturor cultivarelor diferența fiind negativă. Cel mai scăzut număr de spice/m² a fost de 393,33±54,57, notat în cazul variantei reprezentată de soiul Pitar, iar cel mai mare număr de spice/m² a fost observat în cazul liniei de grâu 11838G8, care a înregistrat 574,67±27,94 spice/m².

Anul agricol 2017-2018, cel de al treilea an de observații a fost cel mai dinamic din punctul de vedere al numărului de spice/m². Cel mai mare număr de spice pe m² a fost observat în cadrul variantei reprezentată de soiul Bezostaia 1, martorul experienței, 765,33±114,48, înregistrând cu peste 300 de spice/m² față de varianta reprezentată de linia de grâu 11424 G1, în cazul căruia au fost notate 456,00±28,84 spice/m², reprezentând cea mai scăzută valoare. Această diferență, a fost asigurată din punct de vedere statistic, fiind singurul cultivar care, față de martor, a înregistrat o diferență foarte semnificativă. Diferențe, asigurate din punct de vedere statistic, față de martor au fost observate în cazul a 18 cultivare, iar în cazul a 6 variante diferențele au fost nesemnificative. Diferențe distinct semnificative au fost notate în cazul cultivarelor T.19-10, T.118-11, Andrada, Dumbrava, Izvor, Pitar, Semnal și T.95-12, iar diferențe statistic semnificative au fost înregistrate în cazul cultivarelor T.123-11, T.109-12, Codru, Otilia, Pajura, Ursita, Voinic, Zamfira și Zina.

Toate diferențele ce au fost asigurate din punct de vedere statistic au fost negative. În cazul cultivarelor mai sus aminte, numărul de spice/m² fiind mai redus, comparativ cu valoarea înregistrată în cazul soiului martor.

Densitatea spicelor în perioada studiată (spice m²) (original)
Plant density in reasearch period (ear m²) (original)

Nr. crt.	Cultivar	Anul agricol		
		2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018
1	Bezostaia 1 (Mt.)	546,67±26,77	668,00±79,43	765,33±114,48
2	11424 G1	432,00±14,05 *	554,67±52,88 ^{NS}	456,00±28,84 ***
3	Andrada	482,67±35,95 ^{NS}	621,33±55,73 ^{NS}	544,00±24,44 **
4	Codru	490,67±19,91 ^{NS}	604,00±39,46 ^{NS}	581,33±37,05 *
5	Dumbrava	566,67±16,22 ^{NS}	584,00±32,74 ^{NS}	557,33±23,25 **
6	Glosa	509,33±25,96 ^{NS}	578,67±45,39 ^{NS}	680,00±51,43 ^{NS}
7	Izvor	569,33±45,16 ^{NS}	736,00±70,24 ^{NS}	549,33±39,28 **
8	Miranda FDL	550,67±30,75 ^{NS}	545,33±23,13 ^{NS}	637,33±45,57 ^{NS}
9	Otilia	485,33±61,81 ^{NS}	673,33±47,35 ^{NS}	589,33±93,79 *
10	Pajura	565,33±4,81 ^{NS}	650,67±49,01 ^{NS}	605,33±52,53 *
11	Pitar	393,33±54,57 **	672,00±65,77 ^{NS}	493,33±27,84 **
12	Semnal	402,67±7,06 *	717,33±100,51 ^{NS}	544,00±18,48 **
13	T.123-11	476,00±64,37 ^{NS}	660,00±22,03 ^{NS}	613,33±19,23 *
14	T.124-11	525,33±50,72 ^{NS}	597,33±43,72 ^{NS}	682,67±39,28 ^{NS}
15	T.19-10	554,67±84,93 ^{NS}	612,00±31,07 ^{NS}	522,67±27,84 **
16	Unitar	545,33±8,74 ^{NS}	756,00±36,07 ^{NS}	725,33±25,44 ^{NS}
17	Ursita	521,33±37,62 ^{NS}	725,33±57,33 ^{NS}	610,67±27,84 *
18	Litera	521,33±29,06 ^{NS}	577,33±57,33 ^{NS}	
19	T.109-12		594,67±24,26 ^{NS}	592,00±64,66 *
20	T.118-11		685,33±56,77 ^{NS}	544,00±53,27 **
21	T.143-11		578,67±8,74 ^{NS}	741,33±23,70 ^{NS}
22	T.95-12		656,00±41,05 ^{NS}	568,00±56,00 **
23	Voinic		637,33±80,67 ^{NS}	597,33±87,92 *
24	11368 G1	432,00±14,05 ^{NS}		
25	11838 G8	574,67±27,94 ^{NS}		
26	Boema	502,67±29,78 ^{NS}		
27	T.150-11	545,33±31,35 ^{NS}		
28	T.42-05	533,33±34,28 ^{NS}		
29	T.55-01	485,33±53,48 ^{NS}		
30	T.62-01	554,67±32,36 ^{NS}		
31	Vestitor		654,67±10,91 ^{NS}	
32	Voevod		540,00±6,11 ^{NS}	
33	Zamfira			600,00±34,87 *
34	Zamolxe			594,67±37,33 *
35	Zina			645,33±78,56 ^{NS}

NS – nesemnificativ (P>0,05)

* – semnificativ (P > 0,01)

** – distinct semnificativ (P > 0,001)

*** – foarte semnificativ (P < 0,001)

5.2 Talia plantelor

5.2 Plant height

Talia plantelor de grâu a fost determinată după înspicare, măsurându-se câte 10 plante de grâu din fiecare repetiție. Măsurarea a fost efectuată de la baza tulpinii până la vârful spicului. În cazul cultivarelor aristate, aristele nu au fost măsurate.

În perioada studiată, talia cea mai înaltă a fost observată la varianta reprezentată de cultivarul de grâu Bezostaia 1, martorul exprienței, cu valori cuprinse între $91,27 \pm 3,53$ cm și $108,97 \pm 2,27$ cm. Valori apropiate au fost înregistrate în cazul soiului de grâu Dumbrava și linia de grâu T.143-11, care în primii doi, respectiv al doilea an de studiu, au înregistrat diferențe nesemnificative din punct de vedere statistic, față de soiul martor.

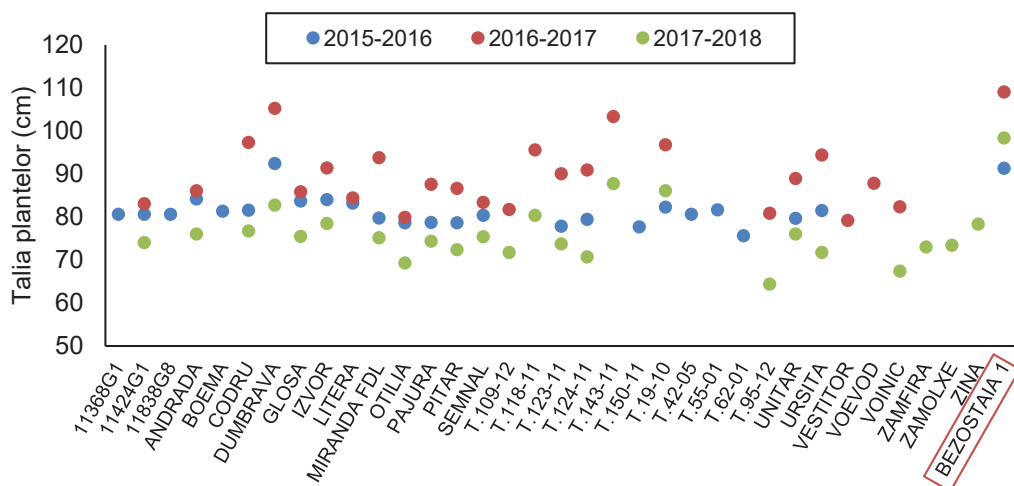


Fig. 5.2 Talia plantelor (original)

Fig. 5.2 Plant height (original)

Analizând graficul din fig. 5.2 se poate observa faptul că diferențe notabile, în ceea ce privește talia plantelor, au fost întâlnite în anul agricol 2016-2017 (reprezentat de bulinele roșii). Între cultivarele de grâu studiate au existat diferențe evidente în acest an, valorile fiind cuprinse între un minim de $79,17 \pm 1,01$ cm și un maxim de $108,97 \pm 2,27$ cm, amplitudinea fiind de aproximativ 30 de cm. În ceilalți doi ani agricoli, precipitațiile reduse din timpul vegetației au făcut ca talia plantelor să nu prezinte oscilații atât de evidente precum în anul 2017, amplitudinea fiind cca. 15 cm în primul an, iar în ultimul an agricol studiat valorile au fost la majoritatea cultivarelor cuprinse între 70 și 80 cm, cu unele excepții însă, precum linia de grâu T.95-12, ce a avut talie de $64,33 \pm 0,88$ cm, sau soiul martor, Bezostaia 1, ce a avut talia de $98,33 \pm 2,60$ cm (tabelul 5.2).

Tabelul 5.2
Table 5.2

Talia plantelor (cm) (original)
Plant height (cm) (original)

Nr. crt.	Cultivar	Anul agricol		
		2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018
1	Bezostaia 1 (Mt.)	91,27±3,53	108,97±2,27	98,33±2,60
2	11424 G1	80,53±1,24 **	83,00±1,76 ***	74,00±1,15 ***
3	Andrada	84,13±2,09 *	86,00±3,19 ***	76,00±3,46 ***
4	Codru	81,50±1,07 **	97,27±5,20 *	76,67±4,67 ***
5	Dumbrava	92,40±4,36 NS	105,17±4,92 NS	82,67±0,88 ***
6	Glosa	83,67±1,28 *	85,83±3,00 ***	75,43±1,79 ***
7	Izvor	84,00±3,63 *	91,33±4,18 **	78,43±1,23 ***
8	Miranda FDL	79,73±3,84 **	93,73±2,87 **	75,13±0,59 ***
9	Otilia	78,57±2,85 ***	79,83±3,32 ***	69,23±1,30 ***
10	Pajura	78,63±1,09 **	87,50±4,82 ***	74,33±1,76 ***
11	Pitar	78,57±1,60 ***	86,60±5,45 ***	72,33±1,45 ***
12	Semnal	80,30±0,46 **	83,33±2,60 ***	75,33±2,85 ***
13	T.123-11	77,77±3,32 ***	90,00±2,08 **	73,67±4,18 ***
14	T.124-11	79,37±3,04 **	90,83±2,89 **	70,67±1,86 ***
15	T.19-10	82,23±1,29 *	96,73±5,27 *	86,00±0,58 ***
16	Unitar	79,63±1,75 **	88,87±2,38 ***	76,00±4,16 ***
17	Ursita	81,40±0,95 **	94,33±2,62 **	71,67±3,18 ***
18	Litera	83,17±1,78 **	84,33±7,45 ***	
19	T.109-12		81,67±6,39 ***	71,67±1,76 ***
20	T.118-11		95,50±2,02 *	80,33±0,88 ***
21	T.143-11		103,27±2,09 NS	87,67±1,20 **
22	T.95-12		80,83±2,80 ***	64,33±0,88 ***
23	Voinic		82,33±0,17 ***	67,33±1,45 ***
24	11368 G1	80,60±1,07 **		
25	11838 G8	80,57±1,73 **		
26	Boema	81,27±0,75 **		
27	T.150-11	77,63±1,10 ***		
28	T.42-05	80,53±0,55 **		
29	T.55-01	81,57±5,27 **		
30	T.62-01	75,60±1,12 ***		
31	Vestitor		79,17±1,01 ***	
32	Voevod		87,80±2,14 ***	
33	Zamfira			73,00±0,58 ***
34	Zamolxe			73,40±2,19 ***
35	Zina			78,23±1,82 ***

NS – nesemnificativ (P>0,05)
 * – semnificativ (P > 0,01)
 ** – distinct semnificativ (P > 0,001)
 *** – foarte semnificativ (P < 0,001)

5.3 Înălțimea spicului

5.3 Ear height

Analizând valorile înregistrate în urma măsurărilor efectuate asupra spicelor de grâu provenite de la genotipurile luate în studiu în cei trei ani agricoli, se observă faptul că spicele reprezintă aproximativ 10% din talia plantelor. Dacă în cazul înălțimii plantei, martorul experienței, soiul de grâu Bezostaia 1, a înregistrat valorile cele mai ridicate, în cazul înălțimii spicului acesta a fost depășit de multe dintre genotipurile de grâu studiate (fig. 5.3).

Cele mai înalte spice au fost observate în cazul variantei reprezentate de linia de grâu T.19-10, a căror valoare a fost cuprinsă între $90,60 \pm 3,30$ mm și $108,60 \pm 3,91$ mm, depășind martorul experienței, în dreptul căruia valorile au fost cuprinse între $78,60 \pm 3,75$ mm și $87,20 \pm 2,08$ mm, cu peste 20 de mm.

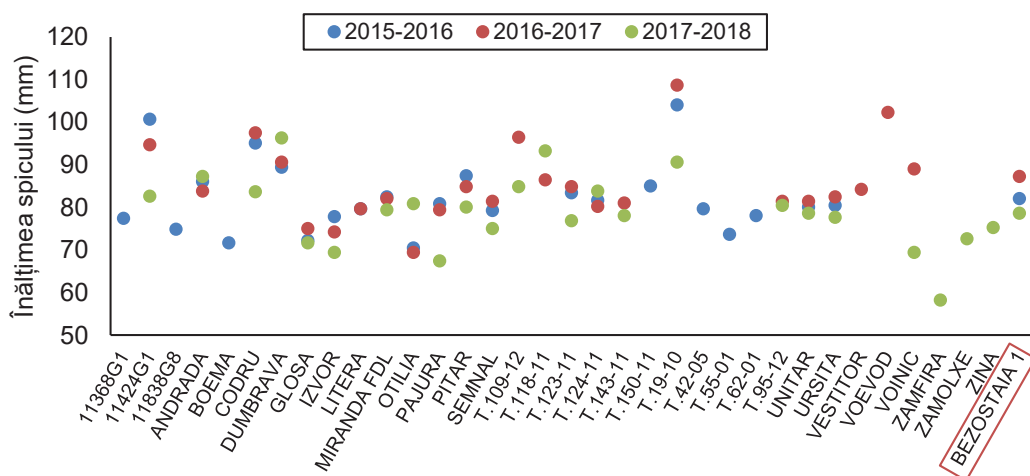


Fig. 5.3 Înălțimea spicului (original)

Fig. 5.3 Ear height (original)

Analizând diferențele între înălțimea spicelor provenite de la cultivarele luate în studiu și martorul experienței din punct de vedere al asigurării statistice (tabelul 5.3) se poate observa faptul că situațiile în care diferențele au fost statistic susținute, se întâlnesc în puține cazuri. În marea majoritate a cazurilor diferențele au fost nesemnificative din punct de vedere statistic. Diferențe pozitive, asigurate statistic au fost notate în cazul cultivarelor 11424G1**, T.19-10** (2015/16), T.109-12*, Codru**, T.19-10***, Voevod*** (2016/17) și T.19-10*, Dumbrava**, T.118-11** (2017/18), iar diferențe negative au fost notate în cazul cultivarelor Litera*, Pajura*, Izvor**, Gloza** și Otilia*** în anul agricol 2016/17 și soiurile Pajura* și Zamfira*** în anul agricol 2017-2018. În primul an agricol studiat, 2015/16, au existat diferențe negative față de martor, însă acestea nu au fost statistic asigurate.

Tabelul 5.3

Table 5.3

Înălțimea spicelor (mm) (original)
Ear height (mm) (original)

Nr. crt.	Cultivar	Anul agricol		
		2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018
1	Bezostaia 1 (Mt.)	82,00±5,26	87,20±2,08	78,60±3,75
2	11424 G1	100,60±7,41 **	94,60±2,25 ^{NS}	82,60±5,50 ^{NS}
3	Andrada	86,00±2,92 ^{NS}	83,80±2,33 ^{NS}	87,20±2,78 ^{NS}
4	Codru	95,00±5,59 ^{NS}	97,40±3,04 **	83,60±5,15 ^{NS}
5	Dumbrava	89,40±5,68 ^{NS}	90,60±2,73 ^{NS}	96,20±1,56 **
6	Glosa	72,20±5,00 ^{NS}	75,00±2,35 **	71,60±3,91 ^{NS}
7	Izvor	77,80±4,63 ^{NS}	74,20±3,31 **	69,40±4,39 ^{NS}
8	Miranda FDL	82,40±5,10 ^{NS}	82,00±1,30 ^{NS}	79,40±2,89 ^{NS}
9	Otilia	70,40±4,12 ^{NS}	69,40±2,50 ***	80,80±2,52 ^{NS}
10	Pajura	80,80±4,18 ^{NS}	79,40±3,06 *	67,40±0,87 *
11	Pitar	87,40±4,02 ^{NS}	84,80±3,94 ^{NS}	80,00±2,95 ^{NS}
12	Semnal	79,20±4,08 ^{NS}	81,40±1,60 ^{NS}	75,00±5,26 ^{NS}
13	T.123-11	83,40±5,19 ^{NS}	84,80±0,86 ^{NS}	76,80±4,50 ^{NS}
14	T.124-11	81,60±4,96 ^{NS}	80,20±2,73 ^{NS}	83,80±3,88 ^{NS}
15	T.19-10	104,00±11,98 **	108,60±3,91 ***	90,60±3,30 *
16	Unitar	80,00±5,00 ^{NS}	81,40±1,94 ^{NS}	78,60±3,85 ^{NS}
17	Ursita	80,40±4,01 ^{NS}	82,40±3,57 ^{NS}	77,60±1,44 ^{NS}
18	Litera	79,60±2,11 ^{NS}	79,60±1,57 *	
19	T.109-12		96,40±3,91 *	84,80±2,52 ^{NS}
20	T.118-11		86,40±2,87 ^{NS}	93,20±1,24 **
21	T.143-11		81,00±0,84 ^{NS}	78,00±2,92 ^{NS}
22	T.95-12		81,40±1,44 ^{NS}	80,40±4,37 ^{NS}
23	Voinic		89,00±2,98 ^{NS}	69,40±6,87 ^{NS}
24	11368 G1	77,40±3,08 ^{NS}		
25	11838 G8	74,80±2,63 ^{NS}		
26	Boema	71,60±2,79 ^{NS}		
27	T.150-11	85,00±2,35 ^{NS}		
28	T.42-05	79,60±4,20 ^{NS}		
29	T.55-01	73,60±2,44 ^{NS}		
30	T.62-01	78,00±2,35 ^{NS}		
31	Vestitor		84,20±3,65 ^{NS}	
32	Voevod		102,20±1,16 ***	
33	Zamfira			58,20±2,85 ***
34	Zamolxe			72,60±2,25 ^{NS}
35	Zina			75,20±3,06 ^{NS}

NS – nesemnificativ (P>0,05)

* – semnificativ (P > 0,01)

** – distinct semnificativ (P > 0,001)

*** – foarte semnificativ (P < 0,001)

5.4 Numărul de boabe pe spic

5.4 Number of kernels per ear

Numărul de boabe pe spic reprezintă unul dintre elementele importante de productivitate, împreună cu greutatea boabelor pe spic și MMB-ul (masa a o mie de boabe). Aceste trei elemente participă substanțial în determinarea producției de cariopse a unui cultivar de grâu.

Numărul de boabe pe spic este un caracter determinat genetic, însă poate fi influențat de condițiile de mediu întâlnite pe parcursul perioadei de vegetație. Acest lucru poate fi observat în fig. 5.4, unde este prezentată evoluția numărului de boabe pe spic la cultivarele de grâu. În perioada studiată, condițiile climatice au influențat numărul de boabe/spic, fiind observate diferențe importante de la un an la altul între cultivarele de grâu studiate.

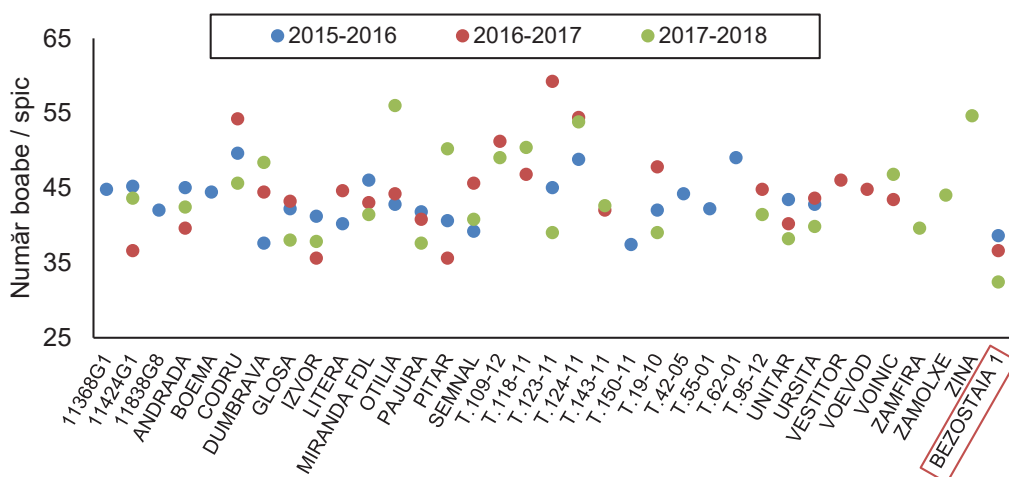


Fig. 5.4 Dinamica numărului de boabe pe spic (original)
Fig. 5.4 Dynamics of the number of kernels per ear (original)

Analizând din punct de vedere statistic diferențele înregistrate în ceea ce privește numărul de boabe/spic între cultivarele studiate și martorul Bezostaia 1, se observă (tabelul 5.4) că diferențele au fost asigurate statistic în cazul unui număr redus de cultivare. În anul 2015/16, cultivarele 11424G1*, Miranda FDL*, Codru**, T.124-11** și T.62-01** au înregistrat diferențe asigurate statistic față de martor, în anul 2016/17, cultivarele T.109-12*, Codru**, T.124-11** și T.123-11***, iar în ultimul an de studiu cultivarele Codru*, Voinic*, Zamolxe*, Dumbrava**, Pitar**, T.109-12**, T.118-11**, T.124-11*** și Zina*** au înregistrat diferențe susținute statistic față de martor. În cazul tuturor cultivarelor aceste diferențe au fost pozitive, numărul boabelor/spic fiind mai mare decât numărul de boabe/spic notate în cazul soiului martor, Bezostaia 1.

Numărul de boabe pe spic (original)
Number of kernels per ear (original)

Nr. crt.	Cultivar	Anul agricol		
		2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018
1	Bezostaia 1 (Mt.)	38,60±2,14	43,20±4,42	32,40±2,38
2	11424 G1	45,20±2,56 *	36,60±3,75 ^{NS}	43,60±6,47 ^{NS}
3	Andrada	45,00±2,43 ^{NS}	39,60±3,37 ^{NS}	42,40±1,81 ^{NS}
4	Codru	49,60±1,03 **	54,20±3,61 **	45,60±6,38 *
5	Dumbrava	37,60±2,46 ^{NS}	44,40±4,99 ^{NS}	48,40±4,88 **
6	Glosa	42,20±1,85 ^{NS}	43,20±4,42 ^{NS}	38,00±1,05 ^{NS}
7	Izvor	41,20±2,20 ^{NS}	35,60±3,34 ^{NS}	37,80±2,87 ^{NS}
8	Miranda FDL	46,00±1,52 *	43,00±4,20 ^{NS}	41,40±2,06 ^{NS}
9	Otilia	42,80±3,26 ^{NS}	44,20±2,58 ^{NS}	56,00±2,66 ***
10	Pajura	41,80±3,88 ^{NS}	40,80±3,57 ^{NS}	37,60±3,75 ^{NS}
11	Pitar	40,60±2,38 ^{NS}	35,60±3,93 ^{NS}	50,20±3,22 **
12	Semnal	39,20±1,71 ^{NS}	45,60±7,59 ^{NS}	40,80±5,48 ^{NS}
13	T.123-11	45,00±2,39 ^{NS}	59,20±2,71 ***	39,00±2,30 ^{NS}
14	T.124-11	48,80±2,15 **	54,40±4,68 **	53,80±5,60 ***
15	T.19-10	42,00±0,63 ^{NS}	47,80±4,03 ^{NS}	39,00±2,30 ^{NS}
16	Unitar	43,40±2,62 ^{NS}	40,20±4,04 ^{NS}	38,20±4,29 ^{NS}
17	Ursita	42,80±3,77 ^{NS}	43,60±2,23 ^{NS}	39,80±1,93 ^{NS}
18	Litera	40,20±1,07 ^{NS}	44,60±3,19 ^{NS}	
19	T.109-12		51,20±6,37 *	49,00±2,65 **
20	T.118-11		46,80±4,31 ^{NS}	50,40±1,63 **
21	T.143-11		42,00±2,35 ^{NS}	42,60±2,99 ^{NS}
22	T.95-12		44,80±2,01 ^{NS}	41,40±5,18 ^{NS}
23	Voinic		43,40±3,80 ^{NS}	46,80±7,11 *
24	11368 G1	44,80±2,11 ^{NS}		
25	11838 G8	42,00±2,07 ^{NS}		
26	Boema	44,40±2,44 ^{NS}		
27	T.150-11	37,40±1,33 ^{NS}		
28	T.42-05	44,20±2,22 ^{NS}		
29	T.55-01	42,20±2,48 ^{NS}		
30	T.62-01	49,00±0,95 **		
31	Vestitor		46,00±5,06 ^{NS}	
32	Voevod		44,80±3,26 ^{NS}	
33	Zamfira			39,60±5,33 ^{NS}
34	Zamolxe			44,00±1,41 *
35	Zina			54,60±4,88 ***

NS – nesemnificativ (P>0,05)

* – semnificativ (P > 0,01)

** – distinct semnificativ (P > 0,001)

*** – foarte semnificativ (P < 0,001)

5.5 Greutatea boabelor pe spic

5.5 Kernels weight per ear

Greutatea boabelor pe spic este de asemenea o importantă componentă ce intră în formarea producției, fiind condiționată de factorii ereditari, plasticitatea cultivarului de grâu, însă în mare măsură greutatea boabelor pe spic este influențată de condițiile climatice întâlnite în perioada formării și umplerii boabelor de grâu. De asemenea, factori deosebiți de importanți ce conduc la diminuarea greutateii boabelor pe spic sunt reprezentați de agenții patogeni ce produc boli foliare și boli la nivelul spicului.

În perioada studiată, 2015-2018, masa boabelor pe spic a fost influențată de condițiile climatice din perioada de umplere a cariopselor, motiv pentru care, în cei trei ani studiați, această componentă a prezentat variații în cadrul aceluiași cultivar (fig. 5.5).

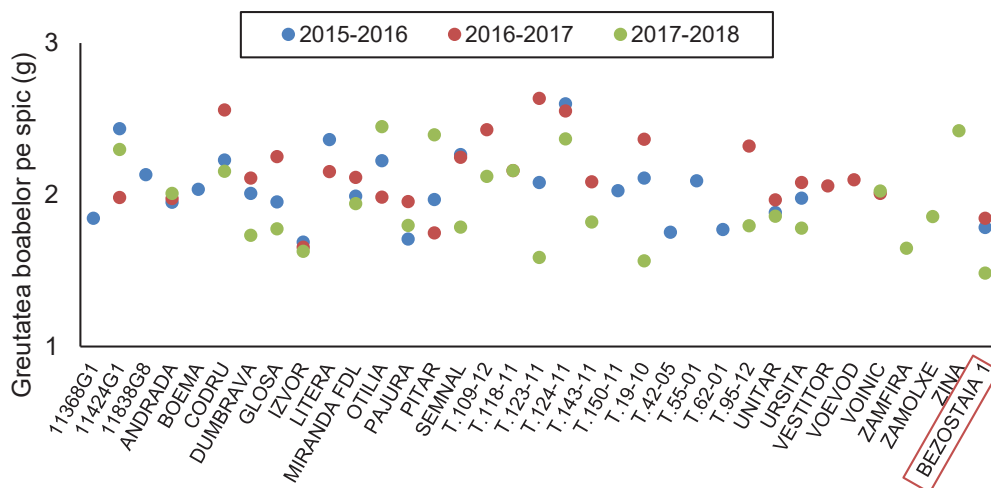


Fig. 5.5 Greutatea boabelor pe spic (original)

Fig. 5.5 Kernels weight per ear (original)

Dintre cei trei ani agricoli studiați, valorile cele mai ridicate ale acestui caracter au fost înregistrate în anul al doilea de observații (tabelul 5.5), 2016-2017, iar valoarea cea mai mare a fost observată în cazul liniei de grâu T.123-11, fiind de $2,63 \pm 0,13 \text{ g}^{**}$. În anul agricol 2017-2018, greutatea boabelor pe spic a înregistrat cele mai mici valori, valori influențate de condițiile climatice neprielnice din timpul fenofazei de umplere a boabelor, atunci când precipitațiile căzute au însumat cantități extrem de mici, supunând cultura de grâu unui stres hidric sever, cu efect negativ asupra elementelor de productivitate.

Diferențele înregistrare au fost susținute statistic doar în cazul a trei cultivare în primul și al doilea an de studiu (Litera*, 11424G1**, T.124-11***, respectiv Codru*, T.124-11*, T.123-11**) și opt cultivare în anul al treilea de

observații (11424G1*, Codru*, T.109-12*, T.118-11*, Otilia**, Pitar**, T.124-11**, Zina**), diferențele fiind pozitive comparativ cu martorul experienței.

Tabelul 5.5

Table 5.5

Greutatea boabelor pe spic (g) (original)
Kernel weight per ear (g) (original)

Nr. crt.	Cultivar	Anul agricol		
		2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018
1	Bezostaia 1 (Mt.)	1,78±0,11	1,84±0,12	1,48±0,07
2	11424 G1	2,43±0,15 **	1,98±0,20 ^{NS}	2,30±0,34 *
3	Andrada	1,95±0,29 ^{NS}	1,97±0,24 ^{NS}	2,01±0,19 ^{NS}
4	Codru	2,23±0,25 ^{NS}	2,56±0,15 *	2,15±0,35 *
5	Dumbrava	2,01±0,14 ^{NS}	2,11±0,24 ^{NS}	1,73±0,31 ^{NS}
6	Glosa	1,95±0,09 ^{NS}	2,25±0,23 ^{NS}	1,77±0,07 ^{NS}
7	Izvor	1,69±0,10 ^{NS}	1,65±0,18 ^{NS}	1,63±0,14 ^{NS}
8	Miranda FDL	1,99±0,17 ^{NS}	2,11±0,20 ^{NS}	1,94±0,11 ^{NS}
9	Otilia	2,22±0,19 ^{NS}	1,98±0,13 ^{NS}	2,45±0,15 **
10	Pajura	1,71±0,15 ^{NS}	1,95±0,23 ^{NS}	1,80±0,24 ^{NS}
11	Pitar	1,97±0,29 ^{NS}	1,75±0,10 ^{NS}	2,39±0,19 **
12	Semnal	2,26±0,29 ^{NS}	2,25±0,42 ^{NS}	1,78±0,20 ^{NS}
13	T.123-11	2,08±0,17 ^{NS}	2,63±0,13 **	1,58±0,17 ^{NS}
14	T.124-11	2,60±0,19 ***	2,55±0,23 *	2,37±0,29 **
15	T.19-10	2,11±0,14 ^{NS}	2,36±0,22 ^{NS}	1,56±0,12 ^{NS}
16	Unitar	1,88±0,26 ^{NS}	1,96±0,16 ^{NS}	1,86±0,25 ^{NS}
17	Ursita	1,98±0,06 ^{NS}	2,08±0,12 ^{NS}	1,78±0,10 ^{NS}
18	Litera	2,36±0,20 *	2,15±0,20 ^{NS}	
19	T.109-12		2,43±0,31 ^{NS}	2,12±0,17 *
20	T.118-11		2,16±0,19 ^{NS}	2,16±0,10 *
21	T.143-11		2,08±0,15 ^{NS}	1,82±0,14 ^{NS}
22	T.95-12		2,32±0,28 ^{NS}	1,82±0,27 ^{NS}
23	Voinic		2,01±0,20 ^{NS}	2,02±0,40 ^{NS}
24	11368 G1	1,84±0,10 ^{NS}		
25	11838 G8	2,13±0,06 ^{NS}		
26	Boema	2,03±0,05 ^{NS}		
27	T.150-11	2,03±0,09 ^{NS}		
28	T.42-05	1,75±0,07 ^{NS}		
29	T.55-01	2,09±0,07 ^{NS}		
30	T.62-01	1,77±0,21 ^{NS}		
31	Vestitor		2,06±0,28 ^{NS}	
32	Voevod		2,10±0,23 ^{NS}	
33	Zamfira			1,65±0,32 ^{NS}
34	Zamolxe			1,85±0,12 ^{NS}
35	Zina			2,42±0,24 **

NS – nesemnificativ (P>0,05)

* – semnificativ (P > 0,01)

** – distinct semnificativ (P > 0,001)

*** – foarte semnificativ (P < 0,001)

5.6 Masa a o mie de boabe (MMB)

5.6 Thousand grain weight (TGW)

Elementul de productivitate cu implicații majore asupra calității este reprezentat de masa a o mie de boabe (MMB). MMB-ul este strâns legat de productivitatea cultivarelor, deoarece genotipurile cu cariopse mari sunt capabile să obțină randamente superioare. MMB-ul este o trăsătură determinată genetic, însă este indiscutabil influențată de factorii climatici. Acest aspect este evidențiat în graficul din fig. 5.6, unde pot fi observate diferențele în privința MMB-ului la cultivarele de grâu studiate în perioada 2015-2018.

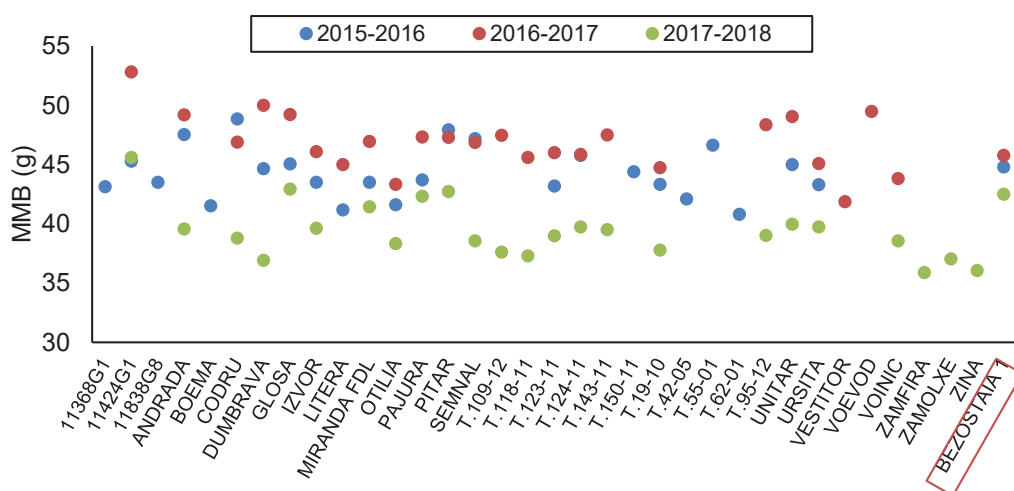


Fig. 5.6 Masa a o mie de boabe (original)

Fig. 5.6 Thousand grain weight (original)

Influența factorilor climatici asupra MMB-ului, în mod special precipitațiile căzute în perioada de formare și umplere a boabelor, se află în raport direct cu valorile acestei componente. Dacă precipitațiile căzute în fenofaza de umplere a cariopselor au satisfăcut necesarul pentru apă al plantelor în acel moment, cum s-a întâmplat în anul agricol 2016-2017, reprezentat cu buline de culoare roșie în graficul din fig. 5.6, valorile MMB-ului au fost ridicate, depășind și 50 g, cum poate fi observat în cazul liniei de grâu 11424G1, sau au fost foarte aproape de această valoare, precum în cazul cultivarelor Andrada, Dumbrava, Glosa, Unitar și Voevod, care în acest an agricol au înregistrat valori ale MMB-ului de peste 49 g.

