

**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: MECANIZAREA AGRICULTURII**

Ing. Cezara-Valentina ZĂPODEANU

TEZĂ DE DOCTORAT

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT

Prof.univ.Dr.ing. Ioan ȚENU

Membru titular ASAS București

IAȘI, 2020

**“ION IONESCU DE LA BRAD” UNIVERSITY OF AGRICULTURAL
SCIENCES AND VETERINARY MEDICINE FROM IAȘI
FACULTY OF AGRICULTURE
DOCTORAL SCHOOL FOR ENGINEERING SCIENCES
DOMAIN AGRONOMY
SPECIALIZATION: MECHANIZATION OF AGRICULTURE**

Eng. Cezara-Valentina ZĂPODEANU

DOCTORAL THESIS

PhD LEADER:
PhD.Professor Eng. **Ioan ȚENU**
Full member ASAS Bucharest

IAȘI, 2020

**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: MECANIZAREA AGRICULTURII**

Ing. Cezara-Valentina ZĂPODEANU

TEZĂ DE DOCTORAT
CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA
PROCESULUI DE LUCRU PENTRU
CONDIȚIONAREA GRÂULUI ÎN VEDEREA
MĂCINĂRII

CONDUCĂTOR DE DOCTORAT

Prof.univ.Dr.ing. Ioan ȚENU

Membru titular ASAS București

IAȘI, 2020

**“ION IONESCU DE LA BRAD” UNIVERSITY OF AGRICULTURAL
SCIENCES AND VETERINARY MEDICINE FROM IAȘI
FACULTY OF AGRICULTURE
DOCTORAL SCHOOL FOR ENGINEERING SCIENCES
DOMAIN AGRONOMY
SPECIALIZATION: MECHANIZATION OF AGRICULTURE**

Eng. Cezara-Valentina ZĂPODEANU

DOCTORAL THESIS
**RESEARCH REGARDING OPTIMIZATION
OF WORKING PROCESS OF WHEAT
CONDITIONING FOR MILLING**

PhD LEADER:
PhD.Professor Eng. Ioan ȚENU
Full member ASAS Bucharest

IAȘI, 2020

CUPRINS

Rezumat.....	5
Introducere.....	15
PARTEA I. STADIUL CUNOAȘTERII.....	19
Capitolul I. ASPECTE GENERALE PRIVIND SEMINȚELE DE CEREALE.....	20
1.1. Rolul și importanța semințelor de cereale în alimentație.....	21
1.2. Criterii de apreciere a calității semințelor de cereale	21
1.2.1. Compoziția fizică a masei de semințe de cereale	21
1.2.2. Criteriile fizice de apreciere a calității semințelor de cereale	21
1.2.3. Compoziția chimică a semințelor de cereale	25
1.2.4. Însușirile tehnologice ale semințelor de cereale.....	27
1.2.4.1. Criterii tehnologice ce se manifestă în vehicularea internă	27
1.2.4.2. Criteriile tehnologice ce se manifestă la depozitare.....	28
1.2.4.3. Criteriile ce se manifestă în procesul de prelucrare	31
1.2.5. Sănătatea semințelor de cereale	31
1.3. Concluzii parțiale	33
Capitolul II. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND PROCESELE ȘI UTILAJELE DE CURĂȚARE ȘI CONDIȚIONARE A SEMINȚELOR DE CEREALE ÎN VEDEREA MĂCINĂRII	34
2.1. Linii și scheme tehnologice actuale utilizate pentru curățarea și condiționarea semințelor de cereale în vederea măcinării	34
2.2. Procese tehnologice, utilaje și instalații destinate curățării și condiționării semințelor de cereale	39
2.2.1. Separarea impurităților după lățime și grosime	39
2.2.2. Separarea impurităților după lungime	43
2.2.3. Separarea impurităților după proprietățile aerodinamice	45
2.2.4. Separarea impurităților după masa volumică	46
2.2.5. Separarea impurităților în funcție de proprietățile magnetice	47
2.2.6. Separarea impurităților după culoarea suprafeței bobului	48
2.2.7. Perierea semințelor de cereale	48
2.2.8. Tratamentul hidric al semințelor de cereale	52
2.2.8.1. Condiționarea la rece a semințelor	53
2.2.8.2. Condiționarea la cald a semințelor	57
2.2.9. Descojirea semințelor de cereale	63
2.3. Concluzii parțiale	72
PARTEA A II-A. CERCETĂRI PROPRII.....	74
Capitolul III. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR	75
3.1. Scopul și importanța cercetărilor	75
3.2. Obiectivele cercetărilor	75
Capitolul IV. MATERIAL ȘI METODĂ	77
4.1. Metodele și aparatura folosite pentru analiză	77
4.2. Aparatura folosită în cercetările experimentale	89
4.2.1. Aparatura folosită în cercetările experimentale privind perierea grâului	89
4.2.2. Protocolul experimental utilizat pentru studiul procesului de periere	95
4.3. Aparatura utilizată și protocolul experimental în procesul de tratare hidrotermică a boabelor de grâu	98
4.3.1. Aparatura folosită în cercetările experimentale privind procesul de umectare a boabelor de grâu în sistem neconvențional	98
4.3.2. Protocolul experimental utilizat pentru studiul procesului de lucru al instalației de umectare în sistem neconvențional	99
4.3.3. Aparatura folosită în cercetările experimentale privind procesul de tratare hidrotermică a boabelor de grâu în sistem convențional.....	101