Pe de altă parte, atunci când cultura de grâu este supusă stresului hidric în fenofaza de umplere a boabelor, efectul este dăunător MMB-ului, care înregistrează valori scăzute.

În anul al treilea de observații, din cauza cantităților reduse de precipitații, cultivarele de grâu luate în studiu au înregistrat cele mai reduse valori ale masei a o mie de boabe.

Tabelul 5.6

Table 5.6

Masa a o mie de boabe (g) (original)
Thousand Grain Weight (g) (original)

Nr. crt.	Cultivar	Anul agricol		
		2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018
1	Bezostaia 1 (Mt.)	44,77±0,46	45,73±0,18	42,47±0,41
2	11424 G1	45,27±0,26 ^{NS}	52,80±0,25 ^{***}	45,57±0,42 ^{***}
3	Andrada	47,50±0,15 ^{***}	49,17±0,26 ^{***}	39,53±0,55 ^{***}
4	Codru	48,83±0,20 ^{***}	47,15±0,35 ^{**}	38,77±0,37 ^{***}
5	Dumbrava	44,63±0,09 ^{NS}	49,97±0,35 ^{***}	36,90±0,44 ^{***}
6	Glosa	45,03±0,32 ^{NS}	49,20±0,12 ^{***}	42,90±0,47 ^{NS}
7	Izvor	43,47±0,03 ^{**}	46,07±0,12 ^{NS}	39,60±0,29 ^{***}
8	Miranda FDL	43,47±0,20 ^{**}	46,93±0,17 ^{**}	41,40±0,42 ^{NS}
9	Otilia	41,57±0,15 ^{***}	43,30±0,15 ^{***}	38,30±0,23 ^{***}
10	Pajura	43,67±0,20 ^{**}	47,30±0,10 ^{***}	42,30±0,17 ^{NS}
11	Pitar	47,90±0,06 ^{***}	47,27±0,33 ^{***}	42,70±0,50 ^{NS}
12	Semnal	47,17±0,27 ^{***}	46,83±0,18 [*]	38,53±0,38 ^{***}
13	T.123-11	43,17±0,12 ^{***}	45,97±0,13 ^{NS}	38,97±1,08 ^{***}
14	T.124-11	45,73±0,12 [*]	45,83±0,09 ^{NS}	39,70±0,95 ^{***}
15	T.19-10	43,30±0,12 ^{***}	44,70±0,30 [*]	37,77±0,48 ^{***}
16	Unitar	44,97±0,12 ^{NS}	49,03±0,24 ^{***}	39,93±0,49 ^{**}
17	Ursita	43,27±0,12 ^{***}	45,07±0,74 ^{NS}	39,70±0,30 ^{***}
18	Litera	41,13±0,20 ^{***}	44,97±0,13 ^{NS}	
19	T.109-12		47,43±0,24 ^{***}	37,57±0,67 ^{***}
20	T.118-11		45,57±0,32 ^{NS}	37,27±0,23 ^{***}
21	T.143-11		47,47±0,27 ^{***}	39,47±0,62 ^{***}
22	T.95-12		48,33±0,32 ^{***}	39,00±0,46 ^{***}
23	Voinic		43,80±0,21 ^{***}	38,53±0,38 ^{***}
24	11368 G1	43,10±0,49 ^{***}		
25	11838 G8	43,47±0,18 ^{**}		
26	Boema	41,50±0,51 ^{***}		
27	T.150-11	44,37±0,26 ^{NS}		
28	T.42-05	42,07±0,43 ^{***}		
29	T.55-01	46,60±0,35 ^{***}		
30	T.62-01	40,77±0,18 ^{***}		
31	Vestitor		41,83±0,32 ^{***}	
32	Voevod		49,47±0,50 ^{***}	
33	Zamfira			35,87±0,38 ^{***}
34	Zamolxe			37,00±0,55 ^{***}
35	Zina			36,03±0,57 ^{***}

NS – nesemnificativ (P>0,05)

* – semnificativ (P > 0,01)

** – distinct semnificativ (P > 0,001)

*** – foarte semnificativ (P < 0,001)

Cea mai mare valoare a MMB-ului în acest an agricol, 2017-2018, a fost înregistrată în cazul variantei reprezentată de linia de grâu 11424 G1, fiind de $45,57 \pm 0,42$ g, iar cea mai scăzută valoare a MMB-ului în acest an, a fost notată în dreptul variantei reprezentată de soiul de grâu Zamfira, fiind de numai $35,87 \pm 0,38$ g.

În primul an de observații, anul agricol 2015-2016, valorile masei a o mie de boabe au înregistrat valori medii, comparativ cu cele înregistrate în următorii ani.

Diferențele înregistrate în cazul acestei componente a producției, între cultivarele studiate și soiul Bezostaia 1, luat ca martor, sunt evidențiate foarte bine în urma calculului statistic efectuat (tabelul 5.6). Dacă în cazul celorlalte componente importante, ce participă la formarea producției, numărul de boabe/spic, masa boabelor/spic, densitatea spicelor/m², diferențe asigurate din punct de vedere statistic, față de martor, au fost întâlnite în cazul unui număr redus de genotipuri studiate, analizând diferențele în cazul masei a o mie de boabe se observă că diferențele au fost asigurate din punct de vedere statistic în majoritatea cazurilor, excepție făcând cultivarele 11424G1, Dumbrava, Glosa, în primul an de studiu, Izvor, T.123-11, T.124-11, Ursita, Litera, T.118-11, în cel de al doilea an de observații, respectiv soiurile Miranda FDL, Glosa, Pajura și Pitar în ultimul an de observații. Cu toate că între aceste cultivare și martor au existat diferențe, acestea au fost nesemnificative în urma analizei statistice.

Masa a o mie de boabe a soiului de grâu martor, Bezostaia 1, a fost cuprinsă între $42,47 \pm 0,41$ g în anul 2018 și $45,73 \pm 0,18$ g în anul 2017, cu o valoare intermediară de $44,77 \pm 0,46$ g în anul 2016. Față de aceste valori, diferențele înregistrate de cultivarele studiate au fost atât pozitive cât și negative, majoritatea genotipurilor având valoarea MMB-ului inferioară matorului. Valori superioare au fost notate în cazul cultivarelor Andrada***, Codru***, Pitar***, Semnal***, T.155-01*** și T.124-11*, în primul an de observații, Semnal*, Codru**, Miranda FDL**, 11424G1***, Andrada***, Dumbrava***. Glosa***, Pajura***, Pitar***, Unitar***, T.109-12***, T.143-11***, T.95-12***, Voevod***, în anul al doilea de cercetare, respectiv linia de grâu 11424G1***, în ultimul an de studiu.

În ultimul an agricol studiat, condițiile climatice din perioada de umplere a cariopselor au fost neprielnice culturii de grâu, motiv pentru care masa a o mie de boabe a înregistrat valori scăzute, valori ce au fost mai mici decât cele înregistrate de matorul experienței. În cazul a 19 cultivare, valorile acestui caracter fiind mai mici de 40 g, fiind singurul an în care, în cazul genotipurilor studiate, valoarea MMB-ului nu a depășit acest prag.

5.7 Masa hectolitrică

5.7 Hectolitic mass

Masa hectolitrică (MH) este elementul ce participă la aprecierea calității cariopselor, o masă hectolitrică cu valori ridicate indică faptul că sămânța de grâu este sănătoasă.

Masa hectolitrică este influențată puternic de condițiile climatice din a doua jumătate a perioadei de vegetație, acest lucru fiind ușor de observat analizând graficul prezentat în fig. 5.7, unde este evidențiată dinamica valorilor obținute în cazul masei hectolitrice ale genotipurilor de grâu analizate în perioada studiată. Și în cazul acestui caracter, cele mai ridicate valori au fost înregistrate în anul al doilea de studiu, anul agricol 2016-2017, atunci când cultura de grâu a avut la dispoziție suficientă apă provenită din precipitații, astfel încât masa hectolitrică a înregistrat valori ridicate. Cea mai scăzută valoare a fost de $78,58 \pm 0,17$ kg, înregistrată în dreptul soiului de grâu Miranda FDL, fiind însă superioară tuturor valorilor înregistrate de genotipurile studiate în anul agricol 2017-2018, și majorității cultivarelor, cu excepția liniei de grâu 11424G1 și soiului de grâu Ursita care au înregistrat valori superioare, studiate în anul agricol 2015-2016.

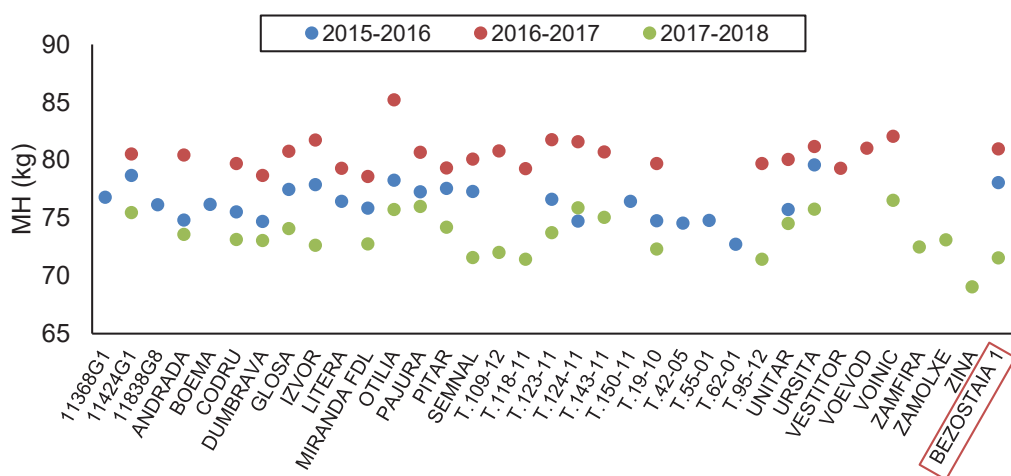


Fig. 5.7 Masa hectolitrică (original)

Fig. 5.7 Hectolitic mass (original)

Analizate din punct de vedere statistic, diferențele dintre cultivarele de grâu și soiul martor, au cunoscut cele mai mari variații în primul și al treilea an studiat, când valorile obținute au fost asigurate din punct de vedere statistic (tabelul 5.7). În primul an, diferențele au fost negative comparativ cu martorul și foarte semnificative din punct de vedere statistic, pe când în ultimul an studiat diferențele au fost pozitive față de martor.

Tabelul 5.7
Table 5.7

Masa Hectolitrică (kg) (original)
Hectolitic mass (kg) (original)

Nr. crt.	Cultivar	Anul agricol		
		2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018
1	Bezostaia 1 (Mt.)	78,04±0,12	80,96±0,08	71,52±0,59
2	11424 G1	78,66±0,20 NS	80,50±0,06 NS	75,46±0,20 ***
3	Andrada	74,81±0,23 ***	80,42±0,04 NS	73,55±0,18 **
4	Codru	75,51±0,23 ***	79,68±0,06 NS	73,10±0,48 **
5	Dumbrava	74,69±0,22 ***	78,66±0,14 *	73,03±0,44 *
6	Glosa	77,46±0,35 NS	80,73±0,15 NS	74,05±0,03 ***
7	Izvor	77,87±0,15 NS	81,73±0,13 NS	72,63±0,80 NS
8	Miranda FDL	75,81±0,29 ***	78,58±0,17 *	72,75±0,21 *
9	Otilia	78,23±0,34 NS	85,19±3,93 ***	75,70±0,29 ***
10	Pajura	77,23±0,11 *	80,65±0,14 NS	75,96±0,07 ***
11	Pitar	77,52±0,17 *	79,31±0,02 NS	74,16±0,33 ***
12	Semnal	77,28±0,19 *	80,06±0,02 NS	71,55±0,40 NS
13	T.123-11	76,59±0,27 ***	81,74±0,04 NS	73,69±0,19 ***
14	T.124-11	74,70±0,15 ***	81,56±0,11 NS	75,86±0,66 ***
15	T.19-10	74,73±0,16 ***	79,69±0,08 NS	72,29±0,58 NS
16	Unitar	75,70±0,34 ***	80,04±0,02 NS	74,49±0,12 ***
17	Ursita	79,56±0,38 ***	81,17±0,14 NS	75,74±0,33 ***
18	Litera	76,41±0,13 ***	79,27±0,05 NS	
19	T.109-12		80,78±0,18 NS	72,00±0,29 NS
20	T.118-11		79,23±0,06 NS	71,42±0,80 NS
21	T.143-11		80,68±0,25 NS	75,03±0,35 ***
22	T.95-12		79,68±0,10 NS	71,40±0,11 NS
23	Voinic		82,05±0,02 NS	76,50±0,46 ***
24	11368 G1	76,76±0,23 ***		
25	11838 G8	76,12±0,25 ***		
26	Boema	76,15±0,15 ***		
27	T.150-11	76,42±0,19 ***		
28	T.42-05	74,52±0,20 ***		
29	T.55-01	74,76±0,23 ***		
30	T.62-01	72,70±0,18 ***		
31	Vestitor		79,26±0,20 NS	
32	Voevod		81,02±0,09 NS	
33	Zamfira			72,47±0,13 NS
34	Zamolxe			73,09±0,08 **
35	Zina			69,03±0,34 ***

NS – nesemnificativ (P>0,05)

* – semnificativ (P > 0,01)

** – distinct semnificativ (P > 0,001)

*** – foarte semnificativ (P < 0,001)

5.8 Rezultate privind producția

5.8 Yields

Producția de cariopse obținută, în cazul culturii de grâu, reprezintă efectul interacțiunii dintre potențialul de producție al fiecărui genotip cu influența creată de factorii de mediu caracteristici perioadei de vegetație a grâului și capacitatea fiecărui cultivar de grâu de a valorifica factorii agrotehnici aplicați.

Producția de cariopse este un caracter extrem de complex, fiind susținut de însușirile genetice cu care este înzestrat cultivarul de grâu, fiind totodată puternic influențat de factorii de mediu.

Pe parcursul celor trei ani studiați, producțiile obținute au înregistrat valori extrem de variate, de asemenea acest aspect a fost semnalat și la nivelul aceluiași an agricol, între cultivarele studiate (fig. 5.8).

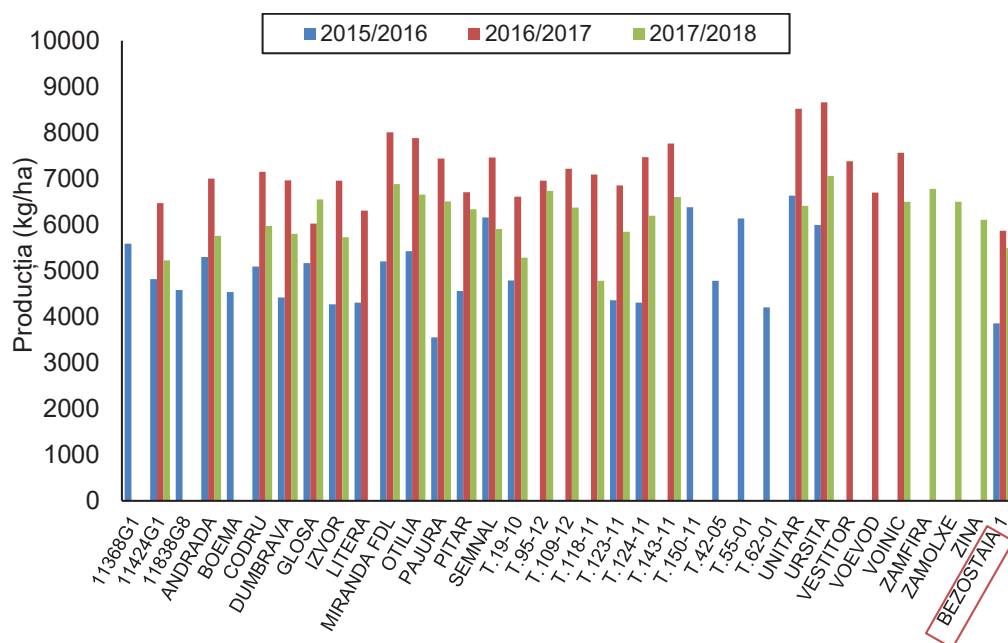


Fig. 5.8 Producțiile obținute în perioada studiată (original)

Fig. 5.8 Yield recorded during the studied period (original)

Anul în care au fost obținute cele mai ridicate producții a fost cel de al doilea an de observații (anul agricol 2016-2017) când, cu excepția soiului Glosa, care a înregistrat producții superioare în anul 2018, în cazul tuturor genotipurilor studiate, au fost înregistrate cele mai ridicate producții de cariopse. Cele mai scăzute randamente au fost înregistrate la nivelul anului agricol 2015-2016, atunci când producțiile ce au depășit 6 tone/ha au fost notate în cazul a patru cultivare de grâu (Semnal, Unitar, T.150-11, respectiv T.55-01).

Tabelul 5.8
Table 5.8

Producția obținută în perioada studiată, 2015-2018 (original)
Yield recorded during 2015-2018 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Anul agricol		
		2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018
1	Bezostaia 1 (Mt.)	3857,29±120,46	5866,77±194,38	5490,92±179,99
2	11424 G1	4819,56±54,25 ***	6469,94±238,94 NS	5222,24±152,74 NS
3	Andrada	5296,39±28,20 ***	7004,02±259,31 NS	5756,16±208,42 NS
4	Codru	5095,36±102,04 ***	7147,66±516,64 NS	5976,00±87,66 NS
5	Dumbrava	4416,71±83,81 **	6963,15±139,25 NS	5802,06±54,09 NS
6	Glosa	5165,46±45,47 ***	6026,14±563,31 NS	6554,06±129,37 *
7	Izvor	4269,77±86,62 *	6955,46±308,08 NS	5726,99±166,29 NS
8	Miranda FDL	5201,57±88,82 ***	8005,70±545,17 **	6882,84±199,32 **
9	Otilia	5422,43±207,14 ***	7884,54±477,29 **	6651,20±262,05 *
10	Pajura	3551,14±66,22 NS	7438,19±343,61 *	6503,56±144,68 *
11	Pitar	4558,00±221,52 **	6702,62±380,16 NS	6339,18±413,09 NS
12	Semnal	6155,54±121,21 ***	7463,46±237,04 **	5904,54±683,02 NS
13	T.123-11	4359,87±194,48 *	6853,89±823,38 NS	5845,88±596,07 NS
14	T.124-11	4304,56±148,32 *	7470,01±336,07 **	6195,03±394,33 NS
15	T.19-10	4789,01±202,33 ***	6609,05±281,76 NS	5280,79±168,50 NS
16	Unitar	6633,22±171,72 ***	8518,11±450,52 ***	6406,32±109,17 NS
17	Ursita	5991,77±123,05 ***	8659,54±248,25 ***	7064,18±416,52 **
18	Litera	4304,08±125,28 *	6304,44±982,74 NS	
19	T.109-12		7215,77±254,79 *	6374,40±298,94 NS
20	T.118-11		7091,88±236,84 *	4780,50±425,78 NS
21	T.143-11		7765,58±397,94 **	6599,47±257,37 *
22	T.95-12		6960,76±84,45 NS	6733,64±829,37 *
23	Voinic		7562,01±130,81 **	6499,43±230,30 *
24	11368 G1	5589,19±35,72 ***		
25	11838 G8	4579,24±66,07 **		
26	Boema	4534,99±105,59 **		
27	T.150-11	6383,79±42,50 ***		
28	T.42-05	4781,61±208,05 ***		
29	T.55-01	6138,55±229,91 ***		
30	T.62-01	4200,27±269,96 NS		
31	Vestitor		7380,98±225,00 *	
32	Voevod		6701,42±433,06 NS	
33	Zamfira			6781,08±127,90 *
34	Zamolxe			6500,97±72,47 *
35	Zina			6106,40±514,38 NS

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)
 * – semnificativ ($P > 0,01$)
 ** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)
 *** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

Soiul de grâu Bezostaia 1 (martorul experienței) a înregistrat producții cuprinse între $3857,29 \pm 120,46$ kg/ha, la nivelul anului agricol 2015-2016 și $5866,77 \pm 194,38$ kg/ha, la nivelul anului agricol 2016-2017, iar în ultimul an studiat, producția obținută de acest soi de grâu a fost de $5490,92 \pm 179,99$ kg/ha. Față de aceste randamente obținute de soiul martor, în cazul cultivarelor de grâu studiate au fost înregistrate diferențe, unele dintre ele fiind nesemnificative, pe când altele au fost semnificative. Diferența dintre unele cultivare și martor a depășit în unele cazuri 2500 de kg/ha.

În primul an de observații, anul agricol 2015-2016, între cultivarele studiate și soiul martor au fost notate diferențe în ceea ce privește producția. În cazul tuturor genotipurilor studiate diferențele au fost pozitive, fiind însă diferite sub aspectul asigurării statistice. Soiul de grâu Pajura și linia T.62-01 au obținut randamente superioare față de martor, însă diferența a fost nesemnificativă din punct de vedere statistic. Cultivarele Izvor, T.123-11, T.124-11 și Litera au înregistrat diferențe de producție ce au fost catalogate semnificative din punct de vedere statistic. Cultivarele Pitar, 11838G8, Boema și Dumbrava au avut randamente superioare martorului ce le-au grupat în clasa distinct semnificative sub aspect statistic. Cele mai multe cultivare studiate în acest an agricol au înregistrat diferențe față de soiul Bezostaia 1 foarte semnificative din punct de vedere statistic (tabelul 5.8).

Anul agricol 2016-2017 poate fi considerat cel mai bun an în privința producțiilor obținute de cultivarele studiate. În acest an agricol, cu excepția martorului, care a înregistrat un randament de $5866,77 \pm 194,38$ kg/ha, toate celelalte cultivare studiate au depășit pragul de 6 tone/ha, 11 dintre ele obținând peste 7 tone/ha, iar în cazul a 4 cultivare dintre cele 25 studiate, producția obținută a fost de peste 8 tone/ha. Analizând statistic diferențele dintre martor și cultivare, în cazul a 12 genotipuri diferența de producție față de soiul martor a fost nesemnificativă. Diferență semnificativă statistic asigurată a fost notată în cazul variantelor reprezentate de soiurile Pajura* și Vestitor* și liniile de grâu T.109-12* și T.118-11*. Diferențe distinct semnificative asigurate statistic au fost înregistrate în cazul variantelor reprezentate de cultivarele Miranda FDL**, Otilia**, Semnal**, T.124-11**, T.143-11** și Voinic**. Cele mai mari diferențe de producție, de peste 2500 de kg/ha au fost înregistrate în cazul soiurilor de grâu Unitar și Ursita, care au obținut randamente de $8518,11 \pm 450,52^{***}$ kg/ha, respectiv $8659,54 \pm 248,25^{***}$ kg/ha. Aceste diferențe au fost foarte semnificative din punct de vedere statistic.

În cel de al treilea an de observații, producțiile obținute au fost situate sub limita de 7 tone/ha, cu excepția soiului Ursita care a înregistrat un randament de $7064,18 \pm 416,52$ kg/ha. Diferența a fost asigurată statistic, fiind

distinct semnificativă față de producția recoltată în cazul soiului martor. Diferență distinct semnificativă asigurată statistic s-a înregistrat și în cazul soiul de grâu Miranda FDL, care a obținut un randament de $6882,84 \pm 199,32$ kg/ha.

În acest an agricol au fost înregistrate diferențe de producție inferioare soiul Bezostaia 1 în dreptul cultivarelor 11424G1, T.19-10 și T.118-11, însă diferențele au fost nesemnificative din punct de vedere statistic.

Diferențe asigurate statistic au fost înregistrate în cazul variantelor reprezentate de cultivarele Glosa*, Otilia*, Pajura*, T.143-11*, T.95-12*, Voinic*, Zamfira* și Zamolxe*, toate aceste diferențe fiind pozitive față de soiul Bezostaia 1.

CAPITOLUL 6

CHAPTER 6

REZULTATE ȘI DISCUȚII

PRIVIND COMPORTAREA CULTIVARELOR DE GRÂU DE TOAMNĂ LA ATACUL AGENȚILOR PATOGENI

RESULTS AND DISCUSSION

CONCERNING THE BEHAVIOR OF THE WINTER WHEAT CULTIVARS AT THE ATTACK OF THE PATHOGEN AGENTS

În urma cercetărilor întreprinse asupra celor 35 de cultivare de grâu de toamnă, în perioada octombrie 2015 – iulie 2018, au fost identificate micromicetele *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, cu forma conidiană *Oidium monilioides* Link, ce produce boala cunoscută sub denumirea de făinarea grâului, *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, ce produce boala cunoscută popular ca septorioza frunzelor de grâu sau pătarea brună a frunzelor de grâu, precum și agenții patogeni ce produc boli cunoscute ca ruginile grâului, rugina brună sau a frunzelor produsă de *Puccinia triticina* Eriks. (sin. *Puccinia recondita* Rob. ex Desm.) f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., rugina galbenă sau striată produsă de *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks. și rugina neagră sau a paiului produsă de *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.

În cercetarea de față au fost utilizate denumirile actuale ale agenților patogeni (anul 2019), denumiri ce pot fi găsite pe site-urile de specialitate ce urmăresc să pună la dispoziția comunității micologice și științifice documentări privind noutățile de nomenclatură micologică: *Species fungorum* – www.speciesfungorum.org, *Mycobank* – www.mycobank.org, *Catalogue of Life* – www.catalogueoflife.org, *Encyclopedia of Life* – www.eol.org, *Global Biodiversity Information Facility* – www.gbif.org, *Integrated Taxonomic Information System* – www.itis.gov, precum și în lucrările științifice publicate în reviste și jurnale de specialitate ce urmăresc clarificarea aspectelor de nomenclatură în cazul agenților patogeni ai plantelor cultivate, implicit ai grâului de toamnă.

6.1 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal

6.1 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal

În condițiile celor trei ani agricoli studiați, 2015-2016, 2016-2017, respectiv 2017-2018, în urma observațiilor efectuate asupra celor 35 de cultivare de grâu de toamnă, agentul patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, cu forma conidiană *Oidium monilioides* a fost indentificat în câmp pe baza simptomelor caracteristice pe care le produce. Ciuperca *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* poate ataca lanurile de grâu încă din toamnă, atunci când pe frunzele plantei de grâu poate fi observată prezența pâslei miceliene, pe ambele fețe ale limbului, dispusă sub formă ovală sau neregulată și redusă ca dimensiune.

În cei trei ani studiați, prezența agentului patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* a fost observată în primăvară, după reluarea vegetației, când pe tulpinile plantelor de grâu, în apropierea coletului, a fost observată pâsla miceliană de culoare albă, fin dezvoltată, inițial izolată de formă ovală, apoi conflând și căpătând un aspect dens (fig. 6.1).



Fig. 6.1 Făinarea grâului cauzată de ciuperca *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* (original)

Fig. 6.1 – Powdery mildew caused by *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* (original)

Din zona coletului, atacul ciupericii *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* s-a extins, fiind observat pe frunzele de la baza plantei, iar cu timpul și pe frunzele superioare. Simptomele produse de atacul ciupercii *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*

au fost observate în cazul soiurilor unde atacul a fost puternic și pe teaca frunzelor, pe tulpină, dar și pe spice, unde au fost observate pustulele caracteristice bolii chiar și pe ariste (fig. 6.2).



Fig. 6.2 Simptome produse de *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* pe organele atacate ale plantei de grâu (original)

Fig. 6.2 Symptoms produced by *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* on the attacked organs of the wheat plant (original)

În primele faze ale atacului, simptomele se remarcă prin prezența unor pete de culoare verde deschis sau galbenă, ce nu sunt foarte ușor observate (fig. 6.3a). În dreptul acestor pete, ce reprezintă locul unde s-a produs infecția, se va forma miceliul ciupercii, de culoare albă și foarte fin la început (fig. 6.3b).

Ciuperca *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* formează toate organele epifit, pe suprafața țesutului parazitat, cu excepția haustoriilor, digitat-ramificați, ce pătrund în celulele epidermice ale plantei gazdă.

Perpendicular pe miceliu se formează conidiofori scurți, simpli, ce vor susține conidiile (f.c. *Oidium moniliodes*) ce se formează sub forma unor lanțuri (fig. 6.3c). Conidiile sunt unicelulare, hialine, având formă eliptică și dimensiuni cuprinse între 18-36x11-17μm (fig. 6.3.d) (Sandu-Ville, 1967).

În cursul perioadei de vegetație conidiile reprezintă calea de răspândire a agentului patogen. Acestea pot germina la temperaturi cuprinse între 3°C și 31°C; însă condițiile favorabile germinării sunt întrunite atunci când temperatura aparține intervalului 14-17°C. Condițiile optime de higroscopicitate sunt atinse când valoarea umidității relative a aerului este de peste 95% la suprafața organelor parazitare, însă unii autori consideră că germinarea poate avea loc chiar dacă valoarea este sub această limită (Hatman ș.a., 1989; Iacob ș.a., 1998, Bobeș, 1983).



Fig. 6.3 *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*
– aspecte microscopice
(original)

Fig. 6.3 *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*
– mycrosopic asepts
(original)

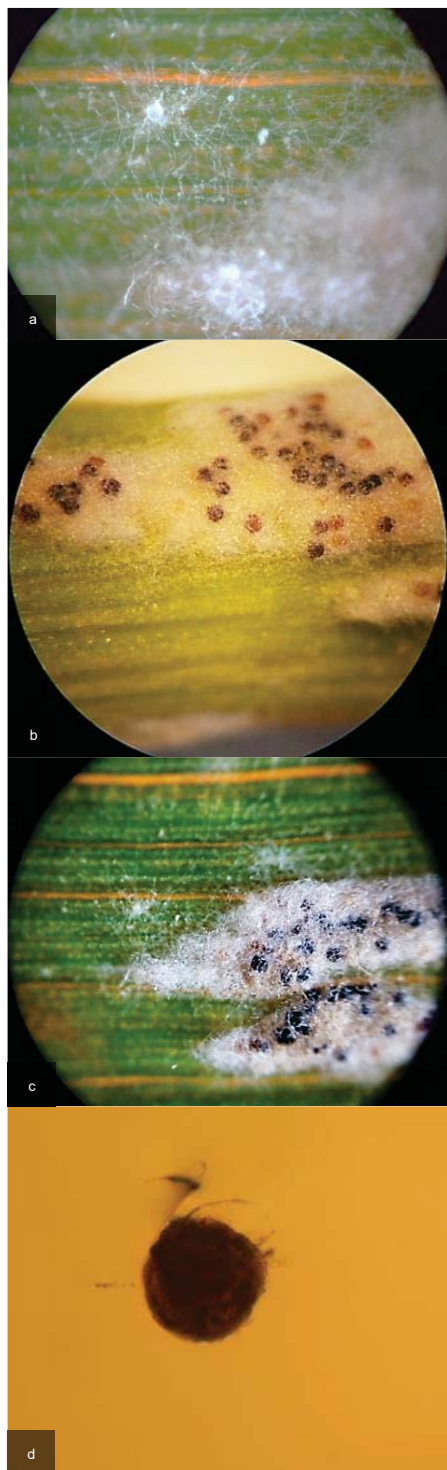


Fig. 6.4 *Cleistotecii de Blumeria graminis f.sp. tritici* (original)

Fig. 6.4 *Cleistothecia of Blumeria graminis f.sp. tritici* (original)

La început pâsla miceliană are culoare albă. Cu timpul miceliul se închide la culoare și devine prăfos, având un aspect făinos. Într-un stadiu mai avansat (perioada când se formează și se maturează ascofructele de tip cleistotecii) pustulele pulverulente capătă o nuanță galben-roșcată, devenind în final cenușii.

Analizând de aproape pâsla miceliană se poate observa că în interiorul său sunt prezente formațiuni mici de formă sferică sau ușor turtite, ce reprezintă fructificațiile ciupercii, rezultate în urma procesului de înmulțire sexuală.

Cleistotecii au inițial culoare albă (fig. 6.4a) fiind observate cu dificultate în interiorul miceliului, apoi devin galbene-roșiatice (fig. 6.4b), ca în final să aibă o nuanță brun închisă-negricioasă (fig. 6.4c). Ascofrunțele sunt complet închise, globuloase, ușor turtite la bază unde sunt inserate fulcrele, formate într-un număr redus și de dimensiuni mici (fig. 6.4d). În interiorul unei cleistotecii se formează un număr de 8 până la 25 de asce, ce conțin fiecare câte 4-8 ascospori.

Dezvoltarea cleistotecii, a ascelor și ascosporilor este influențată de condițiile de mediu, fapt pentru care maturarea lor se desăvârșește toamna, de obicei în luna septembrie, moment în care sunt eliberați ascosporii care produc infecțiile primare (Alexandri ș.a., 1969; Bobeș ș.a., 1973).

Pe baza acestor observații efectuate asupra câmpului experimental au fost stabilite valorile frecvenței (F%) și intensității (I%) atacului, cu ajutorul cărora a fost determinat gradul de atac (GA%) al agentului patogen.

Martorul experienței, soiul de grâu Bezostaia 1, a înregistrat valori ridicate ale gradului de atac al ciupercii *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* în toți cei trei ani de observații, fiind de $3,75 \pm 0,78\%$ în primul an de observații, $3,84 \pm 0,51\%$ în cel de al doilea an, respectiv $3,69 \pm 1,02\%$ în ultimul an agricol studiat.

În primul an agricol studiat, 2015-2016, în cazul soiului de grâu de toamnă Miranda FDL agentul patogen ce produce făinarea grâului a fost observat cu o valoare a gradului de atac de $3,80 \pm 0,93\%$, aceasta fiind cea mai ridicată valoare înregistrată în acest an (fig. 6.5).

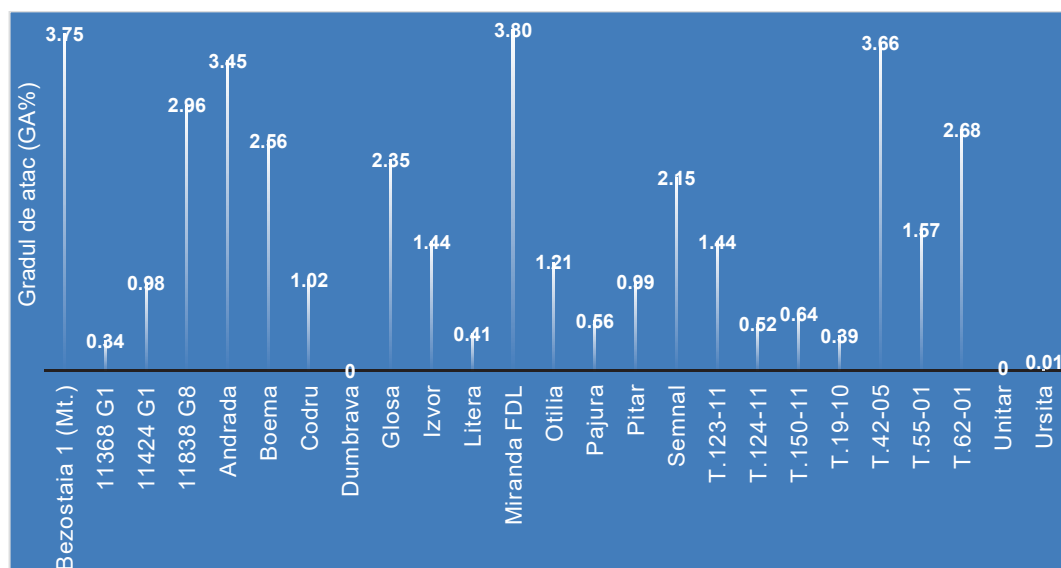


Fig. 6.5 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* în anul agricol 2015-2016 (original)

Fig. 6.5 The degree of attack of the pathogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* in the agricultural year 2015-2016 (original)

Valori ale gradului de atac, ce au depășit pragul de 3%, au fost înregistrate și de către linia de grâu T.42-05 și soiul Andrada, în cazul cărora *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* s-a manifestat cu un grad de atac ce a avut valori de $3,66 \pm 0,48\%$, respectiv $3,45 \pm 0,35\%$.

În acest an agricol în cazul cultivarelor de grâu Dumbrava și Unitar, agentul patogen ce provoacă făinarea grâului nu a fost prezent, iar în cazul cultivarului Ursita, valoarea gradului de atac cu care s-a manifestat agentul patogen a fost foarte scăzută, fiind de numai $0,01 \pm 0,01\%$, simptomele făinării fiind observate într-o singură variantă experimentală reprezentată de acest

soi. Pe lângă aceste trei cultivare de grâu, *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* a înregistrat valori ale gradului de atac sub pragul de 0,99% în cazul a încă opt cultivare de grâu dintre cele 25 studiate. Valori ale gradului de atac, cuprinse între 1,00% și 1,99% au fost înregistrate în cazul a cinci cultivare de grâu, iar valori ale gradului de atac, ce au depășit pragul de 2,00% au fost înregistrate în cazul a nouă cultivare, dintre care valori cuprinse între 2,00% și 2,99% au fost observate în cazul a șase cultivare de grâu (Gafencu ș.a., 2018c).

Valorile gradului de atac cu care s-a manifestat agentul patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* în acest an de observații (tabelul 6.1) au fost analizate din punct de vedere statistic.

Tabelul 6.1

Table 6.1

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, în anul agricol 2015-2016 (original)
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, in the agricultural year 2015-2016 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	3,75±0,78	2,23	4,81	-	-	-
2	11368 G1	0,34±0,10	0,15	0,50	-3,41	<0,001	***
3	11424 G1	0,98±0,58	0,29	2,13	-2,77	0,002	**
4	11838 G8	2,96±1,22	0,90	5,11	-0,79	0,350	NS
5	Andrada	3,45±0,35	2,75	3,80	-0,30	0,718	NS
6	Boema	2,56±0,99	0,77	4,19	-1,19	0,160	NS
7	Codru	1,02±0,17	0,77	1,36	-2,73	0,002	**
8	Dumbrava	0,00±0,00	0,00	0,00	-3,75	<0,001	***
9	Glosa	2,35±0,97	0,76	4,12	-1,40	0,099	NS
10	Izvor	1,44±0,45	0,94	2,34	-2,31	0,008	**
11	Litera	0,41±0,26	0,13	0,92	-3,34	<0,001	***
12	Miranda FDL	3,80±0,93	1,99	5,07	0,05	0,946	NS
13	Otilia	1,21±0,78	0,30	2,76	-2,54	0,003	**
14	Pajura	0,56±0,11	0,41	0,77	-3,19	<0,001	***
15	Pitar	0,99±0,97	0,00	2,92	-2,76	0,002	**
16	Semnal	2,15±0,40	1,36	2,56	-1,60	0,060	NS
17	T.123-11	1,44±0,67	0,31	2,64	-2,31	0,008	**
18	T.124-11	0,52±0,21	0,10	0,74	-3,23	<0,001	***
19	T.150-11	0,64±0,26	0,17	1,08	-3,11	<0,001	***
20	T.19-10	0,39±0,08	0,27	0,55	-3,36	<0,001	***
21	T.42-05	3,66±0,48	2,84	4,51	-0,09	0,923	NS
22	T.55-01	1,57±0,57	0,47	2,39	-2,18	0,011	*
23	T.62-01	2,68±0,24	2,22	3,00	-1,07	0,204	NS
24	Unitar	0,00±0,00	0,00	0,00	-3,75	<0,001	***
25	Ursita	0,01±0,01	0,00	0,03	-3,74	<0,001	***

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

Comparând valorile gradului de atac cu care *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* s-a manifestat în anul agricol 2015-2016, înregistrate în cazul fiecărui cultivar de grâu studiat, cu valoarea gradului de atac înregistrată în cazul soiului de grâu Bezostaia 1, se poate observa că genotipurile de grâu studiate au reacționat diferit în fața agentului patogen, motiv pentru care valorile gradului de atac prezintă diferențe importante între cultivarele analizate.

În cazul a opt cultivare de grâu, reprezentate de soiurile Andrada, Boema, Glosa, Miranda FDL, Semnal și liniile de grâu 11838G1, T.42-05 și T.62-01, diferențele față de cultivarul martor nu au fost asigurate statistic. Dintre cultivarele cuprinse în cercetare, linia de grâu T.55-01 a înregistrat diferență statistică semnificativă față de martor.

Diferențe ale GA% al agentului patogen, statistic distinct semnificative față de martor, au fost înregistrate în cazul cultivarelor de grâu reprezentate de 11424G1, Codru, Izvor, Otilia, Pitar și T.123-11, iar cel mai mari diferențe ale gradului de atac cu care s-a manifestat *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, comparativ cu soiul martor, Bezostaia 1, diferențe care din punct de vedere statistic au fost considerate a fi foarte semnificative au fost înregistrate de către cultivarele de grâu 11368G1, Dumbrava, Litera, Pajura, T.124-11, T.150-11, T.19-10, Unitar și Ursita.

În cazul tuturor cultivarelor de grâu ce au înregistrat diferențe ale gradului de atac al agentului patogen, ce au fost asigurate statistic față de martor, diferențele au avut un aspect pozitiv, în sensul că, în cazul acestor cultivare frecvența și intensitatea atacului agentului patogen au fost mai reduse față de soiul martor.

În anul al doilea de cercetare, ce s-a desfășurat pe parcursul anului agricol 2016-2017, *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* s-a manifestat cu valori ale frecvenței și intensității atacului superioare anului precedent, motiv pentru care și valorile gradului de atac ale acestui patogen înregistrate în dreptul cultivarelor de grâu studiate în acest an au depășit, cu unele excepții, valorile gradului de atac înregistrate în anul anterior.

În acest an agricol, în cazul martorului, soiul de grâu Bezostaia 1, valoarea gradului de atac a fost de $3,84 \pm 0,51\%$, cu puțin peste valoarea din anul anterior ($+0,09\%$).

Prezența agentului patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* a fost depistată în anul agricol 2016-2017 în cazul tuturor cultivarelor de grâu studiate, cea mai ridicată valoarea a gradului de atac cu care s-a manifestat agentul patogen în acest an a fost înregistrată în dreptul soiului de grâu Andrada, fiind de $4,16 \pm 0,74\%$.

Analizând graficul din fig. 6.6 se observă că valorile gradului de atac al ciupercii *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* aferente anului al doilea de observații au depășit, în 40% din cazuri, pragul de 3% al valorii gradului de atac.

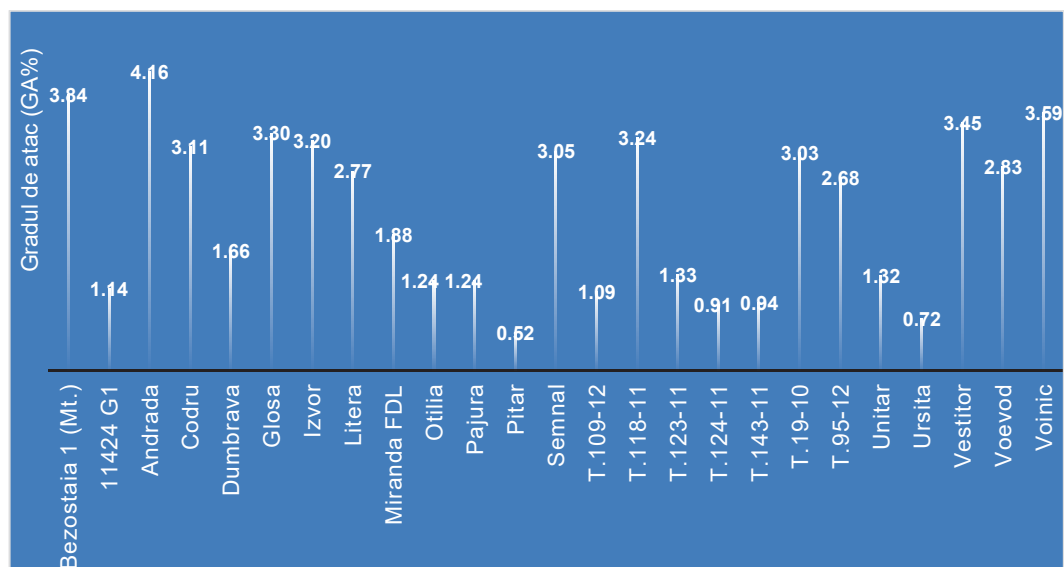


Fig. 6.6 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* în anul agricol 2016-2017 (original)

Fig. 6.6 The degree of attack of the pathogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* in the agricultural year 2016-2017 (original)

Cea mai mică valoare a gradului de atac al patogenului a fost înregistrată în dreptul variantei reprezentată de soiul de grâu Pitar, fiind de $0,52 \pm 0,05\%$. O valoare apropiată a gradului de atac, $0,72 \pm 0,18\%$, a fost înregistrată și în cazul soiului Ursita. În cazul liniilor de grâu T.124-11 și T.143-11, valorile gradului de atac cu care s-a manifestat agentul patogen au fost de $0,91 \pm 0,51\%$, respectiv $0,94 \pm 0,28\%$, fiind ultimele cultivare de grâu, dintre cele studiate, care în acest an agricol au înregistrat valori ale gradului de atac situate sub limita de $0,99\%$.

Analizând valorile gradului de atac, cuprinse în tabelul 6.2, cu care s-a manifestat *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* asupra cultivarelor de grâu studiate pe parcursul anului agricol 2016-2017, sub aspect statistic, se observă că în 50% din cazuri diferențele înregistrate față de martor au fost nesemnificative.

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, în anul agricol 2016-2017 (original)
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, in the agricultural year 2016-2017 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	3,84±0,51	3,31	4,85	-	-	-
2	11424 G1	1,14±0,11	0,97	1,34	-2,70	<0,001	***
3	Andrada	4,16±0,74	2,72	5,19	0,32	0,642	NS
4	Codru	3,11±0,27	2,59	3,51	-0,73	0,299	NS
5	Dumbrava	1,66±0,19	1,41	2,02	-2,18	0,003	**
6	Glosa	3,30±0,13	3,06	3,50	-0,54	0,445	NS
7	Izvor	3,20±0,20	2,80	3,46	-0,64	0,365	NS
8	Litera	2,77±0,06	2,70	2,90	-1,07	0,131	NS
9	Miranda FDL	1,88±0,29	1,35	2,35	-1,96	0,007	**
10	Otilia	1,24±0,42	0,39	1,67	-2,60	<0,001	***
11	Pajura	1,24±0,38	0,49	1,72	-2,60	<0,001	***
12	Pitar	0,52±0,05	0,46	0,61	-3,32	<0,001	***
13	Semnal	3,05±0,30	2,71	3,64	-0,79	0,259	NS
14	T.109-12	1,09±0,46	0,59	2,01	-2,75	<0,001	***
15	T.118-11	3,24±0,26	2,83	3,71	-0,60	0,395	NS
16	T.123-11	1,33±0,88	0,37	3,07	-2,51	0,001	**
17	T.124-11	0,91±0,51	0,31	1,92	-2,93	<0,001	***
18	T.143-11	0,94±0,28	0,53	1,48	-2,90	<0,001	***
19	T.19-10	3,03±0,44	2,18	3,65	-0,81	0,249	NS
20	T.95-12	2,68±0,60	1,48	3,37	-1,16	0,101	NS
21	Unitar	1,32±0,41	0,54	1,91	-2,52	0,001	**
22	Ursita	0,72±0,18	0,48	1,09	-3,12	<0,001	***
23	Vestitor	3,45±0,24	3,00	3,83	-0,39	0,576	NS
24	Voevod	2,83±1,11	0,76	4,57	-1,01	0,152	NS
25	Voinic	3,59±1,03	1,64	5,17	-0,25	0,723	NS

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

În cazul a 12 cultivare de grâu diferențele față de martor au fost asigurate din punct de vedere statistic, în cazul tuturor acestor cultivare valorile gradului de atac cu care s-a manifestat *Blumeria graminis* f.sp. fiind inferioare valorii înregistrate în cazul soiului martor. În dreptul soiurilor de grâu Miranda FDL, Dumbrava, Unitar și linia T.123-11 valorile gradului de atac înregistrate au fost de 1,88±0,29%, 1,66±0,19%, 1,32±0,41%, respectiv 1,33±0,88%, diferențele dintre aceste valori și valoarea de 3,84±0,51% înregistrată de soiul de grâu martor, fiind considerate din punct de vedere statistic distinct semnificative.

Cultivarele de grâu 11424G1, Otilia, Pajura, Pitar, T.109-12, T.124-11, T.143-11 și Ursita au înregistrat valori ale gradului de atac ale patogenului ce au fost mai mici cu cel puțin 2,60% față de martor, motiv pentru care, aceste diferențe au fost foarte semnificative, fiind asigurate din punct de vedere statistic.

În ultimul an de observații, ce au fost desfășurate pe parcursul anului agricol 2017-2018, agentul patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* a fost observat în toate variantele studiate, manifestându-se însă cu valori diferite ale frecvenței, intensității și gradului de atac (fig. 6.7).

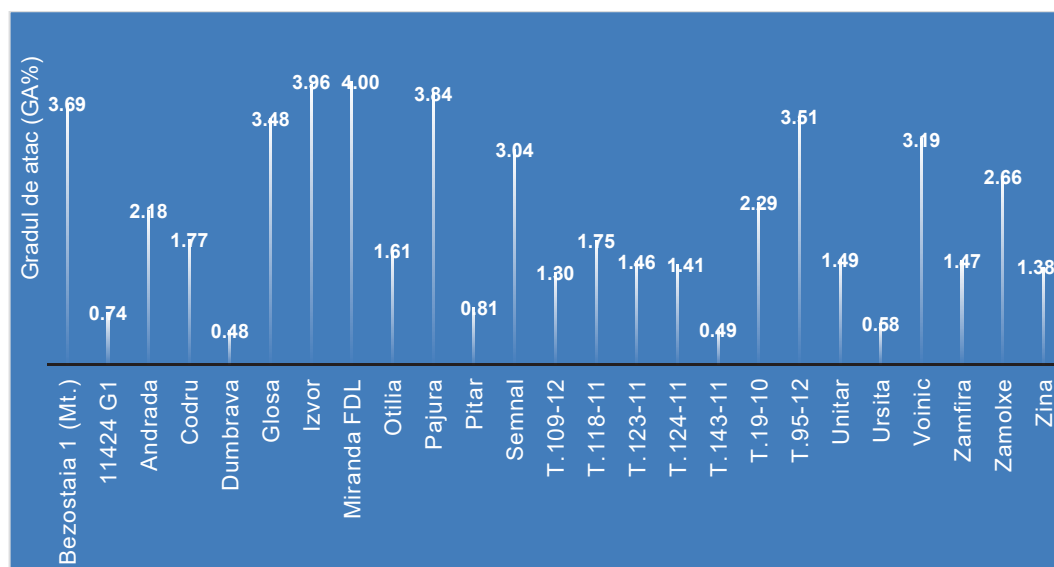


Fig. 6.7 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* în anul agricol 2017-2018 (original)

Fig. 6.7 The degree of attack of the pathogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* in the agricultural year 2017-2018 (original)

În acest an agricol agentul patogen a înregistrat cea mai ridicată valoare a gradului de atac în cazul variantei reprezentată de soiul de grâu Miranda FDL, valoare ce a fost de $4,00 \pm 1,28\%$, depășind valoarea gradului de atac înregistrată în cazul soiului Bezostaia 1 cu 0,31%. Martorul experienței a mai fost depășit și de soiul Izvor, în dreptul căruia valoarea gradului de atac a patogenului a fost de $3,96 \pm 1,02\%$, cu 0,27% peste martor și soiul Pajura, care a depășit cu 0,15% valoarea gradului de atac înregistrată în cazul martorului, ce a fost de $3,84 \pm 0,14\%$.

Cultivarele de grâu, în cazul cărora valorile gradului de atac al ciupercii *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* au înregistrat cele mai reduse valori în acest an agricol au fost reprezentate de soiul Dumbrava și linia de grâu T.143-11, unde agentul patogen s-a manifestat cu valori ale gradului de atac situate sub limita

de 0,49%. În cazul cultivarelor 11424G1, Pitar, și Ursita, valorile gradului de atac cu care agentul patogen s-a manifestat au fost peste 0,50%, însă nu au depășit pragul de 0,99. În cazul celor mai multe dintre genotipurile de grâu studiate, valorile gradului de atac ale ciupercii *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* înregistrate, au fost cuprinse în intervalul 1,00%-1,99%, reprezentând 36% din cazuri.

Valorile gradului de atac cu care agentul patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* s-a manifestat asupra cultivarelor de grâu studiate în acest an agricol au fost analizate statistic, prin prisma diferențelor înregistrate față de soiul martor, Bezostaia 1. În acest an de observații, după cum poate fi observat analizând valorile cuprinse în tabelul 6.3, diferențe față de martor din punct de vedere statistic foarte semnificative nu au fost înregistrate.

Tabelul 6.3

Table 6.3

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, în anul agricol 2017-2018 (original)
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, in the agricultural year 2017-2018 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	3,69±1,02	1,95	5,49	-	-	-
2	11424 G1	0,74±0,20	0,39	1,07	-2,95	0,002	**
3	Andrada	2,18±0,85	0,62	3,56	-1,51	0,099	NS
4	Codru	1,77±0,32	1,39	2,41	-1,92	0,038	*
5	Dumbrava	0,48±0,22	0,12	0,89	-3,21	0,001	**
6	Glosa	3,48±0,64	2,51	4,69	-0,21	0,816	NS
7	Izvor	3,96±1,02	2,27	5,79	0,27	0,759	NS
8	Miranda FDL	4,00±1,28	1,68	6,11	0,31	0,731	NS
9	Otilia	1,61±0,73	0,65	3,05	-2,08	0,024	*
10	Pajura	3,84±0,14	3,57	4,03	0,15	0,862	NS
11	Pitar	0,81±0,26	0,34	1,23	-2,88	0,002	**
12	Semnal	3,04±0,54	2,09	3,96	-0,65	0,474	NS
13	T.109-12	1,30±0,74	0,49	2,78	-2,39	0,010	*
14	T.118-11	1,75±0,40	1,11	2,49	-1,94	0,035	*
15	T.123-11	1,46±0,38	1,07	2,22	-2,23	0,017	*
16	T.124-11	1,41±0,13	1,19	1,63	-2,28	0,014	*
17	T.143-11	0,49±0,29	0,13	1,05	-3,20	0,001	**
18	T.19-10	2,29±0,71	1,21	3,63	-1,40	0,126	NS
19	T.95-12	3,51±0,60	2,32	4,28	-0,18	0,842	NS
20	Unitar	1,49±0,58	0,34	2,14	-2,20	0,018	*
21	Ursita	0,58±0,14	0,33	0,82	-3,11	0,001	**
22	Voinic	3,19±0,31	2,67	3,73	-0,50	0,585	NS
23	Zamfira	1,47±1,08	0,37	3,63	-2,22	0,017	*
24	Zamolxe	2,66±0,62	1,69	3,82	-1,03	0,258	NS
25	Zina	1,38±0,50	0,69	2,35	-2,31	0,013	*

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

În cele mai multe cazuri (40%) diferențele dintre valorilor gradului de atac ale patogenului față de valoarea înregistrată de soiul martor au fost nesemnificative sub aspect statistic.

Dintre cultivarele studiate, diferențe distinct semnificative statistic ale valorilor gradului de atac ale agentului patogen *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, față de martor, au fost notate în cazul genotipurilor de grâu 11424G1, Dumbrava, Pitar, T.143-11 și Ursita, reprezentând variantele în dreptul cărora valoarea gradului de atac nu a depășit pragul de 0,99%.

În cazul a nouă cultivare de grâu au fost înregistrate diferențe ale valorii gradului de atac față de valoarea înregistrată în cazul martorului care au fost catalogate ca fiind semnificative din punct de vedere statistic. Variantele care au înregistrat aceste diferențe au fost reprezentate de cultivare T.109-12* ($1,30 \pm 0,74\%$, cu $-2,39$ vs. Mt.), Zina* ($1,38 \pm 0,50\%$, cu $-2,31\%$ vs. Mt.), T.124-11* ($1,41 \pm 0,13\%$, cu $-2,28\%$ vs. Mt.), T.123-11* ($1,46 \pm 0,38\%$, cu $-2,23\%$ vs. Mt.), Zamfira* ($1,47 \pm 1,08\%$, cu $-2,22\%$ vs. Mt.), Unitar* ($1,49 \pm 0,58\%$, cu $-2,20\%$ vs. Mt.), Otilia* ($1,61 \pm 0,73\%$, cu $-2,08$ vs. Mt.), T.118-11* ($1,75 \pm 0,40\%$, cu $-1,94\%$ vs. Mt.) și soiul Codru* ($1,77 \pm 0,32\%$, cu $-1,92\%$ vs. Mt.).

6.2 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis

6.2 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorph *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis

Zymoseptoria tritici (Roberge ex Desm.) Quaedvl. & Crous (sinonim *Septoria tritici* Roberge ex Desm.) este cel de al doilea agent patogen prezent și identificat în perioada studiată, în cultura grâului de toamnă.

Atacul ciupercii, ce produce boala cunoscută și sub denumirea de septorioză, s-a manifestat prin apariția pe frunzele de grâu a petelor ovale, verzi-gălbui în stadiul incipient al atacului, apoi acestea devin brune și cresc în dimensiune, formând pete mari ce acoperă suprafețe extinse de limb (fig. 6.8).

În dreptul petelor se observă puncte mici, de culoare neagră ce reprezintă picnidiile ce conțin picnosporii ciupercii. Picnidiile sunt globuloase, subepidermice, formate adesea în camera substomatică și au diametrul de aproximativ 80-150 μm (fig. 6.9a).

Picosporii sunt filamentosi, prezentând un număr de 3 până la 7 septe. Sunt rotunjiți la capete și au dimensiuni cuprinse între 39-70x1,7-2,5 μm (fig. 6.9d).



Fig. 6.8 Simptome produse de *Zymoseptoria tritici* (sin. *Septoria tritici*) pe frunzele plantei de grâu (original)

Fig. 6.8 Symptoms produced by *Zymoseptoria tritici* (sin. *Septoria tritici*) on the leaves of the wheat plant (original)

Purtați de vânt, picnosporii ajung pe frunzele de grâu unde germinează și formează tubul germinativ ce pătrunde în interiorul frunzei prin stomate. Infecțiile nu sunt vizibile în stadiul incipient, însă odată cu dezvoltarea miceliului, celulele sunt distruse și țesuturile atacate se îngălbenesc și apoi devine brune. În interiorul picnidiilor se formează picnosporii care sunt eliberați prin contractarea țesuturilor din jurul picnidiilor (fig. 6.9a-b).

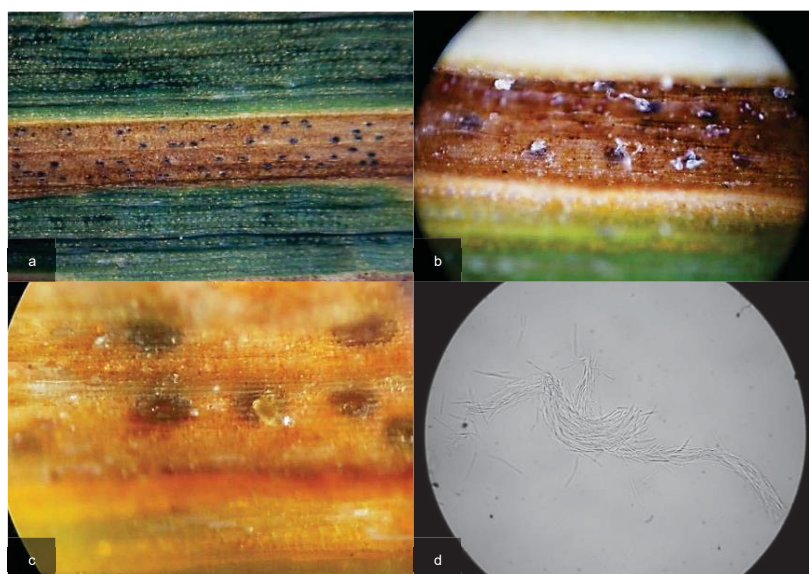


Fig. 6.9 *Zymoseptoria tritici*, anamorf *Septoria tritici* – aspecte microscopice (original)

Fig. 6.9 *Zymoseptoria tritici*, anamorph *Septoria tritici* – microscopic aspects (original)

Ca urmare a observațiilor realizate în condițiile anilor agricoli 2015-2016, 2016-2017, respectiv 2017-2018, asupra celor 35 de cultivare de grâu de toamnă, agentul patogen *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis a fost observat cu diferite valori ale frecvenței (F%) și intensității (I%) atacului, iar pe baza acestor observații a fost determinat gradul de atac (GA%) al agentului patogen.

În anul agricol 2015-2016 agentul patogen a fost identificat în toate cele 25 de variante, însă cu valori diferite ale gradului de atac (fig. 6.10).

În acest an agricol valorile gradului de atac ale patogenului au fost cuprinse între o valoare minimă de $0,08 \pm 0,02\%$, înregistrată în cazul cultivarului Dumbrava și o valoare maximă de $1,78 \pm 0,10\%$, înregistrată în cazul cultivarului 11838G1.



Fig. 6.10 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Zymoseptoria tritici*, anamorf *Septoria tritici* în anul agricol 2015-2016 (original)

Fig. 6.10 The degree of attack of the pathogen *Zymoseptoria tritici*, anamorph *Septoria tritici* in the agricultural year 2015-2016 (original)

Valori ale gradului de atac ale agentului patogeni *Zymoseptoria tritici* ce au depășit pragul de 0,99% au mai fost înregistrate și în cazul cultivarelor reprezentate de liniile de grâu 11368G1 și 11424G1, în cazul cărora agentul patogen s-a manifestat cu valori ale gradului de atac de $1,22 \pm 0,47\%$, respectiv $1,37 \pm 0,30\%$.

În acest an agricol, în cazul soiului Bezostaia 1, ce a reprezentat martorul experienței, agentul patogen *Zymoseptoria tritici* a fost identificat cu o valoare a gradului de atac de $0,84 \pm 0,12\%$.

Tabelul 6.4

Table 6.4

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, în anul agricol 2015-2016 (original)
 Degree of attack (DA%) of the pathogen *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorph *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, in the agricultural year 2015-2016 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	0,84±0,12	0,62	1,03	-	-	-
2	11368 G1	1,22±0,47	0,57	2,12	0,38	0,206	NS
3	11424 G1	1,37±0,30	0,81	1,83	0,53	0,080	NS
4	11838 G8	1,78±0,10	1,59	1,92	0,94	0,003	**
5	Andrada	0,32±0,06	0,21	0,41	-0,52	0,083	NS
6	Boema	0,69±0,02	0,66	0,74	-0,15	0,613	NS
7	Codru	0,81±0,20	0,44	1,14	-0,03	0,928	NS
8	Dumbrava	0,08±0,02	0,05	0,12	-0,76	0,013	*
9	Glosa	0,39±0,03	0,34	0,43	-0,45	0,127	NS
10	Izvor	0,45±0,18	0,11	0,69	-0,39	0,184	NS
11	Litera	0,90±0,38	0,14	1,29	0,06	0,857	NS
12	Miranda FDL	0,45±0,12	0,29	0,69	-0,39	0,184	NS
13	Otilia	0,57±0,10	0,45	0,76	-0,27	0,357	NS
14	Pajura	0,14±0,03	0,10	0,19	-0,70	0,020	*
15	Pitar	0,80±0,21	0,47	1,20	-0,04	0,884	NS
16	Semnal	0,95±0,39	0,41	1,72	0,11	0,719	NS
17	T.123-11	0,26±0,13	0,11	0,51	-0,58	0,056	NS
18	T.124-11	0,45±0,06	0,35	0,56	-0,39	0,187	NS
19	T.150-11	0,69±0,18	0,50	1,05	-0,15	0,597	NS
20	T.19-10	0,32±0,08	0,19	0,47	-0,52	0,083	NS
21	T.42-05	0,50±0,05	0,44	0,59	-0,34	0,249	NS
22	T.55-01	0,65±0,11	0,44	0,75	-0,19	0,507	NS
23	T.62-01	0,65±0,29	0,29	1,22	-0,19	0,514	NS
24	Unitar	0,81±0,15	0,53	1,02	-0,03	0,919	NS
25	Ursita	0,98±0,36	0,34	1,59	0,14	0,644	NS

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

Comparând valoarea gradului de atac înregistrată în cazul martorului cu valorile gradului de atac înregistrate în cazul celorlalte cultivare de grâu studiate și analizând din punct de vedere statistic diferențele, se poate observa, conform datelor cuprinse în tabelul 6.4 că între cultivarele studiate și martor, cu excepția liniei de grâu 11838G1 și a soiurilor Dumbrava și Pajura, diferențele înregistrate au fost statistic nesemnificative.

În cazul liniei de grâu 11838G1, valoarea gradului de atac cu care s-a manifestat agentul patogen a fost cu 0,94% superioară valorii înregistrate în cazul martorului, diferență care din punct de vedere statistic a fost foarte semnificativă.

Diferențe statistic asigurate au fost înregistrate și în dreptul soiurilor de grâu Dumbrava și Pajura, în cazul cărora *Zymoseptoria tritici* s-a manifestat cu valori ale gradului de atac de $0,08 \pm 0,02\%$ și $0,14 \pm 0,03\%$, înregistrându-se diferențe față de martor de $-0,76\%$, respectiv $-0,70\%$, care din punct de vedere statistic fost considerate a fi semnificative.

Condițiile climatice favorabile ciupercii *Zymoseptoria tritici* întâlnite în primăvara celui de al doilea an de observații au făcut ca agentul patogen să fie prezent în toate variantele cuprinse în experiență, cu valori ale frecvenței, intensității și gradului de atac superioare față de cele înregistrate în anul precedent (fig. 6.11).

O singură excepție a fost înregistrată, în cadrul variantei reprezentată de linia de grâu 11424G1, care în primul an de observații a prezentat o valoare a gradului de atac de $1,37 \pm 0,30\%$, iar în anul al doilea de observații valoarea gradului de atac a fost de $0,60 \pm 0,20\%$, fiind mai scăzută decât cea din anul precedent, reprezentând totodată și cea mai mică valoare a gradului de atac cu care agentul patogen *Zymoseptoria tritici* s-a manifestat în acest an.



Fig. 6.11 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Zymoseptoria tritici*, anamorf *Septoria tritici* în anul agricol 2016-2017 (original)

Fig. 6.11 The degree of attack of the pathogen *Zymoseptoria tritici*, anamorph *Septoria tritici* in the agricultural year 2016-2017 (original)

Valoarea cea mai ridicată a gradului de atac, cu care s-a manifestat agentul patogen în acest an agricol, a fost înregistrată în cazul variantei reprezentată de linia de grâu T.95-12, fiind de $3,84 \pm 0,65\%$. Valori ale gradului de atac ce au depășit pragul de $3,00\%$ au mai fost înregistrate și în cazul

cultivarelor T.124-11 ($3,39 \pm 1,00\%$), Pitar ($3,35 \pm 0,37$), Litera ($3,30 \pm 0,73$), precum și în cazul soiului martor, Bezostaia 1, care a înregistrat o valoare a gradului de atac de $3,46 \pm 0,59\%$.

Tabelul 6.5

Table 6.5

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, în anul agricol 2016-2017 (original)
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorph *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, in the agricultural year 2016-2017 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	3,46±0,59	2,82	4,63	-	-	-
2	11424 G1	0,60±0,20	0,33	1,00	-2,86	0,001	**
3	Andrada	2,26±0,52	1,65	3,29	-1,20	0,142	NS
4	Codru	1,97±0,14	1,75	2,24	-1,49	0,070	NS
5	Dumbrava	1,11±0,49	0,36	2,03	-2,35	0,005	**
6	Glosa	2,68±0,62	1,55	3,69	-0,78	0,336	NS
7	Izvor	1,79±0,24	1,50	2,27	-1,67	0,044	*
8	Litera	3,30±0,73	2,25	4,71	-0,16	0,844	NS
9	Miranda FDL	2,31±0,55	1,21	2,98	-1,15	0,159	NS
10	Otilia	2,17±0,46	1,63	3,08	-1,29	0,116	NS
11	Pajura	1,95±0,75	0,66	3,24	-1,51	0,067	NS
12	Pitar	3,35±0,37	2,67	3,94	-0,11	0,892	NS
13	Semnal	2,91±0,24	2,57	3,37	-0,55	0,501	NS
14	T.109-12	1,83±0,32	1,50	2,48	-1,63	0,049	*
15	T.118-11	2,97±0,92	1,57	4,71	-0,49	0,546	NS
16	T.123-11	1,77±0,72	0,35	2,48	-1,69	0,041	*
17	T.124-11	3,39±1,00	1,40	4,46	-0,07	0,934	NS
18	T.143-11	1,16±0,37	0,54	1,82	-2,30	0,006	**
19	T.19-10	1,28±0,41	0,45	1,72	-2,18	0,009	**
20	T.95-12	3,84±0,65	2,54	4,52	0,38	0,637	NS
21	Unitar	2,95±0,87	1,22	3,82	-0,51	0,533	NS
22	Ursita	2,10±0,81	0,56	3,27	-1,36	0,098	NS
23	Vestitor	1,03±0,42	0,51	1,85	-2,43	0,004	**
24	Voevod	1,81±0,36	1,22	2,46	-1,65	0,047	*
25	Voinic	1,07±0,31	0,53	1,61	-2,39	0,005	**

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

Gradul de atac al ciupercii *Zymoseptoria tritici* a înregistrat în 44% din cazuri valori ce au fost cuprinse în intervalul 1,00%-1,99%, iar în alte 32% din cazuri valoarea gradului de atac a fost cuprinsă în intervalul 2,00-2,99%.

Analizând valorile gradului de atac cu care s-a manifestat agentul patogen *Zymoseptoria tritici* asupra genotipurilor de grâu studiate în cel de al doilea an de cercetare (tabelul 6.5) și comparând din punct de vedere statistic

diferențele dintre martor și celelalte cultivare studiate, se poate observa faptul că deși în acest an agricol au existat diferențe vizibile asupra valorilor gradului de atac cu care agentul patogen s-a manifestat, în urma analizei statistice în cazul a 14 cultivare, diferențele față de martorul experienței nu au fost statistic asigurate. În cazul cultivarelor de grâu Izvor, T.109-12, T.123-11 și Voevod, *Zymoseptoria tritici* s-a manifestat cu valori ale gradului de atac de $1,79\pm0,24\%$, $1,77\pm0,72\%$, $1,83\pm0,32\%$, respectiv $1,81\pm0,36\%$, iar diferențele dintre aceste valori și valoarea înregistrată în cazul soiului Bezostaia 1, în urma analizei statistice, au fost considerate ca fiind distinct semnificative. Diferențele înregistrate față de martor, de cultivarele 11424G1 (-2,86%), Dumbrava (-2,35%), T.143-11 (-2,30%), T.19-10 (-2,18%), Vestitor (-2,43%) și Voinic (-2,39%) au fost din punct de vedere statistic distinct semnificative.

În ultimul an de observații, condițiile climatice nefavorabile, atât pentru cultura grâului, cât și pentru agenții patogeni, reprezentate de seceta din timpul primăverii, au întârziat apariția ciupercii *Zymoseptoria tritici*, boala cauzată de aceasta observându-se în cultură către finalul perioadei de vegetație, motiv pentru care și gradul de atac cu care agentul patogen s-a manifestat a înregistrat valori scăzute (fig. 6.12).

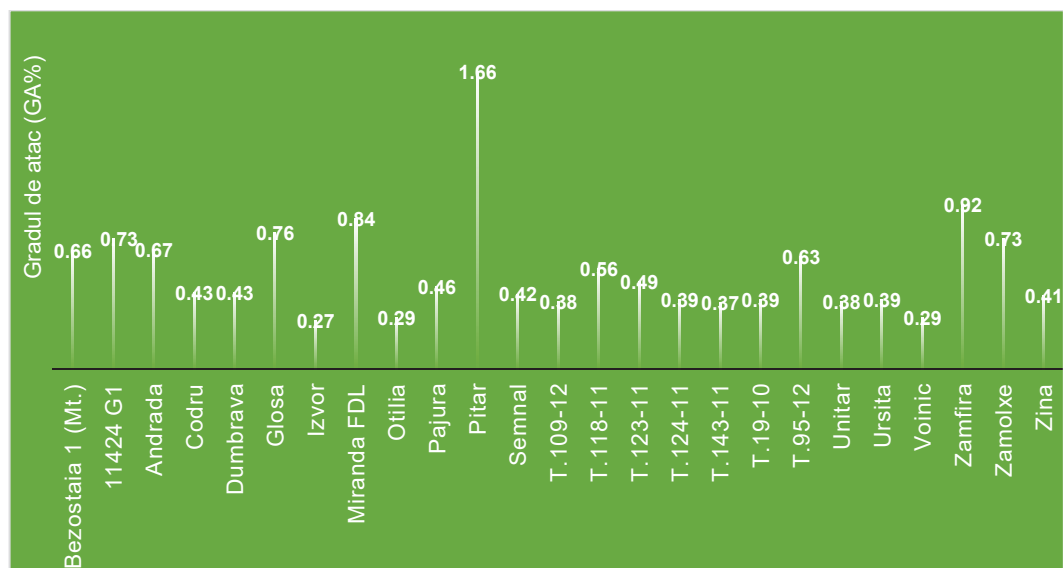


Fig. 6.12 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Zymoseptoria tritici*, anamorf *Septoria tritici* în anul agricol 2017-2018 (original)

Fig. 6.12 The degree of attack of the pathogen *Zymoseptoria tritici*, anamorph *Septoria tritici* in the agricultural year 2017-2018 (original)

Cea mai ridicată valoarea a gradului de atac, fiind și singură care a depășit pragul de 1,00%, cu care agentul patogen s-a manifestat în acest an a fost de $1,66\pm0,20\%$, înregistrată în dreptul variantei reprezentată de soiul de grâu Pitar.

Prezența agentului patogen a fost observată în cazul tuturor variantelor studiate în acest an, cu valori aproximativ egale ale gradului de atac, motiv pentru care diferențele înregistrate între martor și genotipurile de grâu studiate, în urma analizei statistice (tabelul 6.6) au fost considerate ca fiind nesemnificative.

Tabelul 6.6

Table 6.6

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, în anul agricol 2017-2018 (original)
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorph *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis, in the agricultural year 2017-2018 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	0,66±0,22	0,34	1,08	-	-	-
2	11424 G1	0,73±0,04	0,69	0,81	0,07	0,795	NS
3	Andrada	0,67±0,51	0,12	1,68	0,01	0,980	NS
4	Codru	0,43±0,12	0,20	0,55	-0,23	0,382	NS
5	Dumbrava	0,43±0,24	0,14	0,90	-0,23	0,375	NS
6	Glosa	0,76±0,32	0,17	1,25	0,10	0,720	NS
7	Izvor	0,27±0,05	0,17	0,33	-0,39	0,152	NS
8	Miranda FDL	0,84±0,29	0,29	1,27	0,18	0,505	NS
9	Otilia	0,29±0,06	0,20	0,40	-0,37	0,166	NS
10	Pajura	0,46±0,19	0,23	0,84	-0,20	0,459	NS
11	Pitar	1,66±0,20	1,29	1,97	1,00	<0,001	***
12	Semnal	0,42±0,11	0,29	0,63	-0,24	0,362	NS
13	T.109-12	0,38±0,14	0,20	0,66	-0,28	0,290	NS
14	T.118-11	0,56±0,09	0,42	0,73	-0,10	0,692	NS
15	T.123-11	0,49±0,14	0,25	0,75	-0,17	0,529	NS
16	T.124-11	0,39±0,06	0,27	0,48	-0,27	0,307	NS
17	T.143-11	0,37±0,09	0,24	0,54	-0,29	0,279	NS
18	T.19-10	0,39±0,07	0,25	0,47	-0,27	0,307	NS
19	T.95-12	0,63±0,23	0,20	0,95	-0,03	0,911	NS
20	Unitar	0,38±0,19	0,14	0,76	-0,28	0,301	NS
21	Ursita	0,39±0,06	0,30	0,50	-0,27	0,307	NS
22	Voinic	0,29±0,09	0,18	0,47	-0,37	0,174	NS
23	Zamfira	0,92±0,27	0,38	1,21	0,26	0,349	NS
24	Zamolxe	0,73±0,06	0,63	0,81	0,07	0,795	NS
25	Zina	0,41±0,08	0,32	0,57	-0,25	0,356	NS

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

Soiul de grâu Bezostaia 1 a înregistrat un grad de atac al agentului patogen de 0,66±0,22%, iar față de această valoare, doar soiul Pitar a înregistrat o diferență asigurată statistic, catalogată ca fiind foarte semnificativă.

6.3 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii *Puccinia triticina* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn.

6.3 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of *Puccinia triticina* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn.

În urma observațiilor efectuate în condițiile anilor agricoli 2015-2016, 2016-2017, respectiv 2017-2018, asupra celor 35 de cultivare de grâu de toamnă, agentul patogen *Puccinia triticina* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn. a fost observat cu diferite valori ale frecvenței (F%) și intensității (I%) atacului, iar pe baza acestor observații a fost determinat gradul de atac (GA%).

Prezența agentului patogen s-a remarcat prin apariția pe frunzele plantelor de grâu a pustulelor, de diferite forme, circulare, eliptice sau ovale cu dimensiuni relativ reduse, de 1-2 mm lungime și 0,5-0,8 mm lățime.

Pustulele pot fi observate pe ambele fețe ale limbului, însă în mod frecvent se găsesc pe fața superioară și au o culoare ruginie (fig. 6.13).



Fig. 6.13 Simptome produse de *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* pe frunzele plantei de grâu (original)

Fig. 6.13 Symptoms produced by *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* on the leaves of the wheat plant (original)

La început pustulele sunt acoperite de epidermă, însă aceasta crapă și se exfoliază și astfel uredosporii și teliosporii sunt puși în libertate. În condiții favorabile, atacul ciupercii este observat pe toate frunzele plantei, iar lagărele cu uredospori și teliospori ocupă o suprafață însemnată a frunzei (fig. 6.14).



Fig. 6.14 Pustule produse de *Puccinia tritici* f.sp. *tritici* pe frunze (original)

Fig. 6.14 Pustules produced by *Puccinia tritici* f.sp. *tritici* on wheat leaves (original)

Uredosporii sunt sferici, de culoare gălbuie, unicelulari cu dimensiuni de 20-23 x 17-24 μm . Către sfârșitul perioadei de vegetație a culturii de grâu se observă și lagărele ce conțin teleospori. Acestea au o culoare mai închisă față de lagărele ce conțin uredospori. Teleosporii sunt bicelulari, având dimensiuni cuprinse între 30-55 x 12-20 μm , prezintă un peduncul scurt și au membrana de culoare brună, îngroșată către vârf. Celula superioară este drept sau oblic trunchiată, iar cea inferioară este îngustată în partea bazală (fig. 6.15).

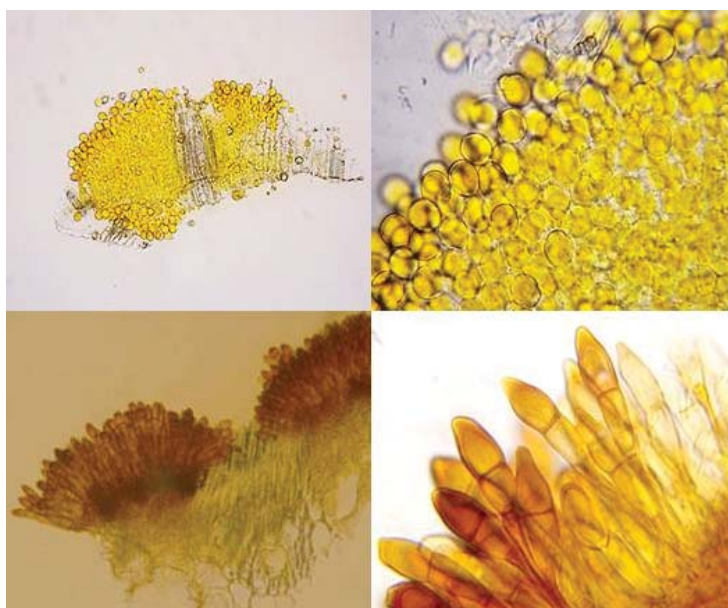


Fig. 6.15 *Puccinia tritici* f.sp. *tritici* – aspecte microscopice (original)

Fig. 6.15 *Puccinia tritici* f.sp. *tritici* – microscopic aspects (original)

Prezența ciupercii *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* a fost observată în anul agricol 2015-2016 cu valori ale gradului de atac diferite în cadrul fiecărui cultivar studiat, acestea comportându-se diferit la acțiunea agentului patogen (fig. 6.16).

În primul an de observații, anul agricol 2015-2016, agentul patogen *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* nu a fost observat în cazul variantei reprezentată de soiul de grâu Pajura, iar în cazul soiului Pitar s-a manifestat cu o valoare a gradului de atac de $0,06 \pm 0,06$, reprezentând cea mai mică valoare a gradului de atac înregistrată de acest agent patogen, în acest an agricol, pe când cea mai ridicată valoare a gradului de atac a fost înregistrată în dreptul soiului Dumbrava, fiind de $4,77 \pm 0,69\%$.

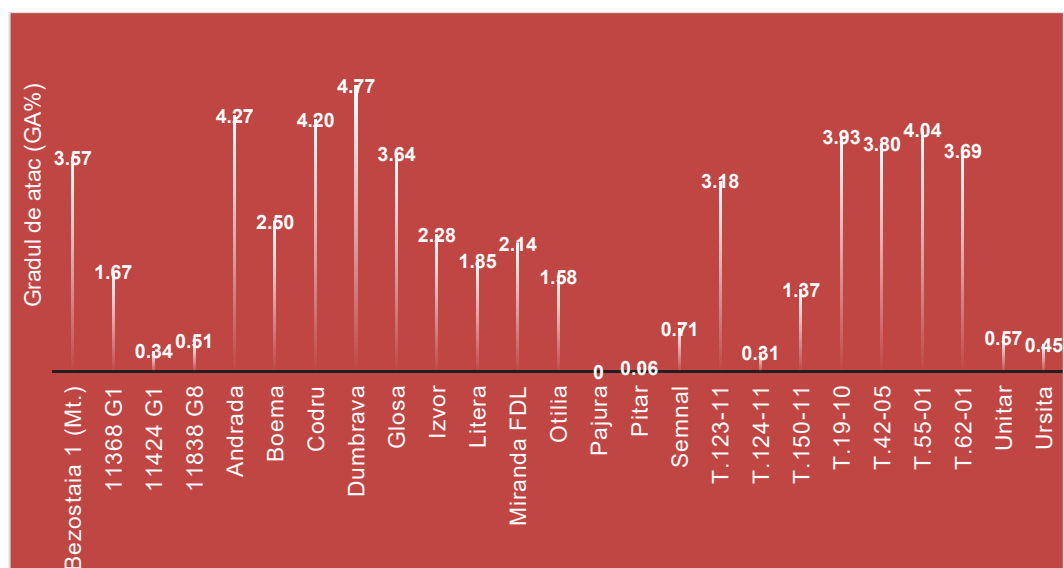


Fig. 6.16 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* în anul agricol 2015-2016 (original)

Fig. 6.16 The degree of attack of the pathogen *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* in the agricultural year 2017-2018 (original)

Comparativ cu agenții patogeni *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* și *Zymoseptoria tritici*, *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* s-a manifestat în acest an agricol cu cea mai ridicată presiune de infecție, motiv pentru care cele mai ridicate valori ale gradului de atac au fost observate în cazul său.

Dintre cultivarele studiate, genotipurile de grâu de toamnă T.55-01, Codru, Andrada și Dumbrava au înregistrat cele mai ridicate valori ale gradului de atac ale acestui agent patogen, valori ce au depășit pragul de 4,00%, fiind de $4,04 \pm 0,48\%$, $4,20 \pm 0,34\%$, $4,27 \pm 0,66\%$, respectiv $4,77 \pm 0,69\%$. Deși diferențele față de soiul martor, Bezostaia 1, au fost cuprinse între +0,47% și

+1,20%, în urma analizei statistice realizate, diferențele acestor trei cultive au fost considerate statistic nesemnificative (tabelul 6.7).

Tabelul 6.7

Table 6.7

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Puccinia tritici* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., în anul agricol 2015-2016 (original)
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Puccinia tritici* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., in the agricultural year 2015-2016 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	3,57±0,57	2,43	4,23	-	-	-
2	11368 G1	1,67±0,43	1,10	2,51	-1,90	0,063	NS
3	11424 G1	0,34±0,29	0,00	0,91	-3,23	0,002	**
4	11838 G8	0,51±0,31	0,00	1,06	-3,06	0,003	**
5	Andrada	4,27±0,66	3,15	5,42	0,70	0,487	NS
6	Boema	2,50±0,74	1,07	3,49	-1,07	0,293	NS
7	Codru	4,20±0,34	3,74	4,85	0,63	0,532	NS
8	Dumbrava	4,77±0,69	3,40	5,59	1,20	0,236	NS
9	Glosa	3,64±0,29	3,06	4,01	0,07	0,950	NS
10	Izvor	2,28±0,52	1,53	3,29	-1,29	0,202	NS
11	Litera	1,85±1,71	0,00	5,26	-1,72	0,092	NS
12	Miranda FDL	2,14±0,79	1,23	3,72	-1,43	0,160	NS
13	Otilia	1,58±1,41	0,00	4,38	-1,99	0,051	NS
14	Pajura	0,00±0,00	0,00	0,00	-3,57	0,001	**
15	Pitar	0,06±0,06	0,00	0,19	-3,51	0,001	**
16	Semnal	0,71±0,19	0,40	1,05	-2,86	0,006	**
17	T.123-11	3,18±1,39	1,44	5,94	-0,39	0,703	NS
18	T.124-11	0,31±0,04	0,25	0,39	-3,26	0,002	**
19	T.150-11	1,37±0,79	0,58	2,96	-2,20	0,033	*
20	T.19-10	3,93±0,35	3,23	4,36	0,36	0,720	NS
21	T.42-05	3,80±0,94	2,51	5,62	0,23	0,819	NS
22	T.55-01	4,04±0,48	3,31	4,55	0,47	0,643	NS
23	T.62-01	3,69±0,74	2,51	5,06	0,12	0,905	NS
24	Unitar	0,57±0,09	0,43	0,74	-3,00	0,004	**
25	Ursita	0,45±0,26	0,00	0,89	-3,12	0,003	**

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

Valori ale gradului de atac apropiate de pragul de 4,00% au fost semnalate în dreptul variantelor reprezentate de liniile de grâu T.19-10 și T.42-05, în cazul cărora agentul patogen s-a manifestat cu valori ale GA% de 3,93±0,35%, respectiv 3,80±0,94%. Pe lângă aceste genotipuri și în cazul cultivarelor T.62-01 (3,69±0,74%), Glosa (3,64±0,29%), T.123-11 (3,18±1,39) valorile GA% cu care ciuperca *Puccinia tritici* s-a manifestat au depășit pragul de 3,00%.

Dintre cultivarele de grâu studiate în acest an agricol, soiurile Boema, Izvor și Miranda FDL au înregistrat valori ale gradului de atac cuprinse în intervalul 2,00%-2,99%, iar genotipurile de grâu Litera, 11368G1, Otilia și T.150-11 au prezentat valori ale gradului de atac cuprinse în intervalul 1,00%-1,99%. Dintre aceste cultivare, doar linia de grâu T.150-11, a înregistrat o diferență față de soiul martor, care din punct de vedere statistic a fost semnificativă.

În cazul genotipurilor de grâu Semanl, Unitar, 11838G1, Ursita, 11424G1, T.124.11 și Pitar, diferențele față de martor a gradului de atac cu care agentul patogen s-a manifestat, în urma analizei statistice au fost considerate distinct semnificative. De asemenea, diferență statistic distinct semnificativă a fost stabilită și pentru soiul de grâu Pajura, în cazul căruia agentul patogen nu a fost identificat în acest an agricol.

În anul al doilea de observații, presiunea cauzată de agentul patogen a fost mai scăzută, acesta fiind observat doar în cazul a 12 cultivare (fig. 6.17).

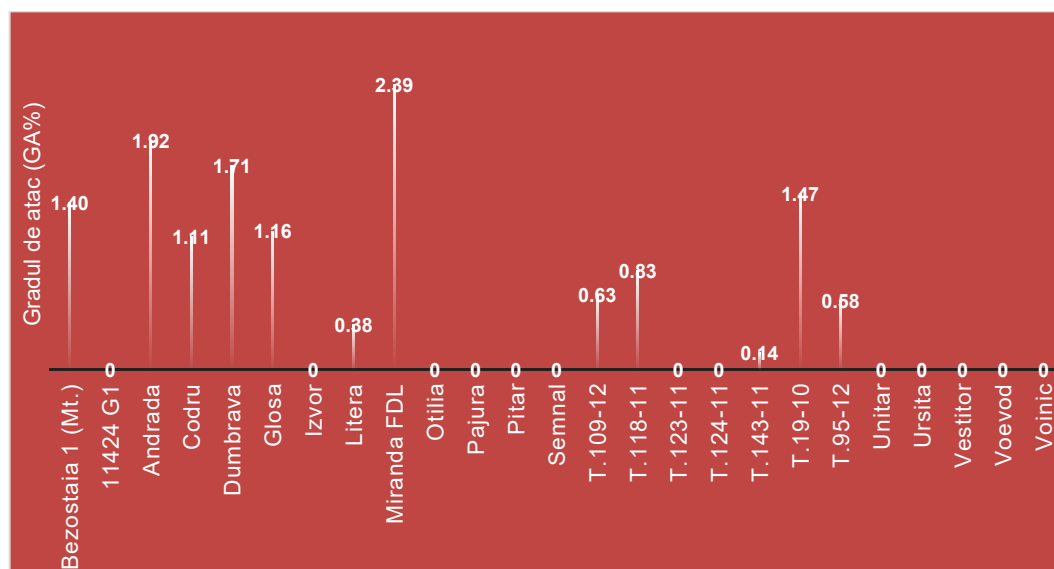


Fig. 6.17 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Puccinia tritici* f.sp. *tritici* în anul agricol 2016-2017 (original)

Fig. 6.17 The degree of attack of the pathogen *Puccinia tritici* f.sp. *tritici* in the agricultural year 2016-2017 (original)

Valoarea cea mai ridicată a gradului de atac, cu care s-a manifestat *Puccinia tritici* f.sp. *tritici* în anul agricol 2016-2017 a fost de $2,39 \pm 0,53\%$, observată în cazul variantei reprezentată de soiul de grâu Miranda FDL. Diferența dintre acest soi și martor a fost de 0,99%, iar sub aspect statistic această diferență a fost semnificativă (tabelul 6.8). Martorul experienței, soiul de grâu Bezostaia 1, a înregistrat un grad al atacului de $1,40 \pm 0,28\%$. Valori superioare față de martor, ale

gradului de atac au fost observate și în cazul cultivarelor T.19-10 ($1,47 \pm 0,74\%$), Dumbrava ($1,71 \pm 0,87$) și Andrada ($1,92 \pm 0,94$).

Tabelul 6.8

Table 6.8

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Puccinia triticea* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., în anul agricol 2016-2017 (original)
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Puccinia triticea* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., in the agricultural year 2016-2017 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	1,40±0,28	0,85	1,73	-	-	-
2	11424 G1	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
3	Andrada	1,92±0,94	0,38	3,61	0,52	0,290	NS
4	Codru	1,11±0,28	0,58	1,50	-0,29	0,554	NS
5	Dumbrava	1,71±0,87	0,00	2,88	0,31	0,527	NS
6	Glosa	1,16±0,21	0,74	1,39	-0,24	0,614	NS
7	Izvor	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
8	Litera	0,38±0,19	0,00	0,57	-1,02	0,040	*
9	Miranda FDL	2,39±0,53	1,44	3,27	0,99	0,048	*
10	Otilia	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
11	Pajura	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
12	Pitar	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
13	Semnal	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
14	T.109-12	0,63±0,41	0,00	1,41	-0,77	0,120	NS
15	T.118-11	0,83±0,17	0,51	1,10	-0,57	0,244	NS
16	T.123-11	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
17	T.124-11	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
18	T.143-11	0,14±0,14	0,00	0,42	-1,26	0,012	*
19	T.19-10	1,47±0,74	0,00	2,40	0,07	0,902	NS
20	T.95-12	0,58±0,18	0,28	0,90	-0,82	0,097	NS
21	Unitar	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
22	Ursita	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
23	Vestitor	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
24	Voevod	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**
25	Voinic	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,40	0,006	**

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

Analizând diferențele față de martor a valorilor gradului de atac, se poate observa că în majoritatea cazurilor în care agentul patogen a fost indentificat, diferența față de martor a gradului de atac a fost statistic nesemnificativă, existând însă trei excepții, una reprezentată de soiul de grâu Miranda FDL, în cazul căruia valoarea gradului de atac a fost de $2,39 \pm 0,53\%$, cu o diferență de 0,99% superioară martorului, care din punct de vedere statistic a fost semnificativă. Celelalte două excepții au fost reprezentate de

soiul Litera și linia de grâu T.143-11, în cazul cărora gradul de atac al agentului patogen a înregistrat valori de $0,38 \pm 0,19\%$, respectiv $0,14 \pm 0,14\%$, diferențele față de martor fiind de $-1,02\%$, respectiv $-1,26\%$, care din punct de vedere statistic sunt semnificative.

Diferențe statistic distinct semnificative au fost înregistrate în cazul variantelor reprezentate de cultivarele de grâu unde prezența agentului patogen nu a fost depistată.

În ultimul de an de observații agentul patogen *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* a fost observat în cazul a 13 variante din cele 25 studiate (fig. 6.18), motivul fiind reprezentat de condițiile climatice nefavorabile din primăvara acestui an agricol, în special a lipsei precipitațiilor atmosferice, care au făcut ca evoluția culturii de grâu să fie una alertă, astfel încât la momentul observării primelor simptome tipice bolii, frunzele plantelor de grâu erau uscate într-un procent însemnat.

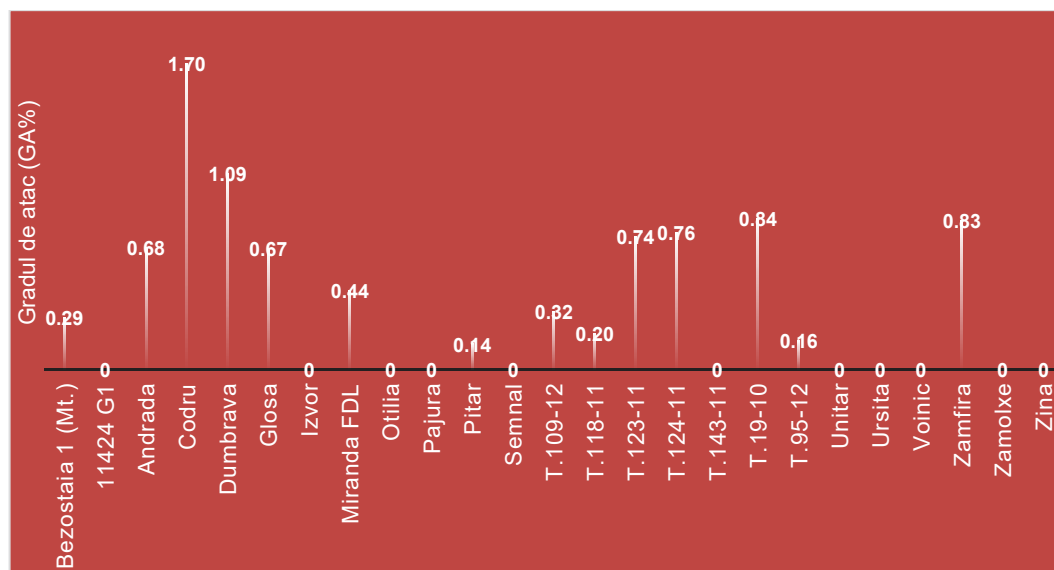


Fig. 6.18 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* în anul agricol 2017-2018 (original)

Fig. 6.18 The degree of attack of the pathogen *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* in the agricultural year 2017-2018 (original)

Cea mai ridicată valoare a gradului de atac, $1,70 \pm 0,20\%$, a fost înregistrată de soiul de grâu Codru. Martorul experienței, soiul de grâu Bezostaia 1, a înregistrat o valoare a gradului de atac de $0,29 \pm 0,02\%$, valoare ce a fost superioară cultivarelor Pitar, T.95-12 și T.118-11, dintre variantele în care prezența agentului patogen a fost identificată (tabelul 6.9).

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Puccinia triticina* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., în anul agricol 2017-2018 (original)
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Puccinia triticina* Eriks. f.sp. *tritici* Eriks. and Henn., in the agricultural year 2017-2018 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	0,29±0,02	0,27	0,32	-	-	-
2	11424 G1	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
3	Andrada	0,68±0,19	0,30	0,93	0,39	0,123	NS
4	Codru	1,70±0,20	1,30	1,98	1,41	<0,001	***
5	Dumbrava	1,09±0,14	0,93	1,37	0,80	0,002	**
6	Glosa	0,67±0,24	0,26	1,09	0,38	0,133	NS
7	Izvor	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
8	Miranda FDL	0,44±0,17	0,20	0,78	0,15	0,549	NS
9	Otilia	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
10	Pajura	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
11	Pitar	0,14±0,01	0,13	0,16	-0,15	0,558	NS
12	Semnal	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
13	T.109-12	0,32±0,17	0,11	0,66	0,03	0,895	NS
14	T.118-11	0,20±0,01	0,18	0,21	-0,09	0,719	NS
15	T.123-11	0,74±0,53	0,19	1,81	0,45	0,074	NS
16	T.124-11	0,76±0,40	0,19	1,53	0,47	0,065	NS
17	T.143-11	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
18	T.19-10	0,84±0,17	0,52	1,10	0,55	0,031	*
19	T.95-12	0,16±0,09	0,08	0,34	-0,13	0,622	NS
20	Unitar	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
21	Ursita	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
22	Voinic	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
23	Zamfira	0,93±0,28	0,39	1,27	0,64	0,013	*
24	Zamolxe	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS
25	Zina	0,00±0,00	0,00	0,00	-0,29	0,249	NS

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

În urma analizei statistice a diferențelor gradului de atac al ciupercii *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* înregistrate între cultivarele de grâu studiate și soiul martor, doar în cazul liniei de grâu T.19-10 și soiurilor Codru, Dumbrava, Zina diferențelor au avut semnificație statistică. În cazul soiului Codru diferența de +1,41% a fost statistic foarte semnificativă. Soiul Dumbrava a înregistrat o diferență (+0,80%) statistic distinct semnificativă, iar linia T.19-10 și soiul Zamfira au înregistrat diferențe statistic semnificative.

În cazul cultivarelor de grâu 11424G1, Izvor, Otilia, Pajura, Semnal, T.143-11, Unitar, Ursita, Voinic, Zamolxe și Zina, agentul patogen *Puccinia tritina* f.sp. *tritici* nu a fost depistat. Analizată sub aspect statistic, diferența

gradului de atac înregistrată de cultivarul martor, de +0,29%, față de aceste cultivare, care a fost redusă comparativ cu anii precedenți, a făcut ca în cazul genotipurilor de grâu unde agentul patogen nu a fost identificat, diferența să fie considerată a fi distinct semnificativă.

6.4 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks.

6.4 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks.

Ca urmare a observațiilor efectuate asupra culturii de grâu, în anul agricol 2017-2018, pe baza simptomelor caracteristice, reprezentate de prezența lagărelor cu uredospori ce apar poziționate sub forma de striuri de dimensiuni variabile, a fost observată în câmp ciuperca *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks ce produce rugina galbenă a grâului (fig. 6.19).

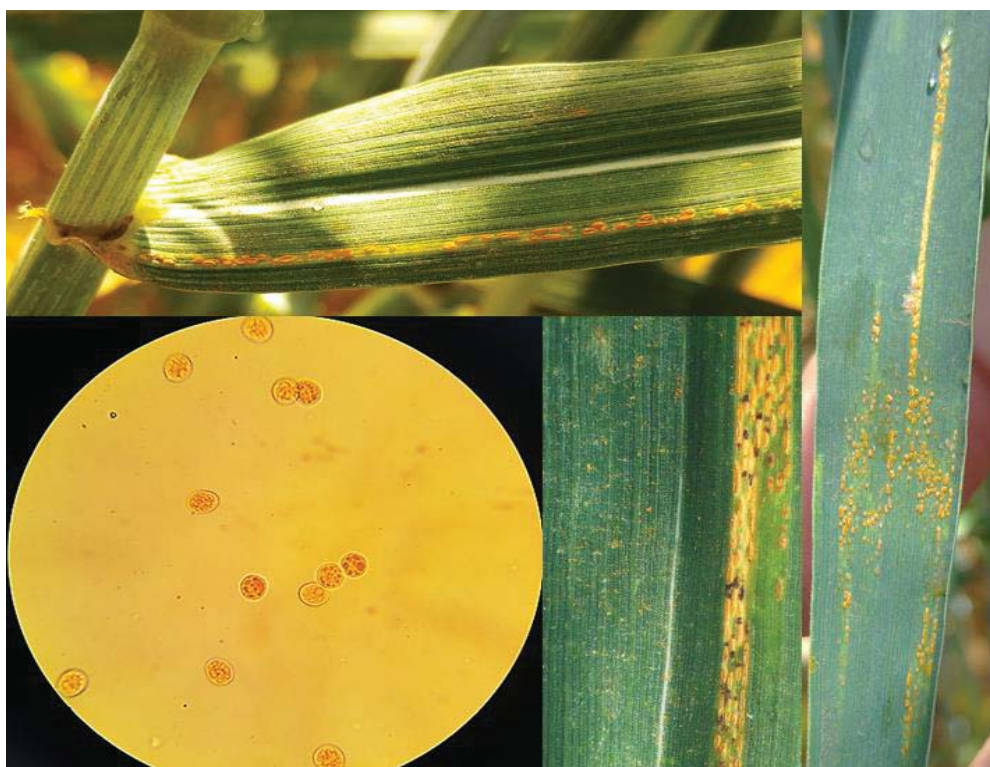


Fig. 6.19 *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* – simptome și uredospori pe planta de grâu (original)

Fig. 6.19 *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* - symptoms and uredospores on the wheat plant (original)

În anul agricol 2017-2018, ultimul an de observații, condițiile climatice au favorizat apariția agentului patogen *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, fiind singurul an, din perioada studiată, în care a fost observat.

Puccinia striiformis f.sp. *tritici* a fost semnalată în cazul a 10 variante din cele 25 studiate, cu valori ale gradului de atac cuprinse între $0,34 \pm 0,15\%$, soiul Voinic și $1,55 \pm 1,02\%$, valoare a gradului de atac înregistrată în cazul soiului martor al experienței, Bezostaia 1 (fig. 6.20).

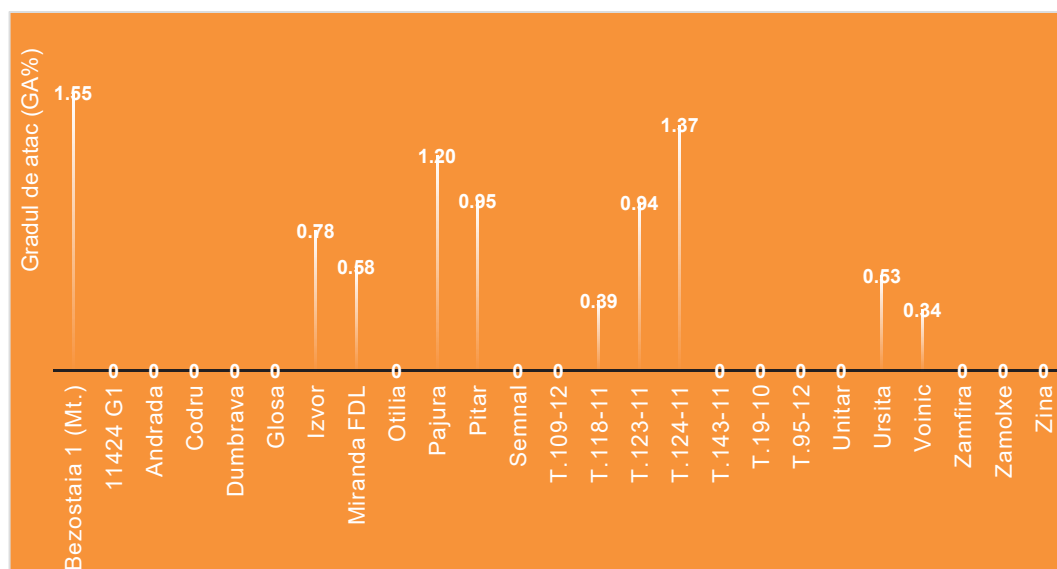


Fig. 6.20 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* în anul agricol 2017-2018 (original)

Fig. 6.20 The degree of attack of the pathogen *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in the agricultural year 2017-2018 (original)

În urma analizei statistice a diferențelor gradului de atac dintre cultivarele studiate și martor, cu excepția liniei de grâu T.118-11 și a soiului Voinic, în cazul cărora diferențele față de martor ($-1,16\%$, respectiv $-1,21\%$) au fost statistic semnificative, în cazul celorlalte variante unde agentul patogen a fost identificat, diferențele au fost nesemnificative din punct de vedere statistic (tabelul 6.10).

Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen
***Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks., în anul agricol 2017-2018 (original)**
Degree of attack (DA%) of the pathogen *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks.,
in the agricultural year 2017-2018 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Gradul de atac %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	1,55±1,02	0,29	3,58	-	-	-
2	11424 G1	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
3	Andrada	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
4	Codru	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
5	Dumbrava	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
6	Glosa	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
7	Izvor	0,78±0,19	0,49	1,14	-0,77	0,147	NS
8	Miranda FDL	0,58±0,30	0,24	1,17	-0,97	0,072	NS
9	Otilia	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
10	Pajura	1,20±0,76	0,31	2,70	-0,35	0,508	NS
11	Pitar	0,95±0,59	0,18	2,12	-0,60	0,263	NS
12	Semnal	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
13	T.109-12	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
14	T.118-11	0,39±0,22	0,10	0,83	-1,16	0,033	*
15	T.123-11	0,94±0,49	0,45	1,91	-0,61	0,253	NS
16	T.124-11	1,37±1,02	0,20	3,41	-0,18	0,736	NS
17	T.143-11	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
18	T.19-10	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
19	T.95-12	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
20	Unitar	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
21	Ursita	0,53±0,26	0,26	1,05	-1,02	0,060	NS
22	Voinic	0,34±0,15	0,06	0,56	-1,21	0,027	*
23	Zamfira	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
24	Zamolxe	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**
25	Zina	0,00±0,00	0,00	0,00	-1,55	0,005	**

NS – nesemnificativ ($P > 0,05$)

* – semnificativ ($P > 0,01$)

** – distinct semnificativ ($P > 0,001$)

*** – foarte semnificativ ($P < 0,001$)

În cazul soiurilor de grâu, unde agentul patogen nu a fost prezent, diferența dintre martor și aceste cultivare a fost din punct de vedere statistic considerată a fi distinct semnificativă.

6.5 Rezultate și discuții privind comportarea cultivarelor de grâu de toamnă la atacul ciupercii *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.

6.5 Results and discussions on the behavior of winter wheat cultivars on the attack of *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.

În cel de al doilea an de observații, anul agricol 2016-2017, în cadrul variantei reprezentată de soiul de grâu Glosa, pe tulpinile plantelor de grâu au fost observate pustule caracteristice ruginilor (fig. 6.21). În urma analizelor efectuate asupra plantelor bolnave a fost indentificată ciuperca *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn ce produce boala cunoscută sub denumirea de rugina neagră a grâului sau rugina paiului.



Fig. 6.21 Puccinia graminis f.sp. tritici simptome pe planta de grâu (original)

Fig. 6.21 Puccinia graminis f.sp. tritici symptoms on the wheat plant (original)

Pe cerealele atacate se dezvoltă pustule liniare ce conțin uredospori și teliospori, de 2-3 mm când sunt izolate, atingând și lungimi de 10-12 mm atunci când se unesc și iau forma unor striuri longitudinale, foarte evidente pe paiul plantei de grâu (fig. 6.22).

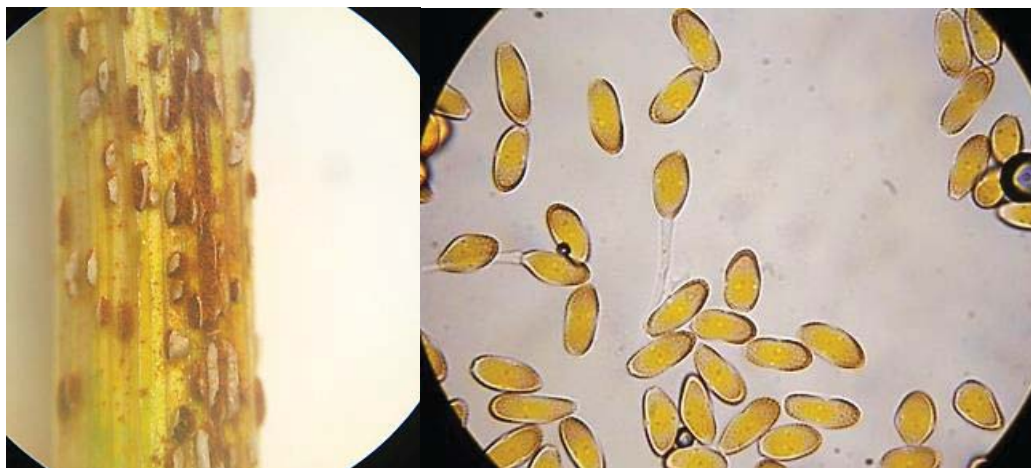


Fig. 6.22 *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* – aspecte microscopice (original)

Fig. 6.22 *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* – microscopic aspects (original)

Pentru varianta reprezentată de soiul de grâu de toamnă Glosa, unde agentul patogen a fost identificat, a fost calculată frecvența atacului agentului patogen, acesta înregistratând valoarea de 48,24%.

CAPITOLUL 7

CHAPTER 7

REZULTATE ȘI DISCUȚII PRIVIND BLACK POINT-UL

RESULTS AND DISCUSSION CONCERNING THE BLACK POINT

7.1 Incidența atacului de Black point în perioada 2016-2018

7.1 *Black point incidence during 2016-2018*

Black point-ul este o boală a grâului întâlnită în toate regiunile unde se cultivă această plantă și este caracterizat de modificarea culorii cariopselor de grâu, observându-se în mod special în zona embrionului (fig. 7.1). Boala poate fi o problemă atunci când în fenofazele timpurii de formare a cariopselor sunt înregistrate cantități ridicate de precipitații (Özer, 2005, Culshaw, 1988).



Fig. 7.1 Simptome de Black point pe cariopsele de grâu (original)
Fig. 7.1 *Black point symtoms in wheat kernels (original)*

Incidența Black point-ului a fost studiată pe parcursul a doi ani agricoli, 2016-2017, respectiv 2017-2018. Precipitațiile înregistrate în perioada de vegetație a grâului, pe parcursul acestor doi ani agricoli, au fost foarte diferite (tabelul 4.5), anul 2016-2017 fiind considerat un an ploios, deoarece în perioada martie-mai au căzut 320,2 mm precipitații atmosferice, iar anul agricol 2017-2018 a fost considerat un an secetos, deoarece pentru aceeași perioadă, cantitatea de precipitații înregistrată a fost de 91,6 mm, iar media multianuală a precipitațiilor aferentă acestei perioade este de 128,2 mm.

Incidența atacului de Black point asupra cariopselor de grâu în perioada studiată a fost influențată de precipitațiile înregistrate în primăvară, motiv pentru care, după cum poate fi observat în graficul din fig. 7.2, în anul agricol 2016-2017 incidența atacului de Black point a fost cu mult superioară valorilor înregistrate în anul agricol 2017-2018 (Gafencu ș.a., 2018a).

Valoarea cea mai ridicată a atacului de Black point, observată în urma analizării cariopselor de grâu recoltate în anul 2017, a fost înregistrată în cazul soiului de grâu Izvor, fiind de $29,27 \pm 0,98\%$, iar cea mai scăzută în cazul liniei de grâu T.123-11, fiind de $3,30 \pm 0,32\%$. În urma analizării cariopselor de grâu recoltate în anul 2018, cea mai ridicată valoare, $11,63 \pm 0,18\%$, s-a semnalat în cazul variantei reprezentată de linia de grâu T.19-10, iar valoarea cea mai scăzută, $1,20 \pm 0,15\%$, a fost înregistrată de linia de grâu T.95-12. Cu excepția liniei de grâu T.19-10, în cazul căreia incidența atacului de Black point a fost superioară în anul agricol 2017-2018, toate celelalte cultivare studiate au înregistrat valori superioare în anul agricol 2016-2017.

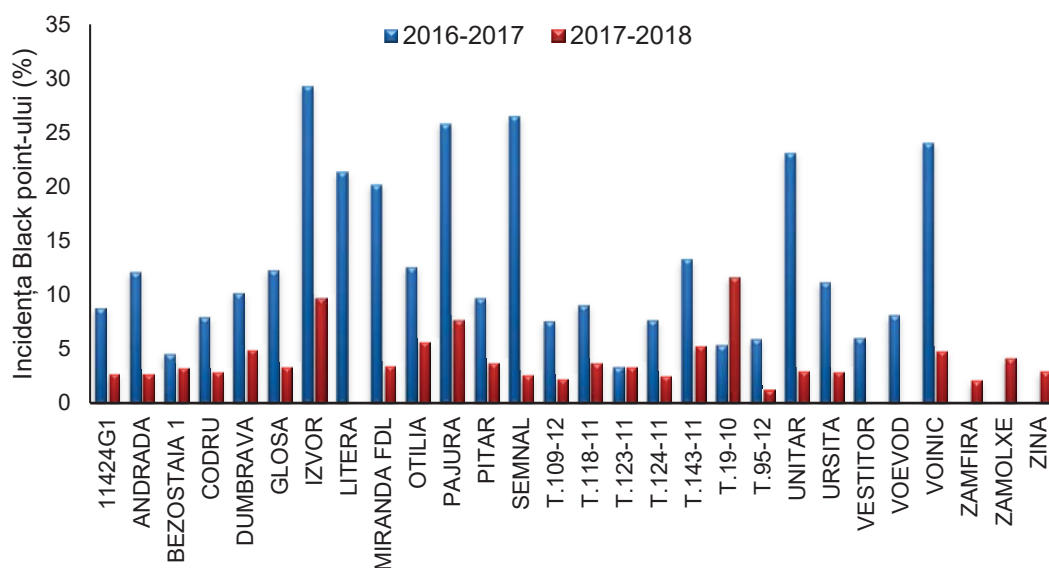


Fig. 7.2 Incidența atacului de Black point în perioada 2016-2018 (original)
 Fig. 7.2 Black point incidence during 2016-2018 (original)

Soiul de grâu Bezostaia 1, în anul agricol 2016-2017, a înregistrat o valoare a atacului de Black point de $4,57 \pm 0,27\%$. Analizând statistic diferențele înregistrate între cultivarele de grâu studiate și martor (tabelul 7.1), se observă că genotipurile de grâu T.123-11, T.19-10, T.95-12 și Vestitor au prezentat diferențe nesemnificative din punct de vedere statistic. În cazul celorlalte cultivare, diferențele au fost statistic asigurate, înregistrându-se în cazul a 16 genotipuri diferențe foarte semnificative statistic, toate fiind superioare valorii gradului de atac de Black point înregistrată de soiul Bezostaia 1. În cazul cultivarelor Codru, T.109-12, T.124-11 și Voevod diferențele față de martor au fost statistic distinct semnificative.

Tabelul 7.1

Table 7.1

Incidența atacului de Black point în anul agricol 2016-2017 (original)
Black point incidence in the agricultural year 2016-2017 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Incidența atacului %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	4,57±0,27	4,20	5,10	-	-	-
2	11424G1	8,73±0,35	8,2	9,4	4,16	<0,001	***
3	Andrada	12,13±0,69	11,3	13,5	7,56	<0,001	***
4	Codru	7,93±0,59	7,2	9,1	3,36	0,003	**
5	Dumbrava	10,13±0,61	9,0	11,1	5,56	<0,001	***
6	Glosa	12,27±0,49	11,4	13,1	7,70	<0,001	***
7	Izvor	29,27±0,98	28,0	31,2	24,70	<0,001	***
8	Litera	21,37±1,37	19,2	23,9	16,80	<0,001	***
9	Miranda FDL	20,20±1,27	18,0	22,4	15,63	<0,001	***
10	Otilia	12,53±0,65	11,3	13,5	7,96	<0,001	***
11	Pajura	25,83±1,53	23,1	28,4	21,26	<0,001	***
12	Pitar	9,73±0,61	8,7	10,8	5,16	<0,001	***
13	Semnal	26,50±0,97	25,2	28,4	21,93	<0,001	***
14	T.109-12	7,53±0,34	7,1	8,2	2,96	0,008	**
15	T.118-11	9,03±1,56	7,0	12,1	4,46	<0,001	***
16	T.123-11	3,30±0,32	2,8	3,9	-1,27	0,244	NS
17	T.124-11	7,67±0,20	7,3	8,0	3,10	0,006	**
18	T.143-11	13,27±0,35	12,7	13,9	8,70	<0,001	***
19	T.19-10	5,40±0,25	4,9	5,7	0,83	0,441	NS
20	T.95-12	5,93±0,03	5,9	6,0	1,36	0,209	NS
21	Unitar	23,10±0,21	22,7	23,4	18,53	<0,001	***
22	Ursita	11,17±0,24	10,7	11,5	6,60	<0,001	***
23	Vestitor	5,97±0,30	5,4	6,4	1,40	0,198	NS
24	Voevod	8,13±0,68	7,4	9,5	3,56	0,002	**
25	Voinic	24,03±0,85	22,7	25,6	19,46	<0,001	***

În anul agricol 2017-2018 incidența atacului de Black point a fost cu mult redusă față de anul precedent (tabelul 7.2). Cea mai ridicată valoare a atacului de Black point a fost înregistrată în cazul linie de grâu T.19-10, valoare ce a fost de $11,63 \pm 0,18\%$, aceasta fiind singura valoare ce a depășit

pragul de 10%. Din punct de vedere statistic diferența față de soiul martor (+8,43%) a fost foarte semnificativă. Și în cazul cultivarelor Otilia, Pajura, T.143-11 și T.95-12 sub aspect statistic diferențele semnalate au fost foarte semnificative. Dintre aceste cultivare, linia de grâu T.95-12 a înregistrat o diferență negativă față de martor, valoarea Black point-ului fiind inferioară soiului Bezostaia 1. Statistic, diferențele față de martor au fost asigurate și în cazul cultivarelor Dumbrava și Voinic, în cazul cărora diferența față de martor a fost distinct semnificativă, iar în cazul soiului de grâu Zamfira s-a înregistrat o diferență semnificativă din punct de vedere statistic.

Tabelul 7.2

Table 7.2

Incidența atacului de Black point în anul agricol 2017-2018 (original)
Black point incidence in the agricultural year 2017-2018 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Incidența atacului %	Min %	Max %	Diferența dintre cultivare și martor		
					%	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1 (Mt.)	3,20±0,30	2,6	3,5	-	-	-
2	11424G1	2,70±0,44	2,0	3,5	-0,50	0,351	NS
3	Andrada	2,70±0,46	1,9	3,5	-0,50	0,351	NS
4	Codru	2,83±0,41	2,2	3,6	-0,37	0,493	NS
5	Dumbrava	4,87±0,67	4,1	6,2	1,67	0,003	**
6	Glosa	3,30±0,25	2,8	3,6	0,10	0,851	NS
7	Izvor	9,67±0,32	9,3	10,3	6,47	<0,001	***
8	Miranda FDL	3,40±0,38	2,8	4,1	0,20	0,708	NS
9	Otilia	5,60±0,55	5,0	6,7	2,40	<0,001	***
10	Pajura	7,70±0,25	7,4	8,2	4,50	<0,001	***
11	Pitar	3,70±0,29	3,2	4,2	0,50	0,351	NS
12	Semnal	2,57±0,22	2,3	3,0	-0,63	0,239	NS
13	T.109-12	2,17±0,20	1,8	2,5	-1,03	0,057	NS
14	T.118-11	3,73±0,62	2,5	4,5	0,53	0,320	NS
15	T.123-11	3,27±0,15	3,0	3,5	0,07	0,901	NS
16	T.124-11	2,47±0,17	2,3	2,8	-0,73	0,174	NS
17	T.143-11	5,33±0,64	4,5	6,6	2,13	<0,001	***
18	T.19-10	11,63±0,18	11,3	11,9	8,43	<0,001	***
19	T.95-12	1,20±0,15	1,0	1,5	-2,00	<0,001	***
20	Unitar	2,90±0,10	2,8	3,1	-0,30	0,575	NS
21	Ursita	2,87±0,46	2,1	3,7	-0,33	0,533	NS
22	Voinic	4,77±0,38	4,2	5,5	1,57	0,005	**
23	Zamfira	2,07±0,41	1,4	2,8	-1,13	0,038	*
24	Zamolxe	4,20±0,32	3,6	4,7	1,00	0,066	NS
25	Zina	2,93±0,17	2,6	3,1	-0,27	0,618	NS

7.2 Influența atacului de Black point asupra masei a o mie de boabe

7.2 Black point influence on thousand grain weight

Analizând cariopsele de grâu recoltate în anii 2017 și 2018 (fig. 7.3), pentru a determina influența atacului de Black point asupra masei a o mie de boabe, se poate observa faptul că în cazul cariopselor ce prezintă simptome

caracteristice de Black point valoarea MMB-ului este mai mare față de MMB-ul cariopselor sănătoase (Gafencu ș.a., 2019).

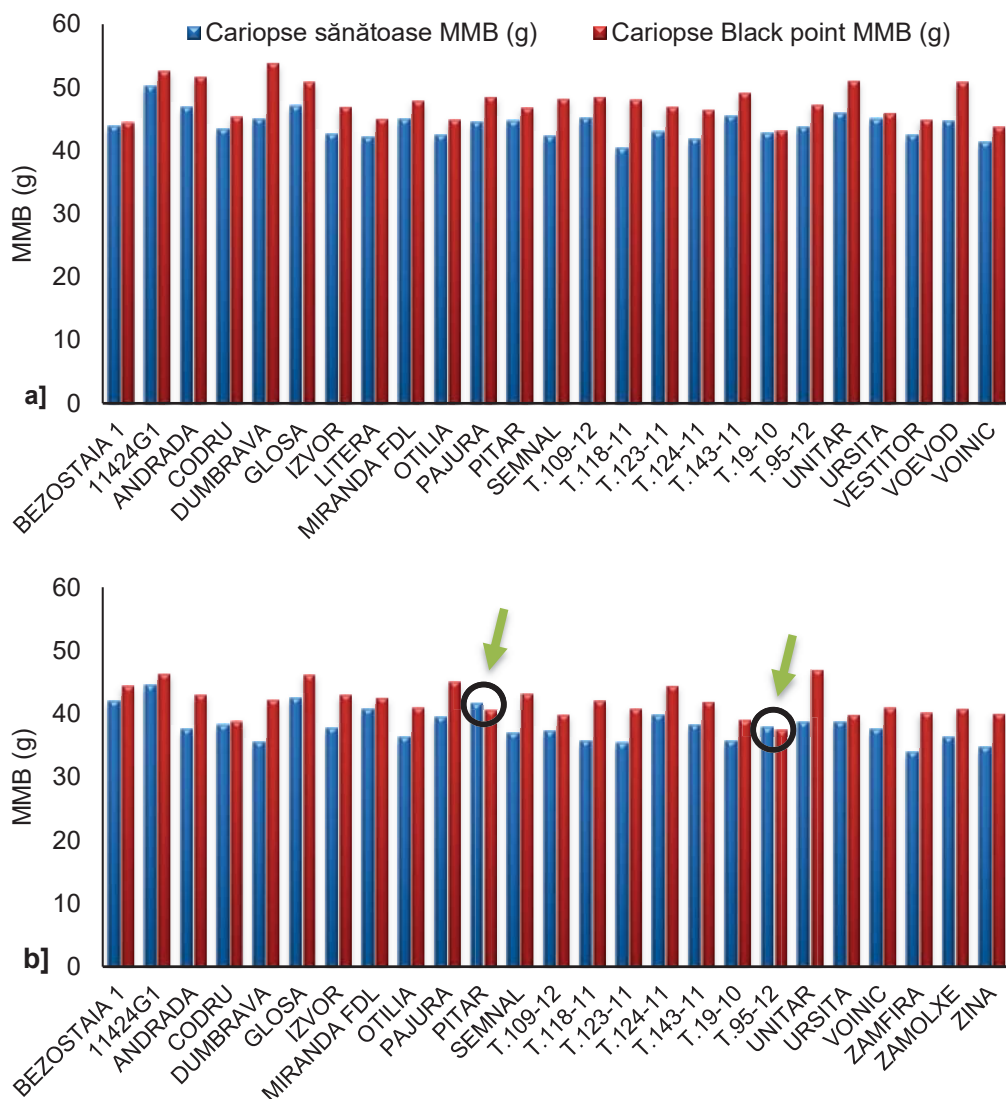


Fig. 7.3 Influența Black point-ului asupra masei a o mie de boabe
Cariopse recoltate în a) 2017 și b) 2018 (original)
Fig. 7.3 Black point influence on 1000 kernel weight
Kernels harvested in a) 2017 and b) 2018 (original)

Linia de grâu T.95-12 și soiul Pitar, recoltate în anul 2018, au fost singurele cultivare în cazul cărora valorile MMB-ului determinate pentru cariopsele sănătoase au fost superioare MMB-ului determinat pentru cariopsele ce prezentau simptome de Black point.

Analizând cariopsele de grâu, recoltate în anul 2017, din punct de vedere statistic, se poate observa, din tabelul 7.3, că între cariopsele sănătoase și cele ce prezentau simptome de Black point există diferențe importante, care sunt asigurate din punct de vedere statistic în majoritatea cazurilor. Sunt înregistrate patru excepții în cazul cultivarelor Bezoastaia 1, Codru, T.19-10 și Ursita, unde diferențele din punct de vedere statistic sunt nesemnificative. Cele mai mari diferențe ale MMB-ului existente între cariopsele sănătoase și cele cu Black point, provenite de la același cultivar, au fost înregistrate de soiul Dumbrava (+8,778 g în cazul cariopsele cu Black point), iar valori ale MMB-ului foarte apropiate între cariopsele sănătoase și cele bolnave au fost observate cazul liniei de grâu T.19-10, unde diferența a fost de 0,340 g între cele două categorii.

Tabelul 7.3
Table 7.3

Influența atacului de Black point asupra MMB-ului, în anul agricol 2016-2017 (original)
Black point influnece on TGW in the agricultural year 2016-2017 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Cariopse sănătoase (MMB g)	Cariopse bolnave (MMB g)	Diferența dintre cariopsele bolnave și cele sănătoase		
				g	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1	43,912±1,975	44,395±1,975	+0,483	0,635	NS
2	11424G1	50,199±0,954	52,596±0,955	+2,397	0,020	*
3	Andrada	46,840±0,949	51,639±0,949	+4,799	<0,001	***
4	Codru	43,382±0,814	45,358±0,814	+1,976	0,054	NS
5	Dumbrava	44,992±0,872	53,770±0,872	+8,778	<0,001	***
6	Glosa	47,087±0,389	50,876±0,389	+3,789	<0,001	***
7	Izvor	42,626±0,089	46,802±0,089	+4,176	<0,001	***
8	Litera	42,113±0,443	44,950±0,443	+2,837	0,006	**
9	Miranda FDL	44,972±0,331	47,868±0,331	+2,896	0,005	**
10	Otilia	42,433±0,527	44,861±0,527	+2,428	0,018	*
11	Pajura	44,434±0,125	48,401±0,125	+3,967	<0,001	***
12	Pitar	44,722±0,712	46,749±0,712	+2,027	0,048	*
13	Semnal	42,310±0,091	48,130±0,091	+5,820	<0,001	***
14	T.109-12	45,089±0,553	48,406±0,553	+3,317	0,001	**
15	T.118-11	40,417±0,699	48,083±0,699	+7,666	<0,001	***
16	T.123-11	43,017±1,168	46,866±1,168	+3,849	<0,001	***
17	T.124-11	41,750±0,920	46,407±0,920	+4,657	<0,001	***
18	T.143-11	45,485±0,149	49,101±0,149	+3,616	0,001	**
19	T.19-10	42,773±0,690	43,113±0,690	+0,340	0,738	NS
20	T.95-12	43,691±0,717	47,211±0,717	+3,520	0,001	**
21	Unitar	45,920±0,124	50,959±0,124	+5,039	<0,001	***
22	Ursita	45,034±1,180	45,848±1,180	+0,814	0,423	NS
23	Vestitor	42,450±0,337	44,849±0,337	+2,399	0,020	*
24	Voevod	44,680±0,201	50,863±0,201	+6,183	<0,001	***
25	Voinic	41,304±0,273	43,741±0,273	+2,437	0,018	*

Cultivarele de grâu 11424G1, Otilia și Pitar au înregistrat diferențe statistic semnificative între MMB-ul cariopselor sănătoase și MMB-ul

cariopselor atacate de Black point. În cazul cultivarelor de grâu Litera, Miranda FDL, T.109-12, T.143-11 și T.95-12 diferențele înregistrate între MMB-ul cariopselor sănătoase și a celor bolnave, în urma analizei statistice au fost asigurate, fiind distinct semnificative.

În cazul celor mai multe cultivare, recoltate în anul 2017, diferențele dintre MMB-ul cariopselor sănătoase și al celor bolnave au fost din punct de vedere statistic foarte semnificative. Masa a o mie de boabe a cariopselor de grâu provenite de la cultivarele recoltate în acest an agricol, 2016-2017, a fost mai mare în cazul cariopselor ce prezentau simptome de Black point, față de cele sănătoase, în cazul tuturor cultivarelor de grâu analizate.

În urma analizării cariopselor de grâu provenite de la genotipurile de grâu recoltate în anul 2018, în cazul cultivarelor Pitar și T.95-12 masa a o mie de boabe a fost mai mare în cazul cariopselor sănătoase, însă din punct de vedere statistic diferența a fost nesemnificativă (tabelul 7.4).

Tabelul 7.4

Table 7.4

Influența atacului de Black point asupra MMB-ului, în anul agricol 2017-2018 (original)
Black point influnece on TGW in the agricultural year 2017-2018 (original)

Nr. crt.	Cultivar	Cariopse sănătoase (MMB g)	Cariopse bolnave (MMB g)	Diferența dintre cariopsele bolnave și cele sănătoase		
				g	Valoare P	Semnificație
1	Bezostaia 1	42,005±0,814	44,391±1,022	+2,386	0,053	NS
2	11424G1	44,495±0,653	46,273±0,169	+1,778	0,148	NS
3	Andrada	37,493±0,648	42,945±1,732	+5,452	<0,001	***
4	Codru	38,292±0,358	38,764±1,077	+0,472	0,700	NS
5	Dumbrava	35,453±0,320	42,143±0,613	+6,690	<0,001	***
6	Glosa	42,490±0,613	46,140±0,454	+3,650	0,003	**
7	Izvor	37,747±0,426	42,936±0,392	+5,189	<0,001	***
8	Miranda FDL	40,725±0,464	42,397±1,299	+1,672	0,173	NS
9	Otilia	36,347±0,468	40,985±0,662	+4,638	<0,001	***
10	Pajura	39,416±0,710	45,085±0,486	+5,669	<0,001	***
11	Pitar	41,662±0,843	40,615±0,761	-1,047	0,393	NS
12	Semnal	36,938±1,080	43,147±0,843	+6,209	<0,001	***
13	T.109-12	37,271±0,556	39,776±0,540	+2,505	0,043	*
14	T.118-11	35,628±0,659	42,070±0,327	+6,442	<0,001	***
15	T.123-11	35,439±1,530	40,762±1,455	+5,323	<0,001	***
16	T.124-11	39,700±0,363	44,311±0,811	+4,611	<0,001	***
17	T.143-11	38,197±0,310	41,760±0,377	+3,563	0,004	**
18	T.19-10	35,618±1,113	38,970±0,878	+3,352	0,007	**
19	T.95-12	37,893±0,555	37,386±2,116	-0,507	0,679	NS
20	Unitar	38,694±0,982	46,828±1,006	+8,134	<0,001	***
21	Ursita	38,720±0,095	39,713±1,324	+0,993	0,418	NS
22	Voinic	37,496±1,083	40,981±0,636	+3,485	0,005	**
23	Zamfira	33,874±0,880	40,154±0,713	+6,280	<0,001	***
24	Zamolxe	36,326±0,206	40,711±1,085	+4,385	0,001	**
25	Zina	34,645±0,199	39,894±1,092	+5,249	<0,001	***

În urma analizei statistice a valorilor masei a o mie de boabe înregistrate de cultivarele de grâu studiate în acest an agricol, diferențele dintre MMB-ul cariopselor sănătoase și al celor bolnave au fost nesemnificative în cazul a șapte cultivare, Bezostaia 1, 11424G1, Codru, Miranda FDL, Pitar, T.95-12 și Ursita. Diferență statistic semnificativă a fost înregistrată într-un singur caz, reprezentat de linia de grâu T.109-12. Cultivarele de grâu Glosa, T.143-11, T.19-10, Voinic și Zamolxe au înregistrat diferențe statistice distinct semnificative între masa a o mie de boabe a cariopselor sănătoase și a celor bolnave.

Sub aspect statistic cele mai multe diferențe între MMB-ul cariopselor sănătoase și al celor bolnave au fost foarte semnificative, acestea fiind observate în cazul a 12 cultivare: Andrada, Dumbrava, Izvor, Otilia, Pajura, Semnal, T.118-11, T.123-11, T.124-11, Unitar, Zamfira și Zina.

7.3 Determinarea microorganismelor asociate cu Black point-ul

7.3 Determination of the microorganisms associated with Black point

Black point-ul este asociat cu diferite microorganisme, atât bacterii cât și ciuperci, în categoria ciupercilor fiind cuprinse peste o sută de specii diferite. Cele mai frecvente microorganisme asociate cu Black pointul sunt specii ale genului *Alternaria*, în mod special *Alternaria alternata* și *Alternaria tenuis*. Pe lângă aceste microorganisme, din categoria ciupercilor, asociate în mod frecvent cu această boală sunt și genurile *Cladosporium*, *Fusarium*, *Cochliobolus*, *Chaetomium*, *Drechslera*, ș.a. (Özer, 2004, El-Gremi, 2017, Wilson, 1993)

Pentru determinarea microorganismelor responsabile pentru Black point în cazul cultivarelor studiate în cercetarea de față au fost analizate cariopsele de grâu ce prezentau simptome caracteristice acestei boli.

În urma studierii cariopselor bolnave au fost identificate cinci genuri de ciuperci: *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Chaetomium* spp. și *Cochliobolus* spp. Dintre aceste microorganisme, *Alternaria* a fost genul predominant, fiind întâlnit în cazul tuturor cultivarelor analizate. *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Chaetomium* spp. și *Cochliobolus* spp. au fost observate cu o frecvență scăzută.

Datele cuprinse în tabelul 7.5 reflectă ciupercile asociate cu Black point-ul cariopselor de grâu provenite de la cultivarele recoltate în anul 2017. *Alternaria* spp. a fost observată în cazul tuturor cultivarelor, numărul coloniilor izolate oscilând în funcție de cultivarul studiat. Cele mai multe colonii (14,3) au fost izolate de pe cariopsele de grâu provenite de la soiul Bezostaia 1. În cazul acestui soi de grâu au fost observate și 2 colonii de *Cladosporium* spp.

Numărul mediu de colonii miceliene identificate de pe cariopsele de grâu, recoltate în 2017, cu simptome de Black point (original)
The average number of fungal colonies identified from wheat kernels, harvested in 2017, with Black point symptoms (original)

Nr. crt.	Cultivar	Incidența Black point-ului (%)	Alternaria spp.	Cladosporium spp.	Fusarium spp.	Chaetomium spp.	Cochliobolus spp.
1	Bezostaia 1	4,57±0,27	14,3	2,0	0,0	0,0	0,0
2	11424G1	8,73±0,35	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Andrada	12,13±0,69	8,6	0,6	0,0	0,0	0,0
4	Codru	7,93±0,59	7,6	2,3	0,0	0,0	0,0
5	Dumbrava	10,13±0,61	11,6	0,6	0,0	0,0	0,0
6	Glosa	12,27±0,49	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Izvor	29,27±0,98	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Litera	21,37±1,37	6,3	0,6	0,6	0,0	0,0
9	Miranda FDL	20,20±1,27	7,6	0,6	0,0	0,0	0,0
10	Otilia	12,53±0,65	7,3	0,0	0,0	0,0	0,3
11	Pajura	25,83±1,53	10,3	0,3	0,3	1,0	0,0
12	Pitar	9,73±0,61	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Semnal	26,50±0,97	3,6	0,6	0,6	0,0	0,0
14	T.109-12	7,53±0,34	6,6	0,6	0,0	0,0	0,0
15	T.118-11	9,03±1,56	4,6	0,3	0,0	0,0	0,0
16	T.123-11	3,30±0,32	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0
17	T.124-11	7,67±0,20	8,6	0,3	0,0	0,0	0,3
18	T.143-11	13,27±0,35	7,3	0,0	0,3	0,0	0,0
19	T.19-10	5,40±0,25	4,6	0,3	0,0	0,0	0,0
20	T.95-12	5,93±0,03	8,3	1,3	1,3	0,3	0,0
21	Unitar	23,10±0,21	5,6	0,3	0,3	0,0	0,0
22	Ursita	11,17±0,24	7,3	0,6	0,0	0,0	0,0
23	Vestitor	5,97±0,30	6,3	0,3	0,0	0,0	0,0
24	Voevod	8,13±0,68	12,6	0,0	0,3	0,0	0,0
25	Voinic	24,03±0,85	8,3	1,6	0,0	0,0	0,0

Tabelul 7.6
Table 7.6

Numărul mediu de colonii miceliene identificate de pe cariopsele de grâu, recoltate în 2018, cu simptome de Black point (original)
The average number of fungal colonies identified from wheat kernels, harvested in 2018, with Black point symptoms (original)

Nr. crt.	Cultivar	Incidența Black point-ului (%)	Alternaria spp.	Cladosporium spp.	Fusarium spp.	Chaetomium spp.	Cochliobolus spp.
1	Bezostaia 1	3,20±0,30	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0
2	11424G1	2,70±0,44	6,3	0,6	0,0	0,0	0,0
3	Andrada	2,70±0,46	12,6	0,0	0,6	0,0	0,0
4	Codru	2,83±0,41	5,0	0,6	0,0	0,0	0,0
5	Dumbrava	4,87±0,67	9,3	2,3	0,0	0,0	0,0
6	Glosa	3,30±0,25	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Izvor	9,67±0,32	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Miranda FDL	3,40±0,38	11,3	0,0	0,6	0,0	0,0
9	Otilia	5,60±0,55	5,6	1,0	0,0	0,0	0,0
10	Pajura	7,70±0,25	7,3	1,6	0,0	0,0	0,0
11	Pitar	3,70±0,29	2,6	0,0	0,3	0,0	0,0
12	Semnal	2,57±0,22	3,3	0,3	0,0	0,0	0,0
13	T.109-12	2,17±0,20	3,0	1,6	0,0	0,0	0,0
14	T.118-11	3,73±0,62	4,3	0,3	0,0	0,0	0,0
15	T.123-11	3,27±0,15	4,6	0,0	0,0	0,3	0,0
16	T.124-11	2,47±0,17	2,6	0,3	0,0	0,0	0,0
17	T.143-11	5,33±0,64	5,6	1,3	0,0	0,3	0,0
18	T.19-10	11,63±0,18	4,6	0,6	0,3	0,0	0,0
19	T.95-12	1,20±0,15	2,3	1,0	0,3	0,0	0,0
20	Unitar	2,90±0,10	3,3	1,0	0,6	0,0	0,0
21	Ursita	2,87±0,46	2,6	1,0	0,0	0,0	0,0
22	Voinic	4,77±0,38	5,0	1,6	0,0	0,0	0,0
23	Zamfira	2,07±0,41	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	Zamolxe	4,20±0,32	3,0	1,3	0,0	0,0	0,0
25	Zina	2,93±0,17	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Cladosporium spp. a mai fost identificat și de pe cariopsele de grâu provenite de la cultivarele de grâu Andrada, Codru, Dumbrava, Glosa, Litera, Miranda FDL, Pajura, Semnal, T.109-12, T.118-11, T.124-11, T.19-10, T.95-12, Unitar, Ursita, Vestitor și Voinic.

Cel de al treilea microorganism identificat de pe cariopsele de grâu cu simptome de Black point, recoltate în anul 2017, a fost reprezentat de *Fusarium* spp. a cărui prezență a fost observată în cazul a șapte cultivare: Litera, Pajura, Semnal, T.143-11, T.95-12, Unitar și Vestitor.

Chaetomium spp. a fost identificat de pe cariopsele de grâu bolnave ce au provenit de la soiul Pajura și linia de grâu T.95-12. De asemenea, în cazul a două cultivare, soiul Otilia și linia T.124-11, de pe cariopsele bolnave a fost izolat și *Cochliobolus* spp.

Dintre cultivarele analizate, în nici unul dintre cazuri nu au fost indentificate toate cele cinci ciuperci. În cazul soiului Pajura și liniei de grâu T.95-12 au fost indentificate câte patru microorganisme.

În urma analizării cariopselor de grâu provenite de la cultivarele de grâu recoltate în anul 2018 s-a observat faptul că incidența atacului de Black point a fost inferioară anului precedent, iar dintre cele cinci microorganisme identificate în urma analizării cariopselor din anul 2017, în acest an au fost observate doar patru dintre acestea: *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp. și *Chaetomium* spp.

Aternaria spp. a fost identificată în cazul tuturor cariopselor analizate. Numărul cultivarelor de grâu de pe a căror cariopse a fost identificat *Cladosporium* spp. a fost redus în acest an comparativ cu anul precedent, cultivarele în cazul cărora ciuperca a fost indentificată fiind reprezentate de 11424G1, Codru, Dumbrava, Otilia, Pajura, Semnal, T.109-12, T.118-11, T.124-11, T.143-11, T.19-10, T.95-12, Unitar, Ursita, Voinic și Zamolxe (tabelul 7.6).

Fusarium spp. a fost indentificat în cazul cultivarelor de grâu reprezentate de soiurile Andrada, Miranda FDL, T.19-10, T.95-12 și Unitar.

Dintre ciupercile identificate în urma analizării cariopselor de grâu cu simptome de Black point recoltate în anul 2018, *Chaetomium* spp. a fost identificat în două cazuri, reprezentate de linii de grâu T.123-11 și T.143-11.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI VIITOARE

Pe baza cercetărilor efectuate în perioada 2015-2018 cu privire la comportarea unui sortiment de 35 de cultivare de grâu în condițiile climatice caracteristice acestei perioade, față de agenții patogeni, în condiții de infecție naturală s-au conturat o serie de concluzii:

Condițiile de mediu, reprezentate cu precădere de precipitațiile atmosferice și temperatura aerului, sunt factori determinanți asupra creșterii și dezvoltării plantelor de grâu, reflectându-se direct asupra elementelor de productivitate și producției de cariopse.

Condițiile climatice caracteristice celor trei ani agricoli, pe parcursul cărora s-a desfășurat experiența, au fost diferite, atât din privința temperaturilor înregistrate, cât și mai mult, datorită cantității de precipitații căzute și a modului de distribuție a acestora pe parcursul perioadei de vegetație a culturii de grâu.

Sub aspectul temperaturilor înregistrate, o diferență notabilă a fost observată în perioada aprilie-mai a anului 2018, pe parcursul fenofazei de creștere intensă – înflorit a culturii de grâu, atunci când temperatura medie a fost cu peste 2,5°C superioară mediei multianuale a ultimului secol și mediei multianuale a ultimului deceniu, aferente acestei perioade. Per ansamblu însă, temperatura medie anuală a celor trei ani agricoli, a fost cu aproximativ 1°C peste media multianuală a ultimului deceniu, observându-se astfel tendința curentă de creștere a temperaturiilor medii existentă la nivel global.

Sub aspectul precipitațiilor atmosferice căzute pe parcursul perioadei studiate, diferențele între cei trei ani agricoli, dar și diferențele față de valorile medii multianuale sunt foarte mari. Analizând suma totală a precipitațiilor căzute pe parcursul întregului an agricol, putem spune că toți cei trei ani au fost mai bogați în precipitații. Diferențele între suma precipitațiilor căzute pe parcursul fiecărui an agricol studiat și suma medie multianuală a ultimul secol și a ultimului deceniu a precipitațiilor au fost pozitive, înregistrându-se un excedent de precipitații de 150 mm, 632 mm, respectiv 170 mm în cei trei ani agricoli studiați.

Analizând distribuția precipitațiilor pe principalele fenofaze ale culturii de grâu s-a observat că în cazul unora dintre ele cantitatea de precipitații nu a acoperit necesarul de apă al culturii de grâu. Din acest punct de vedere, luna iunie a anului 2017, care se suprapune cu fenofaza de umplere a boabelor, a fost secetoasă, iar perioada aprilie-mai a anului 2018, care se suprapune cu perioada de creștere intensă – înflorit a fost foarte secetoasă.

În anii de experimentare au fost identificate următoarele boli foliare:

- Făinarea grâului, produsă de *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, cu forma conidiană *Oidium monilioides* Link.;

- Septorioza frunzelor de grâu, produsă de *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis;

- Rugina brună sau rugina frunzelor de grâu, produsă de *Puccinia triticina* Eriks. (sin. *Puccinia recondita* Rob. ex Desm.) f.sp. *tritici* Eriks. and Henn.

- Rugina galbenă a grâului, produsă de *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks.;

- Rugina neagră a grâului sau rugina paiului, produsă de *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.

Pe lângă bolile foliare observate în cultura grâului pe parcursul perioadei de cercetare o altă boală identificată și supusă studierii a fost reprezentată de Black point.

Între condițiile climatice, în mod deosebit între precipitațiile atmosferice și frecvența și incidența atacului agenților patogeni ce produc boli grâului s-a observat o legătură strânsă. Dintre cei trei ani studiați, anul agricol 2016-2017 a fost anul în care a fost înregistrată cea mai mare cantitate de precipitații. În acest an agricol agenții patogeni s-au manifestat cu cele mai ridicate valori ale gradului de atac.

Blumeria graminis f.sp. *tritici* a fost identificată în toți cei trei ani agricoli studiați. Cu excepția soiurilor de grâu Dumbrava și Unitar, în anul agricol 2015-2016, în cazul cărora prezența agentului patogen nu a fost observată, gradul de atac cu care agentul patogen s-a manifestat a variat pe parcursul celor trei ani de cercetare, iar în cadrul fiecărui sezon studiat, a fost diferit în funcție de comportamentul fiecărui cultivar de grâu studiat.

În anul agricol 2015-2016, valoarea cea mai ridicată a gradului de atac cu care *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* s-a manifestat a fost de $3,80 \pm 0,93\%$ și a fost notată în dreptul soiului de grâu Miranda FDL.

În anul agricol 2016-2017 *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* a întâlnit condiții climatice prielnice, motiv pentru care valorile gradului de atac cu care agentul patogen s-a manifestat în acest an au fost superioare anului precedent pentru majoritatea cultivarelor de grâu studiate. Valoarea cea mai ridicată a gradului de atac cu care *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* s-a manifestat a fost de $4,16 \pm 0,74\%$ și a fost notată în dreptul soiului de grâu Andrada.

În condițiile anului agricol 2017-2018, *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* a fost observată în cazul tuturor cultivarelor de grâu. Și în acest an agricol agentul patogen a prezentat valori ale gradului de atac ridicate; cea mai

mare valoare a fost de $4,00 \pm 1,28\%$, înregistrată în cazul soiului de grâu Miranda FDL.

Zymoseptoria tritici (anamorf *Septoria tritici*) a fost observată de asemenea în toți cei trei ani agricoli pe parcursul cărora a fost desfășurată cercetarea. Boala a fost observată în cazul tuturor cultivarelor de grâu studiate.

În anul agricol 2015-2016, valoarea cea mai ridicată a gradului de atac cu care *Zymoseptoria tritici* s-a manifestat a fost de $1,78 \pm 0,10\%$ și a fost notată în dreptul liniei de grâu 11838 G1.

În anul agricol 2016-2017 condițiile climatice au creat condiții bune pentru dezvoltarea bolii, motiv pentru care valorile gradului de atac ale agentului patogen, în acest an, au fost superioare anului precedent în cazul majorității cultivarelor de grâu studiate. Valoarea cea mai ridicată a gradului de atac cu care *Zymoseptoria tritici* s-a manifestat a fost de $3,84 \pm 0,65\%$ și a fost notată în dreptul liniei de grâu T.95-12.

În condițiile anului agricol 2017-2018, *Zymoseptoria tritici* a fost observată în cazul tuturor cultivarelor de grâu. În acest an agricol agentul patogen a fost identificat cu valori ale gradului de atac scăzute, datorită condițiilor climatice nefavorabile întâlnite în primăvară anului 2018. Cea mai mare valoare a fost de $1,66 \pm 0,20\%$, înregistrată în cazul soiului de grâu Pitar.

Puccinia triticina f.sp. *tritici* a fost cel de al treilea și ultimul agent patogen identificat în toți cei trei ani de cercetare. Comparativ cu *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* și *Zymoseptoria tritici*, *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* s-a manifestat cu valori ale frecvenței atacului mult mai dinamice.

În anul agricol 2015-2016, cu excepția soiului de grâu Pajura unde nu a fost identificat agentul patogen, simptomele caracteristice bolii au fost observate în cazul tuturor cultivare de grâu studiate. Valoarea cea mai ridicată a gradului de atac a fost de $4,77 \pm 0,69\%$, înregistrată în cazul soiului de grâu Dumbrava.

În anul agricol 2016-2017 prezența agentului patogen a fost observată în cazul a 12 cultivare de grâu din cele 25 studiate. Cea mai ridicată valoare a gradului de atac a fost notată în dreptul soiului de grâu Miranda FDL și a fost de $2,39 \pm 0,53\%$.

Sub influența condițiilor climatice întâlnite în anul agricol 2017-2018, prezența ciupercii *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* a fost notată în cazul a 14 cultivare din cele 25 studiate în acest an. Valorile gradului de atac, în cazul cultivarelor unde agentul patogen a fost observat, au fost mai reduse față de valorile gradului de atac înregistrate în primii doi ani de cercetare. Acest lucru este motivat de faptul că infecțiile produse de agentul patogen au fost

realizate atunci când cultura grâului se afla într-un stadiu avansat de dezvoltare, favorizat de temperaturile ridicate și lipsa precipitațiilor din primavara anului 2018. Valoarea cea mai ridicată cu care agentul patogen s-a manifestat a fost de $1,70 \pm 0,20\%$ și a fost notată în dreptul soiului de grâu Codru.

Puccinia striiformis f.sp. *tritici* a fost observată în anul agricol 2017-2018 în cazul a 10 cultivare de grâu din cele 25 studiate. Prezența agentului patogen în cultura de grâu nu este normală pentru această zonă a țării, însă condițiile climatice pot favoriza agentul patogen să producă infecții și în zonele în care în anii normali din punct de vedere climatic nu este prezent. Valoarea cea mai ridicată a gradului de atac cu care agentul patogen s-a manifestat a fost de $1,55 \pm 1,02\%$, înregistrată de către martorul experienței, soiul de grâu Bezostaia 1. Cultivarele în cazul cărora prezența agentului patogen a fost observată au fost reprezentate de soiurile de grâu Izvor, Miranda FDL, Pajura, Pitar, Ursita și Voinic și liniile de grâu T.118-11, T.123-11 și T.124-11.

Puccinia graminis f.sp. *tritici* poate fi considerată o excepție, deoarece a fost observată într-un singur an, anul agricol 2016-2017 și în cazul unui singur cultivar, soiul de grâu Glosa. Frecvența cu care agentul patogen s-a manifestat a fost de 48,24%.

Simptomele caracteristice atacului de Black point observate în masa de cariopse recoltate în anul 2017 au impus demararea unor analize și asupra acestei boli a grâului.

Studiind incidența atacului de Black point asupra cariopselor de grâu recoltate în 2017 și 2018 s-a observat faptul că prezența Black point-ului este strâns legată de condițiile climatice, în mod special de precipitații. Cantitatea ridicată de precipitații înregistrată în primăvara anului 2017, în fazele inițiale de formare a cariopselor de grâu, a favorizat prezența Black point-ului, motiv pentru care în acest an agricol incidența atacului de Black point a fost cu mult superioară incidenței atacului stabilită în urma analizei cariopselor de grâu recoltate în 2018, atunci când, în primăvară, cantitatea de precipitații căzută a fost neînsemnată.

În cazul cariopselor de grâu recoltate în 2017, valoarea cea mai ridicată a atacului de Black point a fost de $29,27 \pm 0,98\%$, înregistrată în cazul soiului de grâu Izvor, iar în cazul cariopselor de grâu recoltate în 2018, valoarea cea mai ridicată a atacului de Black point a fost de $11,63 \pm 0,18\%$, înregistrată în cazul liniei de grâu T.19-10. În cazul acestui cultivar incidența atacului de Black point a fost superioară în anul al doilea de observații. În dreptul

celorlalte cultivare analizate, incidența atacului de Black point a fost superioară în cazul cariopselor de grâu recoltate în anul 2017.

Studiind influența atacului de Black point asupra masei a o mie de boabe (MMB) s-a observat faptul că în cazul cariopselor ce prezentau simptome caracteristice bolii MMB-ul a fost superior față de cel înregistrat de cariopsele sănătoase. Acest aspect a fost observat atât în cazul cariopselor recoltate în anul 2017, cât și în 2018, existând două excepții, soiul Pitar și linia de grâu T.95-12, recoltate în anul 2018, pentru care valoarea MMB-ului a fost superioară în cazul cariopselor sănătoase.

Ca urmare a studiului cu privire la microorganismele asociate cu atacul de Black point, au fost identificate cinci ciuperci responsabile pentru această boală: *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Chaetomium* spp. și *Cochliobolus* spp.

Alternaria spp. a fost izolată în cazul tuturor cultivarelor de grâu studiate. *Cladosporium* spp. a fost izolat în cazul a 17 cultivare de grâu recoltate în 2017 și în cazul a 16 cultivare de grâu recoltate în 2018. *Fusarium* spp. a fost izolată de pe 6 cultivare, atât în anul 2017, cât și în anul 2018. *Chaetomium* spp. a fost izolat de pe cariopsele de grâu provenite de la 2 cultivare de grâu în ambii ani studiați, iar *Cochliobolus* spp. a fost izolat doar în cazul cariopselor de grâu recoltate în 2017, fiind observat la două din cultivarele analizate.

Producția la cultura grâului de toamnă, ca de altfel la oricare altă cultură, reprezintă cel mai important elemente urmărit în momentul recoltatului. În condițiile tehnologice aplicate în perioada de cercetarea producția de cariopse a fost elementul cel mai dinamic în cazul tuturor variantelor studiate.

În primul an de cercetare, anul agricol 2015-2016, producțiile obținute au fost cuprinse între $3551,14 \pm 66,22$ kg/ha, în cazul soiului Pajura și $6633,22 \pm 171,72$ kg/ha, producție înregistrată de soiul Unitar.

În cel de al doilea an de cercetare, anul agricol 2016-2017, producțiile obținute au fost cuprinse între $5866,77 \pm 194,38$ kg/ha, în cazul soiului martor Bezostaia 1 și $8659,54 \pm 248,25$ kg/ha, producție înregistrată de soiul Ursita.

În cel de al treilea an de cercetare, anul agricol 2017-2018, producțiile obținute au fost cuprinse între $4780,50 \pm 425,78$ kg/ha, în cazul liniei de grâu T.118-11 și $7064,18 \pm 416,52$ kg/ha, producție înregistrată de soiul Ursita.

Influența condițiilor climatice este reflectată și în producțiile obținute de cultivarele de grâu studiate în cei trei ani de cercetare. Prezența precipitațiilor și acoperirea cerințelor față de apă a culturii de grâu în primăvara anului 2017

este observată în randamentele înregistrate, în acest an obținându-se cele mai ridicate producții de cariopse. Din punct de vedere al producțiilor obținute, pe cel de al doilea loc se situează anul agricol 2017-2018. Deși precipitațiile înregistrate în primăvara anului 2018 au fost reduse, precipitațiile înregistrate în toamnă au favorizat răsărirea uniformă, astfel încât în primăvară cultura grâului era bine dezvoltată și a reușit să diminueze efectele stresului hidric, în schimb, în anul agricol 2015-2016, precipitațiile reduse din perioada de vegetație împreună cu seceta din perioada semănatului au dus către obținerea celor mai scăzute producții de cariopse, dintre cei trei ani studiați.

Ca urmare a studiului efectuat, fiecare cultivar de grâu analizat poate fi caracterizat prin prisma producției și elementelor de productivitate, precum și prin prisma rezistenței față de agenții patogeni frecvent întâlniți în zona de nord-est a Moldovei.

○ **Bezostaia 1**– martorul experienței (3 ani de experimentare)

Producția: 3857,29±120,46 kg/ha – 5866,77±194,38 kg/ha.

MMB-ul: 42-45 g.

MH: 71-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

○ **11424 G1** (3 ani de experimentare)

Producția: 4819,56±54,25 kg/ha – 6469,94±238,94 kg/ha.

MMB-ul: 45-52 g.

MH: 75-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Andrada** (3 ani de experimentare)

Producția: 5296,39±28,20 kg/ha – 7004,02±259,31 kg/ha.

MMB-ul: 39-49 g.

MH: 73-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Foarte sensibil**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Codru** (3 ani de experimentare)

Producția: 5095,36±102,04 kg/ha – 7147,66±516,64 kg/ha.

MMB-ul: 38-48 g.

MH: 73-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Dumbrava** (3 ani de experimentare)

Producția: 4416,71±83,81 kg/ha – 6963,15±139,25 kg/ha.

MMB-ul: 36-49 g.

MH: 73-78 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Glosa** (3 ani de experimentare)

Producția: 5165,46±45,47 kg/ha – 6554,06±129,37 kg/ha.

MMB-ul: 42-49 g.

MH: 74-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

Puccinia graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

○ **Izvor** (3 ani de experimentare)

Producția: 4269,77±86,62 kg/ha – 6955,46±308,08 kg/ha.

MMB-ul: 39-46 g.

MH: 72-81 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

○ **Miranda FDL** (3 ani de experimentare)

Producția: 5201,57±88,82 kg/ha – 8005,70±545,17 kg/ha.

MMB-ul: 41-46 g.

MH: 72-78 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Sensibil**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

○ **Otilia** (3 ani de experimentare)

Producția: 5422,43±207,14 kg/ha – 7884,54±477,29 kg/ha.

MMB-ul: 38-43 g.

MH: 75-85 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Pajura** (3 ani de experimentare)

Producția: 3551,14±66,22 kg/ha – 7438,19±343,61 kg/ha.

MMB-ul: 42-47 g.

MH: 75-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

○ **Pitar** (3 ani de experimentare)

Producția: 4558,00±221,52 kg/ha – 6702,62±380,16 kg/ha.

MMB-ul: 42-47 g.

MH: 74-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

○ **Semnal** (3 ani de experimentare)

Producția: 5904,54±683,02 kg/ha – 7463,46±237,04 kg/ha.

MMB-ul: 38-47 g.

MH: 71-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **T.123-11** (3 ani de experimentare)

Producția: 4359,87±194,48 kg/ha – 6853,89±823,38 kg/ha.

MMB-ul: 38-47 g.

MH: 73-81 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

○ **T.124-11** (3 ani de experimentare)

Producția: 4304,56±148,32 kg/ha – 7470,01±336,07 kg/ha.

MMB-ul: 39-45 g.

MH: 75-81 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

○ **T.19-10** (3 ani de experimentare)

Producția: 4789,01±202,33 kg/ha – 6609,05±281,76 kg/ha.

MMB-ul: 37-44 g.

MH: 72-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Unitar** (3 ani de experimentare)

Producția: 6406,32±109,17 kg/ha – 8518,11±450,52 kg/ha.

MMB-ul: 39-49 g.

MH: 74-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Ursita** (3 ani de experimentare)

Producția: 5991,77±123,05 kg/ha – 8659,54±248,25 kg/ha.

MMB-ul: 39-45 g.

MH: 75-81 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

○ **Litera 2015-2017** (2 ani de experimentare, 2015-2017)

Producția: 4304,08±125,28 kg/ha – 6304,44±982,74 kg/ha.

MMB-ul: 41-44 g.

MH: 76-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

- **T.109-12** (2 ani de experimentare, 2016-2018)
 Producția: 6374,40±298,94 kg/ha – 7215,77±254,79 kg/ha.
 MMB-ul: 37-47 g.
 MH: 72-80 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**
- **T.118-11** (2 ani de experimentare, 2016-2018)
 Producția: 4780,50±425,78 kg/ha – 7091,88±236,84 kg/ha.
 MMB-ul: 37-45 g.
 MH: 71-79 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**
- **T.143-11** (2 ani de experimentare, 2016-2018)
 Producția: 6599,47±257,37 kg/ha – 7765,58±397,94 kg/ha.
 MMB-ul: 39-47 g.
 MH: 75-80 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat rezistent**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**
- **T.95-12** (2 ani de experimentare, 2016-2018)
 Producția: 6733,64±829,37 kg/ha – 6960,76±84,45 kg/ha.
 MMB-ul: 39-48 g.
 MH: 71-79 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**
- **Voinic 2016-2018** (2 ani de experimentare, 2016-2018)
 Producția: 6499,43±230,30 kg/ha – 7562,01±130,81 kg/ha.
 MMB-ul: 38-43 g.
 MH: 76-82 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat rezistent**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

- **11368 G1** (1 an de experimentare, 2015-2016)

Producția: 5589,19±35,72 kg/ha.

MMB-ul: 43 g.

MH: 76 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --

- **11838 G8** (1 an de experimentare, 2015-2016)

Producția: 4579,24±66,07 kg/ha.

MMB-ul: 43 g.

MH: 76 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --

- **Boema** (1 an de experimentare, 2015-2016)

Producția: 4534,99±105,59 kg/ha.

MMB-ul: 41 g.

MH: 76 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --

- **T.150-11** (1 an de experimentare, 2015-2016)

Producția: 6383,79±42,50 kg/ha.

MMB-ul: 44 g.

MH: 76 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Rezistent**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --

- **T.42-05** (1 an de experimentare, 2015-2016)

Producția: 4781,61±208,05 kg/ha.

MMB-ul: 42 g.

MH: 74 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --

- **T.55-01** (1 an de experimentare, 2015-2016)
 Producția: 6138,55±229,91 kg/ha.
 MMB-ul: 46 g.
 MH: 74 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Rezistent**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --
- **T.62-01** (1 an de experimentare, 2015-2016)
 Producția: 4200,27±269,96 kg/ha.
 MMB-ul: 40 g.
 MH: 72 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Rezistent**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --
- **Vestitor** (1 an de experimentare, 2016-2017)
 Producția: 7380,98±225,00 kg/ha.
 MMB-ul: 41 g.
 MH: 79 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat rezistent**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --
- **Voevod** (1 an de experimentare, 2016-2017)
 Producția: 6701,42±433,06 kg/ha.
 MMB-ul: 49 g.
 MH: 81 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat sensibil**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: --
- **Zamfira** (1 an de experimentare, 2017-2018)
 Producția: 6781,08±127,90 kg/ha.
 MMB-ul: 35 g.
 MH: 72 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**
Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderat rezistent**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Zamolxe** (1 an de experimentare, 2017-2018)

Producția: 6500,97±72,47 kg/ha.

MMB-ul: 37 g.

MH: 73 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat sensibil**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderat rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Zine** (1 an de experimentare, 2017-2018)

Producția: 6106,40±514,38 kg/ha.

MMB-ul: 36 g.

MH: 69 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderat rezistent**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Rezistent**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

În cazul cultivarelor care au făcut parte din experiență pe întreaga perioadă de cercetare, producția cea mai scăzută a fost înregistrată în anul agricol 2015-2016, cu excepția soiurilor de grâu Semnal și Unitar, în cazul cărora cele mai mici producții au fost semnalate în anul 2017-2018. Producțiile cele mai ridicate au fost observate în anul agricol 2016-2017, atunci când condițiile climatice au fost favorabile creșterii și dezvoltării plantei de grâu, fiind observată însă și o excepție, reprezentată de soiul de grâu Glosa, care în acest an agricol a înregistrat o producție inferioară față de producția obținută în anul agricol 2017-2018. Acest lucru poate fi explicat de prezența agentului patogen *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*, observat în varianta reprezentată de acest soi de grâu.

Studierea comportamentului cultivarelor de grâu, în mod special al celor autohtone, trebuie să prezinte în permanență o atenție deosebită din partea specialiștilor și cercetătorilor din domeniul agricol. Fermierii trebuie să aibă acces și să cunoască informații legate de genotipurile de grâu prezente pe piața din România, astfel încât să facă cele mai bune alegeri atunci când trebuie să stabilească sortimentul de soiuri sau hibrizi pe care vor să îl cultive. Alegerea celui mai pretabil cultivar nu garantează obținerea unor randamente superioare, însă alegerea unui cultivar care nu se pretează condițiilor de mediu din zona în care se va cultiva poate face ca investițiile realizate în cultura grâului să nu fie valorificate la capacitate maximă.

CONCLUSIONS AND FUTURE RECOMMENDATIONS

Based on the research carried out between 2015-2018 on 35 wheat varieties, in the climatic conditions specific of this period, against wheat pathogens, under natural infection conditions, a series of conclusions were drawn:

Environmental conditions, mainly represented by atmospheric precipitation and air temperature, are determining factors for the growth and development of wheat plants, reflecting directly on the productivity elements and production of kernels.

Climatic conditions specific for the three agricultural years during which the experience was carried out, were different in terms of temperatures due to the amount of rainfall and the water distribution across the wheat vegetation period.

In terms of recorded temperatures, a notable difference was observed between April and May 2018, during the intense growth - blooming growth stages of wheat when the average temperature was with more than 2.5° C above the multi-annual average of the last century and multi-annual average over the last decade, related to this period. Overall, the annual average temperature of the three agricultural years investigated was about 1°C above the multi-annual average of the last decade, being observed the current global warming trend.

Regarding atmospheric precipitation during the studied period, the differences between the three agricultural years, as well as the differences in the multi-annual average values were very high. Taking into account the total amount of rainfall recorded over the entire agricultural year, we can say that all three years were richer in precipitation. Positive differences were observed between the sum of precipitations fallen during each agricultural year studied and the multi-annual average of the last century and the last decade, with a surplus of 150 mm, 632 mm, and 170 mm, respectively.

Overall analysis of the distribution of precipitations on the main wheat growth stages showed that in some cases the amount of precipitation did not cover the required water demand. From this point of view, June 2017, which overlaps with the grain filling stage, drought was recorded, while in April-May 2018, which overlaps with the intense growth period - blooming, was extensively affected by drought.

In the research period, the following foliar diseases were identified:

Powdery mildew, caused by *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f.sp. *tritici* Em. Marchal, anamorph *Oidium monilioides* Link.;

Septoria tritici blotch, caused by *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaed. & Crous, anamorph *Septoria tritici* Berk. & M.A. Curtis;

Brown rust or wheat leaf rust, caused by *Puccinia triticina* Eriks. (sin. *Puccinia recondita* Rob. ex Desm.) f.sp. *tritici* Eriks. and Henn.

Yellow rust or stripe rust of wheat, caused by *Puccinia striiformis* Westend. f.sp. *tritici* Eriks.;

Black rust or stem rust of wheat, caused by *Puccinia graminis* Pers.:Pers. f.sp. *tritici* Eriks. & E. Henn.

Among climatic conditions, in particular, between atmospheric precipitation and the frequency and incidence of pathogens incidence in wheat, a close relationship has been observed. Of the three years studied, the agricultural year 2016-2017 was the year when the highest precipitation level was recorded. Similarly, in the same year pathogens showed the highest levels of attack.

Blumeria graminis f.sp. *tritici* were identified in all three agricultural years studied. For the Dumbrava and Unitar wheat varieties, in the 2015-2016 agricultural year, no pathogen infection was not observed, while for the other varieties the pathogen degree of attack varied over the three years of research, and within each season, depending on the behaviour of each wheat variety studied.

In 2015-2016, the highest *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* attack degree value, of $3.80 \pm 0.93\%$ was observed for the wheat variety Miranda FDL.

In 2016-2017 *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* encountered favourable climatic conditions, reason why recoded values of the degree of attack were higher to the previous year data recoded for most studied wheat varieties. The highest degree of attack value for *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, of $4.16 \pm 0.74\%$ was observed for the wheat variety Andrada.

Similarly, for 2017-2018, *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* was observed in all wheat varieties. Moreover, in this year, the pathogen showed high attack rates, with the highest value of $4.00 \pm 1.28\%$, recorded for the wheat variety Miranda FDL.

Zymoseptoria tritici (anamorph *Septoria tritici*) was also observed during all three agricultural years during which the research was carried out. This disease was observed in all studied wheat varieties.

In the agricultural year 2015-2016, the highest rate of attack with which *Zymoseptoria tritici* was manifested was $1.78 \pm 0.10\%$ for the 1838 G1 wheat line.

In 2016-2017, climatic conditions created good premises for the development of the disease, reason for which the degree of attack values recorded in this year were superior to the previous year for the majority of wheat cultivars investigated. The highest rate of *Zymoseptoria tritici* attack, of $3.84 \pm 0.65\%$, was recorded for the T.95-12 wheat line.

Under the conditions of the agricultural year 2017-2018, *Zymoseptoria tritici* was observed in all wheat varieties. However, in this year, the pathogen showed low attack rates due to the unfavourable climatic conditions encountered in the spring of 2018. The highest attack value, of $1.66 \pm 0.20\%$, was recorded for the Pitar wheat variety.

Puccinia triticina f.sp. *tritici* was the third and last pathogen identified in all three years of research. Compared to *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* and *Zymoseptoria tritici*, *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* manifested much more dynamic attack degree values.

In 2015-2016, with the exception of the Pajura wheat variety where the pathogen infection was not noticed, disease specific symptoms were observed in all wheat cultivars studied. The highest attack degree, of $4.77 \pm 0.69\%$, was recorded for the Dumbrava wheat variety.

In 2016-2017, pathogen infection was observed for 12 wheat varieties out of the total of 25 studied. The highest attack degree value, of $2.39 \pm 0.53\%$, was observed for the wheat variety Miranda FDL.

Under the influence of the climatic conditions encountered in the agricultural year 2017-2018, the presence of the fungus *Puccinia triticina* f.sp. *tritici* was recorded for 14 cultivation of the 25 studied this year.

The attack degree values for wheat varieties where the pathogen was observed were lower than the levels recorded in the first two years of research. This is due to the fact that pathogenic infections were made when the wheat crop was in an advanced stage of development, favoured by high temperatures and lack of rainfall in the spring of 2018. The highest value which the pathogen manifested, of $1.70 \pm 0.20\%$, was observed for the Codru wheat variety.

Puccinia striiformis f.sp. *tritici* was recorded, in the agricultural year 2017-2018, in 10 out of the 25 wheat varieties studied. The presence of the pathogen in wheat crop is not normal for this area of the country, but favourable climatic conditions may stimulate the pathogen to cause infections

in areas where is not present, under normal climatic years. The highest attack degree with which the pathogen was observed, of $1.55 \pm 1.02\%$, was registered for the control variant of the experiments, namely, Bezostaia 1 wheat variety. Pathogen presence and specific symptoms were observed in the wheat varieties Izvor, Miranda FDL, Pajura, Pitar, Ursita and Voinic and wheat lines T.118-11, T.123-11 and T.124-11.

Generally, *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* can be considered an exception because it has been observed only in one out of three years, in 2016-2017, and in the case of only one cultivar, the wheat variety Glosa. The frequency with which the pathogen was manifested was of 48.24%.

Characteristic symptoms for Black point attack observed in the mass of kernels harvested in 2017, determinate a more thorough investigation of this wheat disease.

Studying the incidence of Black point attack on wheat kernels harvested in 2017 and 2018, it was observed that the presence of Black point is closely related to climatic conditions, especially precipitation. The high amount of rainfall recorded in the spring of 2017 in the early stages of wheat kernels development favoured the development of Black point, reason for which in this year Black point attack was far superior attack s recorded for wheat kernels harvested in 2018, when the amount of rainfall in the spring was insignificant.

Studying the influence of the Black point attack on the thousand grains weight (TGW), it was observed that in case of kernels showing symptoms characteristic of the disease, TGW was superior to that recorded by healthy kernels. This aspect was observed both in kernels harvested in 2017 and in 2018, with two exceptions, the Pitar variety and the wheat line T.95-12, harvested in 2018, where the value of the TGW was superior to healthy kernels.

Studies on microorganisms associated with the Black point attack, revealed five fungi responsible for this disease: *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Chaetomium* spp. and *Cochliobolus* spp.

Alternaria spp. has been isolated from all studied wheat varieties. *Cladosporium* spp. was isolated in case of 17 wheat varieties harvested in 2017 and in 16 wheat varieties harvested in 2018. *Fusarium* spp. was isolated from 6 cultivars harvested in 2017 and also 6 cultivars harvested in 2018. *Chaetomium* spp. was isolated from 2 wheat cultivars in both studied years, and *Cochliobolus* spp. was isolated only in case of wheat kernels harvested in 2017, being observed only in two cultivars.

Winter wheat yields, similar to other crop, is the most important element at the time of harvesting. Under technological conditions applied during the research period, the yields of kernels values was the most dynamic element. In the first year of research, 2015-2016, the lowest yield, of 551.14 ± 66.22 kg/ha were recorded for the Pajura variety, while the highest yield, of 6633.22 ± 171.72 kg/ha, was registered in case of the Unitar variety.

In the second year of research, 2016-2017, the yields obtained were between 5866.77 ± 194.38 kg/ha for Bezostaia 1 and 8659.54 ± 248.25 kg/ha, for the Ursita variety.

In the third year of research, 2017-2018, the yields obtained were between 4780.50 ± 425.78 kg/ha for the wheat line T.118-11 and 7064.18 ± 416.52 kg/ha, for the Ursita variety.

The influence of climatic conditions is also reflected in the wheat varieties yields recorded during the three years of research. Increased precipitation levels and good coverage of water requirements for wheat, in the spring of 2017, was observed in the yields recorded, that were higher than previous years. From the point of view of the yield production, in the second place is the agricultural year 2017-2018. Although, the rainfall recorded in the spring of 2018 has been reduced, rainfall in the autumn has favoured uniform emergence, so wheat crops were well developed in spring and managed to mitigate the effects of water stress, instead in the 2015-2016 agricultural year, when the low rainfall of the growing season together with the drought during the sowing period led to the lowest kernels production in this agricultural year, when compared with the other studied years.

As a result of this research, each wheat cultivar investigated can be characterised by production and productivity elements, as well as by the resistance to commonly encountered pathogens in the northeast part of Moldova.

○ **Bezostaia 1** – control variant (3 years of research)

Yield: 3857.29 ± 120.46 kg/ha – 5866.77 ± 194.38 kg/ha.

TKW: 42-45 g.

HM: 71-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (S. *tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

○ **11424 G1** (3 years of research)

Yield: 4819.56±54.25 kg/ha – 6469.94±238.94 kg/ha.

TKW: 45-52 g.

HM: 75-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Andrada** (3 years of research)

Yield: 5296.39±28.20 kg/ha – 7004.02±259.31 kg/ha.

TKW: 39-49 g.

HM: 73-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Highly susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Codru** (3 years of research)

Yield: 5095.36±102.04 kg/ha – 7147.66±516.64 kg/ha.

TKW: 38-48 g.

HM: 73-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Dumbrava** (3 years of research)

Yield: 4416.71±83.81 kg/ha – 6963.15±139.25 kg/ha.

TKW: 36-49 g.

HM: 73-78 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Glosa** (3 years of research)

Yield: 5165.46±45.47 kg/ha – 6554.06±129.37 kg/ha.

TKW: 42-49 g.

HM: 74-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

Puccinia graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

○ **Izvor** (3 years of research)

Yield: 4269.77±86.62 kg/ha – 6955.46±308.08 kg/ha.

TKW: 39-46 g.

HM: 72-81 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

○ **Miranda FDL** (3 years of research)

Yield: 5201.57±88.82 kg/ha – 8005.70±545.17 kg/ha.

TKW: 41-46 g.

HM: 72-78 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

○ **Otilia** (3 years of research)

Yield: 5422.43±207.14 kg/ha – 7884.54±477.29 kg/ha.

TKW: 38-43 g.

HM: 75-85 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Pajura** (3 years of research)

Yield: 3551.14±66.22 kg/ha – 7438.19±343.61 kg/ha.

TKW: 42-47 g.

HM: 75-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

○ **Pitar** (3 years of research)

Yield: 4558.00±221.52 kg/ha – 6702.62±380.16 kg/ha.

TKW: 42-47 g.

HM: 74-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

○ **Semnal** (3 years of research)

Yield: 5904.54±683.02 kg/ha – 7463.46±237.04 kg/ha.

TKW: 38-47 g.

HM: 71-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **T.123-11** (3 years of research)

Yield: 4359.87±194.48 kg/ha – 6853.89±823.38 kg/ha.

TKW: 38-47 g.

HM: 73-81 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

○ **T.124-11** (3 years of research)

Yield: 4304.56±148.32 kg/ha – 7470.01±336.07 kg/ha.

TKW: 39-45 g.

HM: 75-81 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

○ **T.19-10** (3 years of research)

Yield: 4789.01±202.33 kg/ha – 6609.05±281.76 kg/ha.

TKW: 37-44 g.

HM: 72-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Unitar** (3 years of research)

Yield: 6406.32±109.17 kg/ha – 8518.11±450.52 kg/ha.

TKW: 39-49 g.

HM: 74-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **Ursita** (3 years of research)

Yield: 5991.77±123.05 kg/ha – 8659.54±248.25 kg/ha.

TKW: 39-45 g.

HM: 75-81 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

○ **Litera 2015-2017** (2 years of research, 2015-2017)

Yield: 4304.08±125.28 kg/ha – 6304.44±982.74 kg/ha.

TKW: 41-44 g.

HM: 76-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

○ **T.109-12** (2 years of research, 2016-2018)

Yield: 6374.40±298.94 kg/ha – 7215.77±254.79 kg/ha.

TKW: 37-47 g.

HM: 72-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

○ **T.118-11** (2 years of research, 2016-2018)

Yield: 4780.50±425.78 kg/ha – 7091.88±236.84 kg/ha.

TKW: 37-45 g.

HM: 71-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

○ **T.143-11** (2 years of research, 2016-2018)

Yield: 6599.47±257.37 kg/ha – 7765.58±397.94 kg/ha.

TKW: 39-47 g.

HM: 75-80 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

- **T.95-12** (2 years of research, 2016-2018)

Yield: 6733.64±829.37 kg/ha – 6960.76±84.45 kg/ha.

TKW: 39-48 g.

HM: 71-79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

- **Voinic 2016-2018** (2 years of research, 2016-2018)

Yield: 6499.43±230.30 kg/ha – 7562.01±130.81 kg/ha.

TKW: 38-43 g.

HM: 76-82 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

- **11368 G1** (1 year of research, 2015-2016)

Yield: 5589.19±35.72 kg/ha.

TKW: 43 g.

HM: 76 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

- **11838 G8** (1 year of research, 2015-2016)

Yield: 4579.24±66.07 kg/ha.

TKW: 43 g.

HM: 76 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

- **Boema** (1 year of research, 2015-2016)

Yield: 4534.99±105.59 kg/ha.

TKW: 41 g.

HM: 76 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

○ **T.150-11** (1 year of research, 2015-2016)

Yield: 6383.79±42.50 kg/ha.

TKW: 44 g.

HM: 76 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

○ **T.42-05** (1 year of research, 2015-2016)

Yield: 4781.61±208.05 kg/ha.

TKW: 42 g.

HM: 74 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

○ **T.55-01** (1 year of research, 2015-2016)

Yield: 6138.55±229.91 kg/ha.

TKW: 46 g.

HM: 74 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

○ **T.62-01** (1 year of research, 2015-2016)

Yield: 4200.27±269.96 kg/ha.

TKW: 40 g.

HM: 72 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

○ **Vestitor** (1 year of research, 2016-2017)

Yield: 7380.98±225.00 kg/ha.

TKW: 41 g.

HM: 79 kg.

Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**

Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately resistant**

Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**

Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**

- **Voevod** (1 year of research, 2016-2017)
Yield: 6701.42±433.06 kg/ha.
TKW: 49 g.
HM: 81 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**
Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately susceptible**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **--**
- **Zamfira** (1 year of research, 2017-2018)
Yield: 6781.08±127.90 kg/ha.
TKW: 35 g.
HM: 72 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**
Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately resistant**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**
- **Zamolxe** (1 year of research, 2017-2018)
Yield: 6500.97±72.47 kg/ha.
TKW: 37 g.
HM: 73 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately susceptible**
Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Moderately resistant**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**
- **Zine** (1 year of research, 2017-2018)
Yield: 6106.40±514.38 kg/ha.
TKW: 36 g.
HM: 69 kg.
Blumeria graminis f.sp. *tritici*: **Moderately resistant**
Zymoseptoria tritici (*S. tritici*): **Resistant**
Puccinia triticina f.sp. *tritici*: **0**
Puccinia striiformis f.sp. *tritici*: **0**

In the case of wheat cultivars that have been part of the experience throughout the research period, lower yields were recorded in the agricultural year 2015-2016, with the exception of the wheat variety Semnal and Unitar, for which the smallest yields were recorded in 2017-2018. Generally, the highest yields was recorded in the agricultural year 2016-2017 when the climatic conditions were favourable for the growth and development of the wheat plant, with an exception being observed for the wheat variety Glosa, which in CLXXXIV

this agricultural year registered lower production compared to the overall production recorded in the agricultural year 2017-2018. This can be explained by the infection with the pathogen *Puccinia graminis* f.sp. *tritium*, observed in the plot where this wheat variety was cultivated.

Studying the behaviour of wheat cultivars, especially the Romanian wheat varieties, must always be of special interest for specialists and researchers in the agricultural field. Farmers must have access to information regarding wheat genotypes present on the Romanian market so that they make better choices when choosing the range of varieties or hybrids they want to cultivate. The choice of the most suitable cultivar does not guarantee superior yields, but choosing a cultivar that is not suitable for the environmental conditions in a given area where can make investments in wheat unprofitable.

BIBLIOGRAFIE

REFERENCES

1. Adhikari T.B., Yang X., Cavaletto J.R., Hu X., Buechley G., Ohm H.W., Shaner G., Goodwin S.B., 2004 – *Molecular mapping of Stb1, a potentially durable gene for resistance to septoria tritici blotch in wheat*. Theoretical and Applied Genetics. 109(5):944-953.
2. Agrios G.N., 2005 – *Plant pathology*. Fifth edition. Elsevier Academic Press.
3. Aist J. R., Bushnell W. R., 1991 – *Invasion of plants by powdery mildew fungi, and cellular mechanisms of resistance. The fungal spore and disease initiation in plants and animals*. New York USA: Plenum Press.
4. Aktar-Uz-Zaman M., Tuhina-Khatun M., Hanafi M.M., Sahebi M., 2017 – *Genetic analysis of rust resistance genes in global wheat cultivars: an overview*. Biotechnology and Biotechnological Equipment. 31(3):431–445.
5. Alam M.A., Mandal M.S.N., Wang C., Ji W., 2013 – *Chromosomal location and SSR markers of a powdery mildew resistance gene in common wheat line N0308*. Afric. J. Micro. Res. 7(6):477-482.
6. Alam M.A., Xue F., Wang C., Ji W., 2011 – *Powdery mildew resistance genes in Wheat: Identification and Genetic Analysis*. Journal of Molecular Biology Research, 1(1). DOI:10.5539/jmbr.v1n1p20.
7. Alexandri A., Olangiu M., Petrescu M., Pop I., Rădulescu E., Rafailă C., Severin V., 1969. *Tratat de fitopatologie agricolă*, Vol. II. Editura Academiei Republicii Socialiste România, București.
8. Ali S., Leconte M., Rahman H., Saqib M. S., Gladieux P., Enjalbert J., de Vallavieille-Pope C., 2014 – *High virulence and pathotype diversity of Puccinia striiformis f.sp. tritici at its centre of diversity, the Himalayan region of Pakistan*. Eur. J. Plant Pathol. 140:275-290.
9. Asmmawy M.A., El-Orabey W.M., Nazim M., Shahin A.A., 2013 – *Effect of Stem Rust infection on grain yield and yield componenets of some wheat cultivars in Egypt*. Esci Journal of Plant Pathology. 2(3):171-178.
10. Asplund Linnea, Hagenblad J., Leino M.W., 2010 – *Re-evaluating the history of the wheat domestication gene NAM-B1 using historical plant material*. Journal of Archaeological Science. 37(9):2303-2307.
11. Bakker M.M., Govers G., Ewert F., Rounsevell M., Jones R., 2005 – *Variability in regional wheat yields as a function of climate, soil and economic variables: Assessing the risk of confounding*. Agriculture, Ecosystems and Environment. 110:195-209.

12. Bancal M.O., Robert C., Ney B., 2007 – *Modelling wheat growth and yield losses from late epidemics of foliar diseases using loss of green leaf area per layer and pre-anthesis reserves*. Annals of Botany 1-13.
13. Bennet F.G.A., 1984 – *Resistance to powdery mildew in wheat: a review of its use in agriculture and breeding programmes*. Plant Pathology. 33: 279-300.
14. Blanco G., Gerlagh R., Suh S., Barrett J., de Coninck H.C., Diaz Morejon C.F., Mathur R., Nakicenovic N., Ofosu Ahenkora A., Pan J., Pathak H., Rice J., Richels R., Smith S.J., Stern D.I., Toth F.L., Zhou P., 2014 - *Agriculture, forestry, other land use*. In: Chapter 5: Drivers, Trends and Mitigation (archived 30 December 2014), in: IPCC AR5 WG3 2014, p.383. Emissions aggregated using 100-year global warming potentials from the IPCC Second Assessment Report.
15. Blixt E., 2009 – *On Phaeosphaeria nodorum in wheat*. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
16. Bobeș I., 1983 – *Atlas de fitopatologie și protecția agrosistemelor*. Editura CERES, București.
17. Bobeș I., Comes I., Drăcea A., Lazăr A., 1972 – *Fitopatologie*. Editura Didactică și Pedagogică, pp. 151-190, București.
18. Bockus W.W., Bowden R.L., Hunger R.M., Morill W.L., Murray T.D., Smiley R.W., 2010 – *Compendium of Wheat Diseases and Pests*. Third Edition. The American Phytopathological Society, APS Press.
19. Bockus W.W., Shroyer J.P., 1998. *The impact of reduced tillage on soilborne plant pathogens*. Annual Review of Phytopathology. 36:485-500.
20. Bonciani Giulia, 2014 – *The biology of Blumeria effector candidates*. PhD Thesis. Imperial College London.
21. Both M., Eckert S.E., Csukai M., Mueller E., Dimopoulos G., Spanu P.D., 2005 – *Transcript profiles of Blumeria graminis development during infection reveal a cluster of genes that are potential virulence determinants*. Molecular plant-microbe interactions: 18:125-133.
22. Brar G.S., 2015 – *Population structure of Puccinia striiformis f.sp. tritici, the cause of wheat stripe rust, in western Canada*. University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
23. Bray E.A., Bailey-Serres J., Weretilnyk E., 2000 – *Response to abiotic stresses*. In Biochemistry & Molecular biology of plants, p.1158-1203. American Society of Plant Physiologists.
24. Brunner P.C., McDonald B.A., 2018 – *Evolutionary analyses of the avirulence effector AvrStb6 in global populations of Zymoseptoria tritici identify candidate amino acids involved in recognition*. Molecular Plant Pathology. 19(8):1836-1846.

25. Bushnell W.R., Gay J., 1978 – *Accumulation of solutes in relation to the structure and function of haustoria in powdery mildews*. In *The Powdery Mildews*, ed. D.M. Spencer. London, New York and San Francisco: Academic Press, p.183-235.
26. Caldwell R.M., Kraybill H.R., Sullivan J.T., Compton L.E., 1934 – *Effect of leaf rust (Puccinia triticina) on yield, physical characters, and composition of winter wheats*. J. Agric. Res. 48:1049–1071.
27. Campbell C.L., Madden L.V. 1990. *Introduction to plant disease epidemiology*.
28. Carver B., 2009 – *Wheat Science and Trade*. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-0-813-8202408.
29. Charmet G., 2011. *Wheat domestication: lessons for the future*. Comptes rendus biologiques. 334(3):212-220.
30. Chen R.S., McDonald B.A., 1996 – *Sexual reproduction plays a major role in the genetic structure of populations of the fungus Mycosphaerella graminicola*. Genetics. 142(4):1119-1127.
31. Chen X., 2017 – *Stripe Rust Epidemiology*. In Chen Z., Kang Z., Stripe Rust, Springer, p.282-352.
32. Chen X., Kang Z., 2017 – *Introduction: History of Research, Symptoms, Taxonomy of the Pathogen, Host Range, Distribution, and Impact of Stripe Rust*. In Chen X., Kang Z., (eds.) Stripe Rust. Springer, p.1-34.
33. Chen X.M., 2005 – *Epidemiology and control of stripe rust [Puccinia striiformis f.sp. tritici] on wheat*. Can J Plant Pathol. 27:314–37.
34. Chen X.M., 2014 – *Integration of cultivar resistance and fungicide application for control of wheat stripe rust*. Can J Plant Pathol. 36:311–26.
35. Ciută Beatrice, Bejinariu I., 2012. *Date arheologice privind conținutul unei gropi rituale aparținând grupului cultural Cehăluț-Hajdúbagos*. Terra Sebus. Acta Musei Sabesiensis. 4:155-167.
36. Coakley S.M., Line R.F., McDaniel L.R., 1988 – *Predicting stripe rust severity on winter wheat using an improved method for analysing meteorological and rust data*. Phytopathology. 78:543-550.
37. Cohen L., Eyal Z., 1993 – *The histology of processes associated with infection of resistant and susceptible wheat cultivars with Septoria tritici*. Plant Pathol. 42:737-743.
38. Cook R.T.A., Inman A.J., Billings C., 1997 – *Identification and classification of powdery mildew anamorphs using light and scanning electron microscopy and hosts data*. Mycological Research. 101:975-2002.
39. Cotuna Otilia, Popescu G., Grozea Ioana, 2007 – *Fungicide applying effect on Blumeria graminis f.sp. tritici and winter wheat yield, with*

- different reaction for powdery mildew*. Research Journal of Agricultural Science. 39(1):445-448.
40. Cowger C., Miranda L., Griffey C., Hall M., Murphy J.P., Maxwell J., 2012 – *Wheat Powdery Mildew*. In Disease Resistance in Wheat, edited by Indu Sharma. ISBN 13: 978-1-84593-818-5.
 41. Cowling E.B., 1978 – *Agricultural and forest practices that favour epidemics*. In *Plant Disease*. An Advanced Treatise vol. II, How Diseases develops in populations, p.361-381.
 42. Cristina D., Turcu A.G., Ciuca M., 2015 – *Molecular Detection of Resistance Genes to Leaf Rust Lr34 and Lr37 in Wheat Germplasm*. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 6:533-537.
 43. Crous P.W., Kang J.C., Braun U., 2001 – *A phylogenetic redefinition of anamorph genera in Mycosphaerella based on ITS rDNA sequence and morphology*. Mycologia. 93:1081-1101.
 44. Culshaw F., Cook R.J., Magan N., Evans E.J., 1988 – *Blackpoint of wheat*. HGCA Research. Review No. 7. Home-Grown Cereals Authority, London, UK.
 45. Cunfer B.M., 2002 – *Powdery mildew*. In Bread Wheat: improvement and production. FAO plant production and protection series. No. 30.
 46. Desjardin A.E., 2006 – *Fusarium mycotoxins*. Chemistry, Genetics, and Biology, APS Press, St. Paul, MN.
 47. Dietz J., 2012 – *Recently Introduced Powdery Mildew Fungicides*. In: Kramer W., Schirmer U., Jeschke M., Witschel M. (eds): Modern Crop Protection Compounds, Second edition, p.887-900.
 48. Duncan K. E., Howard R. J., 2000 – *Cytological analysis of wheat infection by the leaf blotch pathogen Mycosphaerella graminicola*. Mycol. Res. 104:1074-1082.
 49. Duveiller E., Fucikovsky L., Rudolph K., 1997 – *The Bacterial Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management*. Mexico, D.F.:CIMMYT.
 50. El-Gremi S.M., Dray I.S., Youssef W.A.E., 2017 – *Biological control of pathogens associated with kernel Black point disease of wheat*. Crop Protection. 9:13-19.
 51. Eliade Eugenia, 1990. *Monografia Erysiphaceelor din Romania*. Tipografia Universității din București.
 52. Ellis M.B., Ellis J.P., 1985 – *Microfungi on Land Plants. An Identification Handbook*. Macmillan Publishing Company New York.
 53. Esmail S.M., Draz I.S., 2017 – *An active role of systemic fungicides to curb wheat powdery mildew caused by Blumeria graminis f.sp. tritici*.

Agricultural Engineering International: CIGR Journal, Special issue: 315–322.

54. Eyal Z., 1999 – *The septoria tritici and stagonospora nodorum blotch diseases of wheat*. European Journal of Plant Pathology, 105:629-641.
55. Eyal Z., Scharen A.L., Prescott J.M., van Ginkel M., 1987. *The Septoria diseases of wheat: Concepts and methods of disease management*. CIMMYT, Mexico.
56. Felsenstein F., Semar M., Stammeler G., 2010 – *Sensitivity of Wheat Powdery Mildew (Blumeria graminis f.sp. tritici) towards Metrafenone*. Gesunde Pflanzen. 62(1):29-33.
57. Ficke A., Cowger C., Bergstrom G., Brodal G., 2018 – *Understanding yield loss and pathogen biology to improve disease management: Spetoria nodorum blotch – a case study in wheat*. Plant Disease. 102:696-707.
58. Fones H., Gurr S., 2015 – *The impact of Septoria tritici Blotch disease on wheat: An EU perspective*. Fungal Genetics and Biology. 79:3-7.
59. Gadimaliyeva G., Aminov N., Jahangirov A., Hamidov H., Abugaliyeva A., Shamanin V., Morgounov A., 2018 – *Productivity and disease resistance of primary hexaploid synthetic wheat lines and their crosses with bread wheat*. Cereal Research Communications. Vol. 46.
60. **Gafencu A.M.**, Florea A.M., Lipşa F.D., Ulea E., 2017 – *Research on the behavior of some winter wheat cultivars at the attack of pathogens under natural infection condition, in the north-east area of Moldova*. Lucrări Ştiinţifice, Seria Agronomie. 60(2):165-170.
61. **Gafencu A.M.**, Florea A.M., Lipşa F.D., Ulea E., 2018a – *Black point incidence in some winter wheat varieties cultivated in north-eastern Romania*. Lucrări Ştiinţifice, Seria Agronomie. 61(1):21-24.
62. **Gafencu A.M.**, Florea A.M., Lipşa F.D., Ulea E., 2018b – *Impact of climatic conditions on yield and plant diseases of winter wheat in north-eastern Romania*. Lucrări Ştiinţifice, Seria Agronomie. 61(1):157-162.
63. **Gafencu A.M.**, Florea A.M., Lipşa F.D., Ulea E., 2018c – *Occurrence and frequency of powdery mildew (Blumeria graminis f.sp. tritici) of winter wheat in nord-east of Romania, between 2015-2018*. Lucrări Ştiinţifice, Seria Agronomie. 61(2):41-44.
64. **Gafencu A.M.**, Florea A.M., Lipşa F.D., Ulea E., 2019 – *The relationship between Black point disease and Total Grain Weight (TGW) in some winter wheat (bread wheat) cultivars*. Journal of Biotechnology. Lucrare acceptată pentru publicare.

65. Gamba F.M., Strelkov S.E., Lamari L., 2012 – *Virulence of Pyrenophora tritici-repentis in the Southern Cone Region of South America*. Canadian Journal of Plant Pathology. 34(4):545-550.
66. Gao H., Niu J., Li S., 2018 – *Impacts of Wheat Powdery Mildew on Grain Yield & Quality and Its Prevention and Control Methods*. American Journal of Agriculture and Forestry. 6(5):141-147.
67. Ge Y., Johnson J.W., Roberts J.J., Rajaram S., 1998 – *Temperature and resistance gene interactions in the expression of resistance to Blumeria graminis f.sp. tritici*. Euphytica. 99:103-109.
68. Gladders P., Langton S., Barrie I.A., Hardwick N.V., Taylor M.C., Paveley N.D., 2007 – *The importance of weather and agronomic factors for the overwinter survival of yellow rust (Puccinia striiformis) and subsequent disease risk in commercial wheat crops in England*. Annals of applied Biology. 150:371-382.
69. Gladders P., Paveley N.D., Barrie I.A., Hardwick N.V., Hims M.J., Langton S., Taylor M.C., 2001 – *Agronomic and meteorological factors affecting the severity of leaf blotch caused by Mycosphaerella graminicola in commercial wheat crops in England*. Annals of applied Biology. 138: 301-311.
70. Glawe D.A., 2008 – *The powdery mildews: a review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens*. Annu Rev Phytopathol. 46:27–51.
71. Goodwin S.B., Waalwijk C., Kema G.H.J., 2004 – *Genetics and Genomics of Mycosphaerella graminicola: A Model for the Dothideales*. Applied Mycology & Biotechnology. 4:315-330.
72. Green J.R., Carver T.L.W., Gurr S.J., 2002. – *The formation and function of infection and feeding structures*. In: Bélanger R., Bushnell W.R., Dik A.J., Carver T.L.W. (eds.) *The powdery mildews: a comprehensive treatise*. St Paul, Minnesota: APS Press.
73. Greiner S.D., Racca P., Jung J., von Tiedemann A., 2019 – *Determining and modelling the effective period of fungicides against septoria leaf blotch in winter wheat*. Crop Protection. 117:45-51.
74. Gupta S., Sharma Deepika, Gupta Moni, 2018 – *Climate change impact on plant diseases: opinion, trends and mitigation strategies*. Microbes for Climate Resilient Agriculture (2018): 41.).
75. Gustafson P., Raskina Olga, Ma X., Neva E., 2009 – *Wheat Evolution, Domestication, and Improvement*. In *Wheat Science and Trade*, edited by Carver F.B., Wiley-Blackwell. ISBN: 978-0-813-82024-8.

76. Hatman M., Bobeș I., Lazăr A., Gheorghieș C., Glodeanu C., Severin V., Tușa Corina, Popescu I., Vonica I., 1989 – *Fitopatologie*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
77. Heick T.M., Justesem A.F., Jorgensen L.N., 2017 - *Anti-resistance strategies for fungicides against wheat pathogen Zymoseptoria tritici with focus on DMI fungicides*. Crop Protection. 99:108-117.
78. Hillcoks R.J., 2012 – *Farming with fewer pesticides: EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture*. Crop Prot. 31(1):85-93.
79. Hirata K., 1966. *Host range and geographical distribution of the powdery mildews*. Faculty of Agriculture Niigata University, Niigata, Japan.
80. Hongyun G., Niu J., Li S., 2018 – *Impacts of Wheat Powdery Mildew on Grain Yield & Quality and Its Prevention and Control Methods*. American Journal of Agriculture and Forestry. 6(5):141-147.
81. Hsam S.L.K., Zeller F.J., 2002 – *Breeding for powdery mildew resistance in common wheat (T. aestivum L. em Thell.)*. In: Elanger R.R.B., Bushnell W.R., Dik A.J., Carver T.L.W. (Eds.), *The Powdery Mildew: A Comprehensive Treatise*. APS Press, St. Paul, U.S.A., p.219-238.
82. Hückelhoven R., 2005 – *Powdery mildew susceptibility and biotrophic infection strategies*. Fems Microbiology Letters. 245:9-17.
83. Huerta-Espino J., Singh R.P., German S., McCallum B.D., Park R.F., Chen W.Q., Bhardwaj S.C., Goyeau H., 2011 – *Global status of wheat leaf rust caused by Puccinia triticina*. Euphytica. 179(1):143-160.
84. Hulea Ana, Paulian F., Comes I., Hatman M., Peiu M., Popov C., 1975. *Bolile și dăunătorii cerealelor*. Editura „Ceres”, București.
85. Iacob Viorica, Ulea E., Puiu I., 1998. *Fitopatologie Agricolă*. Editura „Ion Ionescu de la Brad”. ISBN 973-98978-0-0.
86. Ilangumaran G., Lamont R.J., Smith L.D., 2018 – *The role of the phytomicrobiome in maintaining biofuel crop in a changing climate*. In *Microbes for Climate Resilient Agriculture*, edited by Kashyap Prem Lal, Srivastava Alok Kumar, Tiwari Shree Prakash and Kumnar Sudheer, John Wiley & Sons, DOI10.1002/9781119276050.ch1.
87. Jess S., Kildea S., Moody A., Rennick G., Murchie A.K., Cooke L.R., 2014 – *European Union policy on pesticides: implications for agriculture in Ireland*. Pest Manag. Sci. 70(11):1646-1654.
88. Jiang G.M., Sun J.Z., Liu H.Q., Qu C.M., Wang K.J., Guo R.J., Bai K.Z., Gao L.M., Kuang T.Y., 2003 – *Changes in the rate of photosynthesis accompanying the yield increase in wheat cultivars released in the past 50 years*. Journal of Plant Research. 116:347-354.

89. Jin Y., Szabo L.J., Carson M., 2010 – *Century-old mystery of Puccinia striiformis life history solved with the identification of Berberis spp. as an alternate host*. Phytopathology. 100:432-435.
90. Johansson E., Svensson G., 1998 – *Variation in bread-making quality: Effects of weather parameters on protein concentration and quality in some Swedish wheat cultivars grown during the period 1975-1996*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 78:109-118.
91. Johansson L., 1992a. *Dwarf bunt (Tilletia contraversa Kühn) in winter wheat in Sweden: relationship to climate (1951-1987), climate, survey results and cultivation measures (1967-1987)*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 99(3):256-265.
92. Johansson, L., 1992b. *Climate factors influencing attack of common bunt (Tilletia caries (DC) Tul.) in winter wheat in 1940-1988 in Sweden*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 99(1):21-28.
93. Kang Z., Tang C., Zhao J., Cheng Y., Liu J., Guo J., Wang X., Chen X., 2017 – *Wheat-Puccinia striiformis Interactions*. In Chen Z., Kang Z., Stripe Rust, Springer, p.155-282.
94. Keser M., Gummadov N., Akin B., Belen S., Mert Z., Taner S., Topal A., Yazar S., Morgounov A., Sharma R.C., Ozdemir F., 2017 – *Genetic gains in wheat in Turkey: Winter wheat for dryland conditions*. The Crop Journal. 5(6):533-540.
95. Khan M.H., Bukhari A., Dar Z.A., Rizvi S.M., 2013 – *Status and strategies in breeding for rust resistance in wheat*. Agricultural Sciences. 4(6): 292-301.
96. Khoury W., Kranz J., 1994 – *An assessment of linear structural relationships (LISREL) for the analysis of interactions between weather factors in epidemiological studies*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 101:286-296.
97. Kielsmeier-Cook J., Danilova T.V., Friebe B., Rouse M.N., 2015 – *Resistance to the Ug99 race group of Puccinia graminis f.sp. tritici in wheat-intra/intergeneric hybrid derivatives*. Plant Dis. 99:1317-1325.
98. Kinane J., Dalvin S., Bindslev L., Hall A., Gurr S., Oliver R., 2000 – *Evidence that the cAMP pathway controls emergence of both primary and appressorial germ tubes of barley powdery mildew*. Molecular Plant-Microbe Interactions. 13:494-502.
99. Kockhmetova Alma, Sharma C.R., Rsaliyev S., Galymbek K., 2018 – *Evaluation of Central Asian wheat germplasm for stripe rust resistance*. Plant Genetic Resources. 16(2):178-184.

100. Koller T., Brunner S., Herren G., Hurni S., Keller B., 2018 – *Pyramiding of transgenic Pm3 alleles in wheat results in improved powdery mildew resistance in the field*. Theoretical and Applied Genetics. 131:861-871.
101. Kolmer J., 2013 – *Leaf rust of wheat: Pathogen Biology, Variation and Host Resistance*. Forests. 4:70-84.
102. Kolmer J., Chen X., Jin Y., 2009 – *Diseases Which Challenge Global Wheat Production – the Wheat Rusts*. In: Carver B.F. (ed.) Wheat Science and Trade. 89-124.
103. Kuck K-H., Stenzel K., Vors J-P., 2012 – *Sterol Biosynthesis Inhibitors*. In: Kramer W., Schirmer U., Jeschke M., Witschel M. (eds): Modern Crop Protection Compounds, Second edition, p.761-806.
104. Kumar A., Kumar E., Bhattacharya B.K., Singh N., 2013 – *Integrated disease management: Need for climate-resilient technologies*. Journal of Mycology and Plant Pathology. 43:28–36.
105. Leath S., Heun M., 1990 - *Identification of powdery mildew resistance genes in cultivars of soft red winter wheat*. Plant Dis. 74:747-752.
106. Lévesque C.A., Rahe J.E., 1992 – *Herbicide interactions with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate*. Annual Review of Phytopathology. 30:579-602.
107. Li H., Wang X., Song F., Wu C., Wu X., Zhang N., Zhou Y., Zhang X., 2011 – *Response to Powdery Mildew and Detection of Resistance Genes in Wheat Cultivars from China*. Acta Agron. Sin. 37(6):943-954.
108. Li Z.Q., Zeng S.M., 2002 - *Wheat rusts in China*. Beijing: China Agricultural Press; p.379.
109. Limpert E., Felsenstein F.G., Andrivon D., 1987 – *Analysis of virulence in populations of wheat powdery mildew in Europe*. J. Phytopathol. 120: 1-8.
110. Line R.F., 2002 - *Stripe rust of wheat and barley in North America: a retrospective historical review*. Annu Rev Phytopathol. 40:75–118.
111. Loughman R., Jayasena K., Majewski J., 2005 – *Yield loss and fungicide control of stem rust of wheat*. Australian Journal of Agricultural Research. 56:91-96.
112. Lovell D.J., Parker S.R., Hunter T., Royle D.J., Coker R.R., 1997 – *Influence of crop growth and structure on the risk of epidemics by Mycosphaerella graminicola (Septoria tritici) in winter wheat*. Plant Pathol. 46:126–138.
113. Luca J.A., Hawkins N.J., Fraajie B.A., 2015 – *The Evolution of Fungicide Resistance*. Advances in applied microbiology. 90:29-92.
114. Machidon O.M., 2017 – *The winter trends in air temperature and atmospheric precipitation in the Moldova region (Romania)*. Present Environment and Sustainable Development. 11(1):183-193.

115. Machidon O.M., Machidon Dana, 2011 – *Study of the evolution of atmospheric precipitation in Moldavia region (Romania) over the last 65 years*. Annals of DAAAM for 2011 & Proceedings of 22nd International DAAAM Symposium, p.1523-1524.
116. Mains E.B., 1930 – *Effect of leaf rust (Puccinia triticina Eriks.) on yield of wheat*. J. Agric. Res. 40:417–446.
117. Manandhar H.K., Timila R.D., Sharma S., Joshi S., Manandhar S., Gurung S.B., Sthapit S., Palikhey E., Pandey A., Joshi B.K., Manandhar G., Gauchan D., Jarvis D.I., Sthapit B.R., 2016 – *A field guide for identification and scoring methods of diseases in the mountain crops of Nepal*. NARC, DoA, LI-BIRD and Bioversity International, Nepal.
118. Mann C.E., Rajaram S., Villareal R.L., 1985 – *Progress in breeding for Septoria tritici resistance in semidwarf spring wheat at CIMMYT*. Pages 22-26 in: *Septoria of cereals: Proceedings of the Workshop*. A.L. Scharen, ed. Montana State University, Bozeman.
119. Marasas C.N., Smale M., Singh R.P., 2004 – *The economic impact in developing countries of leaf rust resistance in CIMMYT-related spring wheat*. Econ. Program Pap. 04-01. CIMMYT, D.F., Mexico.
120. Marshall D., 2009 – *Diseases Which Challenge Global Wheat Production – Powdery Mildew and Leaf and Head Blights*. In *Wheat Science and Trade*.155-169.
121. Martin J.N., Carver B.F., Hunger R.M., Cox T.S., 2003 – *Contributions of leaf rust resistance and awns to agronomic and grain quality in winter wheat*. Crop Sci. 43:1712–1717.
122. Matzen N., Jorgensen J.R., Holst N., Jorgensen LN., 2019 - *Grain quality in wheat-Impact of disease management*. European Journal of Agronomy. 103:152-164.
123. McIntosh R.A., Wellings C.R., Park R.F., 1995 – *Wheat Rusts: An Atlas of Resistance Genes*. Springer.
124. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Appels R., Xia X.C., 2013 – *Catalogue of Gene Symbols for Wheat*. (<https://wheat.pw.usda.gov/GG2/Triticum/wgc/2013/GeneCatalogueIntroduction.pdf>).
125. McIntosh RA, Brown G.N., 1997 – *Anticipatory breeding for resistance to rust diseases in wheat*. Annu Rev Phytopathol. 35:311-26.
126. Mehmood S., Sajid M., Zhao J., Khan T., Zhan G., Huang L., Kang Z., 2019 – *Identification of Berberis Species Collected from the Himalayan Region of Pakistan Susceptible to Puccinia striiformis f.sp. tritici*. Plant Disease, <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-18-0154-RE>.

127. Mehta Y.R., 2014 – *Foliar and Stem Diseases*. In: *Wheat Diseases and Their Management*. Springer.
128. Metakovsky E., Melnik V., Rodriguez-Quijano Marta, Upelniek V., Carrilloa J.M., 2018 – *A catalog of gliadin alleles: Polymorphism of 20th-century common wheat germplasm*. *The Crop Journal*. 6(6):628-641 <https://doi.org/10.1016/j.cj.2018.02.003>.
129. Mihăilă D., 2006 – *Câmpia Moldovei: Studiu Climatic*. Editura Universității din Suceava.
130. Mihova Gallina, Baychev V., Alexandrov T., Petrova Tatyana, Stanoeva Yordanka, Ivanova Vanya, 2018 – *Breeding of cereal crops at Dobrudzha Agricultural Institute – General Toshevo, Bulgaria*. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*. 72(2):124-131.
131. Miranda L., 2006 – *Resistance to powdery mildew in wheat germplasm with different resistance sources*. PhD Thesis, North Carolina State University.
132. Mogârzan Aglaia, Morar G., Ștefan M., 2004. *Fitotehnie*. Editura „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.
133. Morais D., Laval V., Sache I., Suffert F., 2015 - *Comparative pathogenicity of sexual and asexual spores of Zymoseptoria tritici (septoria tritici blotch) on wheat leaves*. *Plant Pathology*. 64(6):1429-1439.
134. Moreno M.V., Stenglein S., Perello A., 2012 - *Pyrenophora tritici repentis, the causal agent of tan spot: a review of intraspecific genetic diversity*. *The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity*, p.297-330.
135. Morgounov A., Tufan H.A., Sharma R., Akin B., Bagci A., Braun H.J., Kaya Y., Keser M., Payne T., Sonder K., McIntosh R., 2012 – *Global incidence of wheat rusts and powdery mildew during 1969-2010 and durability of resistance of winter wheat variety Bezostaya 1*. *European J. of Plant Path.*
136. Morris C.F., Rose S.P., 1996 – *Wheat*. In *Cereal Grain Quality*. Chapman and Hall, London, p.160-224.
137. Muckle A.E., 2013 – *Management of Fusarium Head Blight and Septoria tritici Blotch in Winter Wheat through the use of Host Resistance and Chemical Controls and the Investigation of Fusarium graminearum Chemotype Diversity, Aggressiveness and Toxicity*. MSc. Thesis, University of Guelph, Ontario, Canada.
138. Muhammad R., Yong W., 2017 – *Estimation of Yield Losses due to Leaf Rust and Late Seeding on Wheat (Triticum aestivum L) Variety Seher-06 in District Faisalabad, Punjab, Pakistan*. *Advances in Biotechnology and Microbiology*. DOI: 10.19080/ AIBM.2017.05.555657.

139. Murray G.M., Brennan J.P., 2009 – Estimating disease losses to the Australian wheat industry. *Australas. Plant Pathol.* 38:558-570.
140. Murray G.M., Ellison P.J., Watson A., 1995 – *Effects of stripe rust on the wheat plant*. *Aus Plant Pathol.* 24:261–70.
141. Mwale V.M., Chilembwe E.H.C., Uluko H.C., 2014 – *Wheat powdery mildew (Blumeria graminis f.sp. tritici): Damadge effects and genetic resistance developed in wheat (Triticum aestivum)*. *International Research Journal of Plant Science.* 5(1):1-16.
142. Nagy Elena, Nagy D.C., 2008 – *Influența tratamentelor cu fungicide asupra producției și calității la câteva soiuri de grâu*. *Anale I.N.C.D.A. Fundulea*, Vol. LXXVI, p.147-154.
143. Niu J.S., Wang H.C., Hong D.F., 2006 – *Advance in studies on molecular basis for wheat powdery mildew resistance*. *Journal of Henan Agricultural University.* 40(6):678-682.
144. Oberhänsli S., 2013 – *A reference sequence for Blumeria graminis f.sp. tritici (wheat powdery mildew) and its application for comparative and evolutionary genomics*. University of Zurich.
145. Oerke E.C., 2006 – *Crop losses to pests*. *J. Agric. Sci.* 144:31-43.
146. Olesen J.E., Mortensen J.V., Jorgensen L.N., Andersen M.N., 2000 – *Irrigation strategy, nitrogen application and fungicide control in winter wheat on a sandy soil. I. Yield, yield components and nitrogen uptake*. *Journal of Agricultural Science.* 134:1-11.
147. Opalski K.S., Tresch S., Kogel K.H., Grossman K., Kohle H., Huckelhoven R., 2006 – *Metrafenone: studie on the mode of action of a novel cereal powdery mildew fungicide*. *Pest Management Science.* 62:393-401.
148. Orton E.S., Deller S., Brown J.K.M., 2011 – *Mycosphaerella graminicola: from genomics to disease control*. *Molecular Plant Pathology.* 15(5): 413-424.
149. Osborne L.E., Stein J.M., 2007 - *Epidemiology of Fusarium head blight on small-grain cereals*. *International Journal of Food Microbiology.* 11(1-2):103-108.
150. Özer N., 2005 – *Determination of the fungi responsible for Black point in bread wheat and effects of the disease on emergence and seedling vigour*. *Trakya Univ. J. Sci.* 6(1):35–40.
151. Paarlberg P.L., Seitzinger A.H., Vo T.T., 2014 - *Estimating the potential economic impact of Puccinia graminis f.sp. tritici TTKS race (Ug99) (wheat stem rust)*. Working paper #14–1. Department of Agricultural Economics, Purdue University.

152. Palicova J., Matusinsky P., Dumalasova V., Hanzalova A., Bizova I., 2018 - *Resistance of Winter Wheat Cultivars to Eyespot and Characterisation of Causal Agents of the Disease*. Plant Protect. Sci. 54(1):24-30.
153. Palomar M.A.Q., 2014 – *Impact of fungicide mode of action and application timing on the control of Mycosphaerella graminicola and the physiology and yield of wheat*. PhD Thesis. Institute of Phytopathology and Applied Zoology, JLU Giessen.
154. Panstrunga R., Schulze-Lefert P., 2002 – *Live and let live: insights into powdery mildew disease and resistance*. Molecular Plant Pathology. 3: 495-502.
155. Papastamati K., van den Bosch F., 2007 – *The sensitivity of the epidemic growth rate to weather variables, with an application to yellow rust on wheat*. Phytopathology. 97:202-210.
156. Parlange F., Roffler S., Menardo F., Roi B.D., Bourras S., McNally K.E., Oberhaensli S., Stirnweis D., Buchmann G., Wicker T., Keller B., 2015 – *Genetic and molecular characterization of a locus involved in avirulence of Blumeria graminis f.sp. tritici on wheat Pm3 resistance alleles*. Fungal Genetics and Biology. 82:181-192.
157. Parnell S., Gilligan C.A., Lucas J.A., Bock C.H., van den Bosch F., 2008 – *Changes in fungicide sensitivity and relative species abundance in Oculimacula yallundae and O. acuformis populations (eyespot disease of cereals) in Western Europe*. Plant Pathology. 57(3):509-517.
158. Penchev E., Petrova Tatiana, 2018 – *Investigation of the effects of the genotype x environment interaction in some new bulgarian common winter wheat cultivars*. Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences. 72(2):74-77.
159. Perez-Garcia A., Mignorance E., Rivera M.E., Del Pin D., Romero D., Torres J.A., De Vicente A., 2006 – *Long-term preservation of Podosphaera fusca using silica gel*. J. Phytopathol. 154:190-192.
160. Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E., 1948 – *A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals*. Canadian Journal of Research. 26:415-421.
161. Pietravalle S., Shaw M.W., Parker S.R., van den Bosch F., 2003 – *Modeling of relationships between weather and Septoria tritici epidemics on winter wheat: A critical approach*. Phytopathology. 93:1329-1339.
162. Ponomarenko A., Gooding S.B., Kema G.J., 2011 – *Septoria Tritici Blotch (Stb)*. Plant Health Instructor (www.apsnet.org).

163. Porter J.R., Xie L., Challinor A.J., Cochrane K., Howden M., Iqbal M.M., Lobell D.B., Travasso M.I., 2014 - *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. In Food Security and Food Production Systems (Chapter 7) Working Group II Contribution to the IPCC 5th Assessment Report, Geneva, Switzerland, p.488–489.
164. Pryce-Jones E., Carver T., Gurr S.J., 1999 – *The roles of cellulase enzymes and mechanical force in host penetration by Erysiphe graminis f.sp. hordei*. Physiological and Molecular Plant Pathology. 55:175-182.
165. Rafailă C., 1980 – *Metodici de prognoză și avertizare a tratamentelor împotriva bolilor și dăunătorilor plantelor de cultură*. Editura „Redacția de propagandă tehnică agricolă”, București.
166. Razavi M., 2003 – *Pathogenic and molecular variability in a population of Mycosphaerella graminicola, cause of septoria tritici leaf blotch of wheat*. PhD Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
167. Reis E.M., Moreira E.N., Casa R.T., Blum M.M.C., 2008 – *Efficiency and persistence of fungicides in the control of powdery mildew of wheat through seed treatment*. Summa Phytopathologica. 34(4):371-373.
168. Ridout C.J., 2009 – *Profiles in Pathogenesis and Mutualism: Powdery Mildews*. Plant Relationships, 2nd Edition. The Mycota V., H Deising (ed.) p.51-68.
169. Rodgers-Gray, B.S., Shaw, M.W. 2000. Substantial reductions in winter wheat diseases caused by addition of straw but not manure to soil. Plant Pathology. 49:590-599.
170. Roelfs A.P., 1985 – *Wheat and rye stem rust*. In: Roelfs A.P., Bushnell W.R. (eds.) The cereal rusts, Vol II, p.3-37.
171. Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E., 1992 – *Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management*. CIMMYT, Mexico.
172. Rotem J., 1978. Climatic and weather influences on epidemics. In: Plant Disease: An advanced treatise, ed. JG Horsfall, EB Cowling. 2:317-337.
173. Royle D.J., Lovell D.J., Coakley S.M., Shaner G., 1993 – *Predicting the effects of climate change on Septoria tritici in winter wheat*. Abstracts of the 6th International Congress of Plant Pathology, p.97.
174. Saari E.E., Prescott, J.M. 1975 – *A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases*. Plant Disease Reporter. 59:377-380.
175. Samborski D.J., Peturson B., 1960 – *Effect of leaf rust in the yield of resistant wheats*. Can. J. Plant Sci. 620–622.
176. Sandu-Ville C., 1967. *Ciupercile Erysiphaceae din România: studiu monografic*. Editura Academiei Republicii Socialiste Romania, București.

177. Savary S., Ficke A., Aubertot J.N., Hollier C., 2012 – Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. *Food Sec.* 4:519-537. DOI 10.1007/s12571-012-0200-5.
178. Savary S., Nelson A.D., Djurle A., Esker P.D., Sparks A., Amorim L., Filho A.B., Caffi T., Castilla N., Garrett K., McRoberts N., Rossi V., Yuen J., Willocquet L., 2018 – *Concepts, approaches, and avenues for modelling crop health and crop losses*. *European Journal of Agronomy*. Article in press.
179. Săulescu N.N., Ittu G., Ittu Mariana, Mustăţea P., 2007 – *Cinci decenii de ameliorare a grâului la Fundulea*. *Analele I.N.C.D.A. Fundulea*. LXXV:55-72.
180. Săulescu N.N., Ittu Gh., Mustăţea P., Păunescu Gabriela, Stere Ioana, Nistor G., Rînciţă L., Voinea I., 2006 – *Comportarea unor soiuri de grâu de toamnă româneşti în condiţii contrastante de aprovizionare cu apă*. *Probleme de genetică teoretică şi aplicată*, XXXVIII, 1-2: 21-29.
181. Serrago R.A., Carretero R., Bancal M.O., 2011 – *Grain weight response to foliar diseases control in wheat (Triticum aestivum L.)*. *Field Crops Research*. 120(3):352-359.
182. Shaner G., 1973 – *Evaluation of slow-mildewing resistance of Knox wheat in the field*. *Phytopathology*. 63:867-872.
183. Sharma R.C., Morgounov A., Akin B., Bessalova L., Lang L., Litvinenko M., Mustateea P., Ozturk I., Postolatiy A., Rajaram S., Braun H.J., 2014 - *Winter Wheat Eastern European Regional Yield Trial: Identification of Superior Genotypes and Characterization of Environments*. *Crop Sci.* 54:2469-2480. Doi:10.2135/cropsci2014.01.0028.
184. Shaw M.W., Bearchell S.J., Fitt B.D.L., Fraaije B.A., 2008 – *Long-term relationships between environment and abundance in wheat of Phaeosphaeria nodorum and Mycosphaerella graminicola*. *New Phytologist*. 177:229-238.
185. Shewry P.R., 2009 – *Wheat*. *Journal of experimental botany*. 60(6):1537-1553.
186. Shipton P.J., 1977 – *Monoculture and soilborne plant pathogens*. *Annual Review of Phytopathology*. 15:387-407.
187. Shipton W.A., Boyd S.R.J., Rosielle A.A., Shearer B.I., 1971 – *Common Septoria Diseases of Wheat*. *Botanical Review*. 37(2):231-262.
188. Simón M.R., Ayala F.M., Golik S.I., Terrile I.I., Cordo C.A., Perello A.E., Moreno V., Chidichimo H.O., 2011 - *The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity*. *Agronomy Journal Abstract – Pest Interactions in Agronomic Systems*. 103(5):1441-1451.

189. Simón M.R., Cordo C.A., Perello A.E., Struik P.C., 2003 – *Influence of nitrogen supply on the susceptibility of wheat to Septoria tritici*. Journal of Phytopathology. 151:283-289.
190. Singh R.P., Huerta-Espino J., Roelfs A.P., 2002 – *The wheat rusts*. In: Curtis B.C., Rajaram S., Gomez Macpherson H. (eds.) Bread Wheat: Improvement and Production. Plant Production and Protection Series no. 30. FAO, Rome, p.317-330.
191. Smiley R.W., Backhouse D., Lucas P., Paulitz T.C., 2009 – *Diseases Which Challenge Global Wheat Production – Root, Crown and Culm Rots*. In Wheat Science and Trade. p.125-153.
192. Strange R.N., Scott P.R., 2005 – *Plant disease: A threat to global food security*. Annual Review of Phytopathology. 43:83-116.
193. Stubbs R.W., 1985 – *Stripe rust*. In: Roelfs A.P., Bushnell W.R., editors. The cereal rusts, vol. II. Orlando: Academic Press; p.61–101.
194. Stubbs R.W., Prescott J.M., Saari E.E., Dubin H.J., 1985 – *Cereal Disease Methodology Manual*. CIMMYT, Mexico.
195. Sun H., Hu J., Song W., Qiu D., Cui L., Wu P., Zhang H., Liu H., Yang L., Qu Y., Li Y., Li T., Cheng W., Zhou Y., Liu Z., Li J., Li H., 2018 – *Pm61: a recessive gene for resistance to powdery mildew in wheat landrace Xuxusanyuehuang identified by comparative genomics analysis*. Theoretical and Applied Genetics. 131:2085-2097.
196. Svensson G., 1981 - *Varietal and environmental effects on wheat milling quality*. Agri Hortique Genetica. XXXIX:1-103.
197. Te Beest D.E., Paveley N.D., Shaw M.W., van den Bosch F., 2008 – *Disease-weather relationships for powdery mildew and yellow rust on winter wheat*. Phytopathology 98:609-617.
198. Torriani S.F.F., Melichar J.P.E., Mills C., Pain N., Sierotzki H., Courbot M., 2015 – *Zymoseptoria tritici: A major threat to wheat production, integrated approaches to control*. Fungal Genetics and Biology. 79:8-12.
199. Verreet J.A., 1995 – *Principles of integrated pest management. The IPM wheat model*. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer. 48, p.307.
200. Wan A.M., Chen X.M., 2014 - *Virulence characterization of Puccinia striiformis f.sp. tritici using a new set of Yr single-gene line differentials in the United States in 2010*. Plant Dis. 98:1534–42.
201. Wan A.M., Zhao Z.H., Chen X.M., He Z.H., Jin S.L., Jia Q.Z., Yao G., Yang J.X., Wang B.T., Li G.B., Bi Y.Q., Yuan Z.Y., 2004 – *Wheat stripe rust epidemics and virulence of Puccinia striiformis f.sp. tritici in China in 2002*. Plant Dis. 88:896–904.
202. Webster J., Weber R.W.S., 2007 – *Introduction to Fungi*. Third Edition. Cambridge University Press. ISBN-13 978-0-521-80739-5.

203. Wellings C.R., 2011 – *Global status of stripe rust: a review of historical and current threats*. Euphytica. 179:129–41.
204. Wieczorek T.M., Berg G., Semaskiene R., Mehl A., Sierotzki H., Stammler G., et al., 2015 – *Impact of DMI and SDHI fungicides on disease control and CYP51 mutations in populations of Zymoseptoria tritici from Northern Europe*. Eur. J. Plant Pathol. 143(4):861-871.
205. Wiik L., 2009a – *Control of fungal diseases in winter wheat – Evaluation of long-term field research in southern Sweden*. Doctoral Thesis. SLU Service/Repro, Alnarp. ISBN 978-91-576-7444-9.
206. Wiik L., 2009b – *Yield and disease control in winter wheat in southern Sweden during 1977-2005*. Crop Protection. 28(1):82-89.
207. Wiik L., Ewaldz T., 2009c – *Impact of temperature and precipitation on yield and plant diseases of winter wheat in southern Sweden 1983-2007*. Crop Protection. 28(11):952-962.
208. Wolfe M.S., 1984 – *Trying to understand and control powdery mildew*. Plant Pathology. 33:451-466.
209. Wright A.J., Carver T.L.W., Thomas B.J., Fenwick N.I.D., Kunoh H., Nicholson R.L., 2000 – *The rapid and accurate determination of germ tube emergence site by Blumeria graminis conidia*. Physiological and Molecular Plant Pathology. 57:281-301.
210. Yang N., McDonald M.C., Solomon P.S., Milgate A.W., 2018 – *Genetic mapping of Stb19, a new resistance gene to Zymoseptoria tritici in wheat*. Theoretical and Applied Genetics. 131(12):2765-2773.
211. Zadoks J., Schein R.D. 1979. *Epidemiology and plant disease management*. Oxford University Press.
212. Zamfirescu N., Velican V., Valuță G., 1956. *Fitotehnia I*. Editura Agro-Silvică de Stat, București.
213. Zhang K., Zhao L., Hay Y., Chen G., Tian J., 2008 – *QTL Mapping for Adult-Plant Resistance to Powdery Mildew, Lodging Resistance, and Internode Length Below Spike in Wheat*. Acta Agron. Sin. 34(8):1350-1357.
214. Zhang Q.F., Xiang J.Y., Yang Y., Zhang R., 1996 – *The primary infection of wheat mycoplasma-like organism blue dwarf disease (WMBD)*. Acta Phytophylac. Sin. 11:107-110.
215. Zhao J., Wang L., Wang Z.Y., Chen X.M., Zhang H.C., Yao J.N., Zhan G.M., Chen W., Huang L.L., Kang Z.S., 2013 – *Identification of eighteen Berberis species as alternate hosts of Puccinia striiformis f.sp. tritici and virulence variation in the pathogen isolates from natural infection of barberry plants in China*. Phytopathology. 103:927-934.
216. Zhao J., Zhao S.L., Peng Y.L., Qin J.F., Huang L.L., Kang Z.S., 2016 – *Investigation on geographic distribution and identification of six Berberis*

- spp. serving as alternate host for P. striiformis f.sp. tritici in Linzhi, Tibet. Acta Phytopathol. Sin. 46:103-111.*
217. Zillinsky F.J., 1983 – *Common Diseases of Small Grain Cereals: a Guide to Identification*. CIMMYT.
 218. ***Anuarul Statistic al României, Edițiile 2006-2018, www.insse.ro
 219. ***Catalogue of Life, www.catalogueoflife.org
 220. ***CIMMYT, 1988 – *Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat*. Mexico. D.F. CIMMYT.
 221. ***CODEX, 2013 – *Codexul produselor de protecție a plantelor omologate pentru utilizarea în România*. Ediția a II-a. Editura Carmel Print, Arad.
 222. ***Encyclopedia of Life, www.eol.org
 223. ***FAO, 2012. World Agriculture: Towards 2030/2050. The 2012 Revision. Accesat de pe site-ul web al Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org>.
 224. ***FAO, 2016 – *Guidelines for monitoring diseases, pests and weeds in cereal crops*.
 225. ***FRAC – Pathogen Risk List, www.frac.info.
 226. ***Genetic Resources Information System for Wheat and Triticale, <http://wheatpedigree.net>
 227. ***Global Biodiversity Information Facility, www.gbif.org
 228. ***Hatfield Jerry, 2018 - <http://www.ziare.com/mediu/incalzire-globala/productia-agricola-mondiala-in-pericol-din-cauza-incalzirii-climatice-1348366>.
 229. ***<https://public.wmo.int/en>
 230. ***ICARDA, 2011 – *Strategies to reduce the emerging wheat stripe rust disease*. Synthesis of a dialog between policy makers and scientists from 31 countries at: International Wheat Stripe Rust Symposium, Aleppo, Syria, 2011.
 231. ***Institutul Național de Statistică (www.insse.ro; <http://statistici.insse.ro>)
 232. ***Integrated Taxonomic Information System, www.itis.gov
 233. ***IPO & CIMMYT, 1986 – *Rust scoring guide*. Mexico. CIMMYT.
 234. ***ISTIS, 2009 – Ghid pentru determinarea rezistenței la boli și dăunători. Institutul de Stat pentru Testarea și Înregistrarea Soiurilor.
 235. ***Mycobank, www.mycobank.org
 236. ***Open Chemistry Database, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>
 237. ***Resistance Gene USDA ARS, <https://www.ars.usda.gov>
 238. ***Species fungorum, www.speciesfungorum.org
 239. ***USDA, 2018 – World Agricultural Production, <https://www.fas.usda.gov>
 240. ***www.fieldclimate.com
 241. ***www.gocereals.ro
 242. ***www.meteoromania.ro

ACRONIME ȘI ABREVIERI UTILIZATE ÎN TEXT
ACRONYMS AND ABBREVIATIONS USED IN TEXT

μm = micrometru
a.c. = anul current
aprox. = aproximativ
BBCH = Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und CHemische Industrie
cca. = circa
CIMMYT = Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Y Trigo
cm = centimetru
cv. = cultivar
DA% = degree of atac
DMIs = demethylation inhibiting fungicides
eng. = engleză
etc. = *et caetera*
ex. = de exemplu
F% = frecvență
f.c. = formă conidiană
FRAC = Fungicide Resistance Action Committe
g = gram
GA% = grad de atac
gena Avr = gena avirulentă
gena R = gena de rezistență
gene Rht = reduced height genes
GRIS = Genetic Resources Information System for Wheat and Triticale
ha = hectar
I% = intensitate
INCDA Fundulea = Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Fundulea
î.e.n. = înaintea erei noastre
kg = kilogram
Lr = leaf rust
m = metru
m² = metru pătrat

MH = masa hectolitrică
ml = mililitru
mm = milimetru
MMB = masa a o mie de boabe
Mt. = martor
PDA = Potato Dextrose Agar
Pm = powdery mildew
pv. = patovar
Qols = Quinone Outside Inhibitors
s.a. = substanță activă
s.c. = substanță comercială
S.U.A. = Statele Unite ale Americii
SCDA Turda = Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda
DMIs = Demethylation inhibitors
sin. = sinonim
ssp. = sub specie
Stb = septoria tritici blotch
ș.a. = și alții
t = tonă
TGW = thousand kernel weight
 $T_{\max}$ = temperatura maximă
 $T_{\min}$ = temperatura minimă
USDA = United States Department of Agriculture
vs. = versus
WMO = World Meteorological Organization

LISTA TABELELOR **LIST OF TABLES**

Tabelul 2.1 Importanța actuală și istorică a ruginilor grâului	48
Tabelul 4.1 Temperatura aerului – media lunară și anuală.....	77
Tabelul 4.2 Temperatura aerului – maxima absolută și minima absolută lunară și anuală	79
Tabelul 4.3 Temperatura aerului – valori medii înregistrate pe perioada principalelor fenofaze ale culturii de grâu	81
Tabelul 4.4 Temperatura solului – valori medii înregistrate pe perioada principalelor fenofaze ale culturii de grâu	83
Tabelul 4.5 Precipitații atmosferice – valori înregistrate pe perioada principalelor fenofaze ale culturii de grâu	87
Tabelul 5.1 Densitatea spicelor în perioada studiată (spice m ²)	95
Tabelul 5.2 Talia plantelor (cm).....	97
Tabelul 5.3 Înălțimea spicelor (mm)	99
Tabelul 5.4 Numărul de boabe pe spic.....	101
Tabelul 5.5 Greutatea boabelor pe spic (g).....	103
Tabelul 5.6 Masa a o mie de boabe (g)	105
Tabelul 5.7 Masa Hectolitrică (kg).....	108
Tabelul 5.8 Producția obținută în perioada studiată, 2015-2018.....	110
Tabelul 6.1 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Blumeria graminis</i> (DC.) E.O. Speer f.sp. <i>tritici</i> Em. Marchal, în anul agricol 2015-2016	119
Tabelul 6.2 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Blumeria graminis</i> (DC.) E.O. Speer f.sp. <i>tritici</i> Em. Marchal, în anul agricol 2016-2017	122
Tabelul 6.3 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Blumeria graminis</i> (DC.) E.O. Speer f.sp. <i>tritici</i> Em. Marchal, în anul agricol 2017-2018	124
Tabelul 6.4 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf <i>Septoria tritici</i> Berk. & M.A. Curtis, în anul agricol 2015-2016	128
Tabelul 6.5 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf <i>Septoria tritici</i> Berk. & M.A. Curtis, în anul agricol 2016-2017	130

Tabelul 6.6 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Zymoseptoria tritici</i> (Desm.) Quaed. & Crous, anamorf <i>Septoria tritici</i> Berk. & M.A. Curtis, în anul agricol 2017-2018.....	132
Tabelul 6.7 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Puccinia triticina</i> Eriks. f.sp. <i>tritici</i> Eriks. and Henn., în anul agricol 2015-2016	136
Tabelul 6.8 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Puccinia triticina</i> Eriks. f.sp. <i>tritici</i> Eriks. and Henn., în anul agricol 2016-2017	138
Tabelul 6.9 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Puccinia triticina</i> Eriks. f.sp. <i>tritici</i> Eriks. and Henn., în anul agricol 2017-2018	140
Tabelul 6.10 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Puccinia striiformis</i> Westend. f.sp. <i>tritici</i> Eriks., în anul agricol 2017-2018	143
Tabelul 7.1 Incidența atacului de Black point în anul agricol 2016-2017 ..	149
Tabelul 7.2 Incidența atacului de Black point în anul agricol 2017-2018 ..	150
Tabelul 7.3 Influența atacului de Black point asupra MMB-ului, în anul agricol 2016-2017	152
Tabelul 7.4 Influența atacului de Black point asupra MMB-ului, în anul agricol 2017-2018	153
Tabelul 7.5 Numărul mediu de colonii miceliene identificate de pe cariopsele de grâu, recoltate în 2017, cu simptome de Black point.....	155
Tabelul 7.6 Numărul mediu de colonii miceliene identificate de pe cariopsele de grâu, recoltate în 2018, cu simptome de Black point	156

LISTA FIGURILOR **LIST OF FIGURES**

Fig. 1.1 Proiecții privind suprafața cultivată cu cereale în anul 2017	23
Fig. 1.2 Suprafețe cultivate cu grâu, la nivel mondial, între anii 1965-2019.....	23
Fig. 1.3 Suprafața și ponderea culturii de grâu, pe continente, media anilor 2010-2017	24
Fig. 1.4 Producțiile principalelor culturi de cereale și orez în anul 2017	25
Fig. 1.5 Dinamica suprafețelor cultivate cu grâu în România în perioada 1862-2017	27
Fig. 1.6 Producții medii obținute la cultura grâului în România în perioada 1862-2017	29
Fig. 1.7 Producția totală de grâu a României în perioada 1862-2017	30
Fig. 2.1 <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> – reproducerea asexuată	35
Fig. 2.2 <i>Zymoseptoria tritici</i> (anamorf <i>Septoria tritici</i>) – ciclul biologic.....	42
Fig. 2.3 <i>Puccinia</i> spp. – ciclul biologic.....	51
Fig. 3.1 Experiența proiectată în teren	61
Fig. 3.2 Schița experienței	62
Fig. 3.3 Imagine din perioada de vegetație a culturii de grâu	64
Fig. 3.4 Aspecte din câmpul experimental.....	65
Fig. 4.1 Temperaturile maxime și temperaturile minime ale aerului înregistrate în perioada august 2015-iulie 2018 la Ferma Ezăreni, Iași	78
Fig. 4.2 Trendul precipitațiilor atmosferice căzute în județul Iași, comparativ cu mediile multianuale și media ultimului deceniu	85
Fig. 4.3 Numărul zilelor în cadrul unei luni, în care au fost înregistrate precipitații	88
Fig. 4.4 Numărul zilelor cu precipitații și distribuția acestora în funcție de cantitatea de precipitații înregistrată.....	89
Fig. 5.1 Dinamica numărului de plante pe m ² pe parcursul perioadei de vegetație a grâului	92
Fig. 5.2 Talia plantelor	96
Fig. 5.3 Înălțimea spicului	98
Fig. 5.4 Dinamica numărului de boabe pe spic	100
Fig. 5.5 Greutatea boabelor pe spic	102
Fig. 5.6 Masa a o mie de boabe.....	104
Fig. 5.7 Masa hectolitrică	107
Fig. 5.8 Producțiile obținute în perioada studiată.....	109
Fig. 6.1 Făinarea grâului cauzată de ciuperca <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i>	114
Fig. 6.2 Simptome produse de <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> pe organele atacate ale plantei de grâu.....	115
	195

Fig. 6.3 <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> – aspecte microscopice	116
Fig. 6.4 Cleistotecii de <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i>	117
Fig. 6.5 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> în anul agricol 2015-2016	118
Fig. 6.6 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> în anul agricol 2016-2017	121
Fig. 6.7 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> în anul agricol 2017-2018	123
Fig. 6.8 Simptome produse de <i>Zymoseptoria tritici</i> (sin. <i>Septoria tritici</i>) pe frunzele plantei de grâu	126
Fig. 6.9 <i>Zymoseptoria tritici</i> , anamorf <i>Septoria tritici</i> – aspecte microscopice	126
Fig. 6.10 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Zymoseptoria tritici</i> , anamorf <i>Septoria tritici</i> în anul agricol 2015-2016	127
Fig. 6.11 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Zymoseptoria tritici</i> , anamorf <i>Septoria tritici</i> în anul agricol 2016-2017	129
Fig. 6.12 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Zymoseptoria tritici</i> , anamorf <i>Septoria tritici</i> în anul agricol 2017-2018	131
Fig. 6.13 Simptome produse de <i>Puccinia triticina</i> f.sp. <i>tritici</i> pe frunzele plantei de grâu.....	133
Fig. 6.14 Pustule produse de <i>Puccinia triticina</i> f.sp. <i>tritici</i> pe frunze.....	134
Fig. 6.15 <i>Puccinia triticina</i> f.sp. <i>tritici</i> – aspecte microscopice	134
Fig. 6.16 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Puccinia triticina</i> f.sp. <i>tritici</i> în anul agricol 2015-2016	135
Fig. 6.17 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Puccinia triticina</i> f.sp. <i>tritici</i> în anul agricol 2016-2017	137
Fig. 6.18 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Puccinia triticina</i> f.sp. <i>tritici</i> în anul agricol 2017-2018	139
Fig. 6.19 <i>Puccinia striiformis</i> f.sp. <i>tritici</i> simptome și uredospori pe planta de grâu.....	141
Fig. 6.20 Valorile gradului de atac (GA%) ale agentului patogen <i>Puccinia striiformis</i> f.sp. <i>tritici</i> în anul agricol 2017-2018	142
Fig. 6.21 <i>Puccinia graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> simptome pe planta de grâu	144
Fig. 6.22 <i>Puccinia graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> – aspecte microscopice.....	145
Fig. 7.1 Simptome de Black point pe cariopsele de grâu	147
Fig. 7.2 Incidența atacului de Black point în perioada 2016-2018	148
Fig. 7.3 Influența Black point-ului asupra masei a o mie de boabe	151

LISTA LUCRĂRILOR ȘTIINȚIFICE PUBLICATE
LIST OF PUBLISHED SCIENTIFIC PAPERS

PRIM-AUTOR

În reviste indexate ISI (rezumat)

1. **Andrei-Mihai GAFENCU**, Andreea-Mihaela FLOREA, Florin-Daniel LIPȘA, Eugen ULEA, 2019 – *The relationship between Black point disease and Total Grain Weight (TGW) in some winter wheat (bread wheat) cultivars*. Journal of Biotechnology. Lucrare acceptată pentru publicare.

În reviste indexate BDI

2. **Andrei-Mihai GAFENCU**, Andreea-Mihaela FLOREA, Florin-Daniel LIPȘA, Eugen ULEA, 2017 – *Research on the behavior of some winter wheat cultivars at the attack of pathogens under natural infection condition, in the north-east area of Moldova*. Lucrări Științifice, Vol. 60, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 165-170.
3. **Andrei-Mihai GAFENCU**, Andreea-Mihaela FLOREA, Florin-Daniel LIPȘA, Eugen ULEA, 2018 – *Black point incidence in some winter wheat varieties cultivated in north-eastern Romania*. Lucrări Științifice, Vol. 61, Nr. 1, Seria Agronomie, pag. 21-24.
4. **Andrei-Mihai GAFENCU**, Andreea-Mihaela FLOREA, Florin-Daniel LIPȘA, Eugen ULEA, 2018 – *Impact of climatic conditions on yield and plant diseases of winter wheat in north-eastern Romania*. Lucrări Științifice, Vol. 61, Nr. 1, Seria Agronomie, pag. 157-162.
5. **Andrei-Mihai GAFENCU**, Andreea-Mihaela FLOREA, Florin-Daniel LIPȘA, Eugen ULEA, 2018 – *Occurrence and frequency of powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) of winter wheat in north-east of Romania, between 2015-2018*. Lucrări Științifice, Vol. 61, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 41-44.

CO-AUTOR

6. Florin-Daniel LIPȘA, Andreea-Mihaela FLOREA, **Andrei-Mihai GAFENCU**, Eugen ULEA, 2017 – *Comparative studies of the fungal aerosols in some educational buildings from urban and rural environments in Neamt county, Romania*. *Lucrări Științifice*, Vol. 60, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 197-200.
7. Catălin-Alexandru BORDIANU, Andreea-Mihaela FLOREA, **Andrei-Mihai GAFENCU**, Florin-Daniel LIPȘA, Dănuț-Petru SIMIONIUC, Eugen ULEA – *Some sugar beet cultivars behavior to the attack of *Cercospora beticola* sacc. fungus under climatic conditions from Neamt county, Romania*. *Lucrări Științifice*, Vol. 61, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 261-264.
8. Florin-Daniel LIPȘA, **Andrei-Mihai GAFENCU**, Andreea-Mihaela FLOREA, Feodor FILIPOV, Eugen ULEA, 2018 – *Responses of microbial communities in different soil types under various management regimes in the southeast region of Moldavia, Romania*. *Lucrări Științifice*, Vol. 61, Nr. 2, Seria Agronomie, pag. 15-20.