4.3.4. Protocolul experimental utilizat pentru studiul procesului de lucru al instalației de tratare hidrotermică a boabelor de grâu în sistem convențional	102
4.4. Aparatura utilizată și protocolul experimental în procesul de descojire	104
4.4.1. Aparatura folosită în cercetările experimentale privind descojirea grâului	104
4.4.2. Protocolul experimental utilizat pentru studiul procesului de lucru al descojitorului	106
4.5. Metode de analiză și interpretare statistică	107
Capitolul V. CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE LUCRU AL INSTALAȚIEI DE PERIERE	109
5.1. Analiza influenței parametrilor constructivi și funcționali ai aparatului de periat asupra conținutului de boabe sparte	109
5.2. Analiza influenței parametrilor constructivi și funcționali ai aparatului de periat asupra conținutului de cenușă	119
5.3. Analiza și interpretarea statistică a rezultatelor	129
5.4. Concluzii parțiale	133
Capitolul VI. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE LUCRU AL INSTALAȚIEI DE UMECTARE ÎN SISTEMUL CONVENȚIONAL ȘI NECONVENȚIONAL	135
6.1. Determinarea caracteristicilor dimensionale ale boabelor utilizate în cercetările experimentale privind procesul de umectare	135
6.2. Determinarea umidității și a modului de pătrundere a apei în boabele de grâu în timpul procesului de umectare neconvențională	137
6.3. Determinarea variației umidității și a masei hectolitrică la umectare în sistem convențional	140
6.4. Modelarea matematică a procesului de lucru privind tratarea hidrotermică a semințelor de grâu în sistem neconvențional	142
6.5. Concluzii parțiale	147
Capitolul VII. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE LUCRU AL DESCOJITORULUI	148
7.1. Analiza influenței parametrilor constructivi și funcționali ai descojitorului asupra conținutului de boabe sparte	148
7.2. Analiza influenței parametrilor constructivi și funcționali ai descojitorului asupra conținutului de cenușă	149
7.3. Analiza influenței parametrilor constructivi și funcționali ai descojitorului asupra conținutului de înveliș descojit	150
7.4. Analiza influenței parametrilor constructivi și funcționali ai descojitorului asupra diametrelor medii ale boabelor de grâu	151
7.5. Analiza și interpretarea statistică a rezultatelor	156
7.6. Concluzii parțiale și recomandări	167
Capitolul VIII. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	168
8.1. Concluzii generale	169
8.2. Concluzii privind studiile teoretice	169
8.3. Concluzii privind cercetările experimentale	170
8.3.1 Concluzii privind simularea matematică	170
8.3.2 Concluzii privind operația de periere	171
8.3.3 Concluzii privind procesul de umectare a semințelor de cereale	172
8.3.4 Concluzii privind operația de descojire	172
8.4. Concluzii și recomandări pentru optimizarea procesului de condiționare a grâului în vederea măcinării	173
Bibliografie	183
Anexe	191
Anexa 1 – Lista figurilor.....	191
Anexa 2 – Lista tabelelor.....	195
Anexa 3 – Lista lucrărilor științifice publicate.....	197

CONTENTS

Abstract	5
Introduction	15
Part I. STATE OF KNOWLEDGE	19
Chapter I. GENERAL ASPECTS REGARDING CEREAL SEEDS	20
1.1. The role and importance of cereal seeds in the diet	20
1.2. Criteria for assessing the quality of cereal seeds	21
1.2.1. Physical composition of the mass of cereal seeds	21
1.2.2. Physical criteria for assessing the quality of cereal seeds	21
1.2.3. Chemical composition of cereal seeds	25
1.2.4. Technological attributes of cereal seeds	27
1.2.4.1. Technological criteria manifested in the internal circulation	27
1.2.4.2. Technological criteria manifested in storage	28
1.2.4.3. Criteria manifested in the processing	31
1.2.5. Cereal seed health	31
1.3. Partial conclusions	33
Chapter II. ACTUAL STAGE OF THE RESEARCHES ON PROCESSES AND MACHINERYS FOR CLEANING AND CONDITIONING OF CEREAL SEEDS FOR MILLING	34
2.1. Current technological lines and schemes used for cleaning and conditioning cereal seeds for grinding	34
2.2. Technological processes, equipment and installations for cleaning and conditioning cereal seeds	39
2.2.1. Separation of impurities by width and thickness	39
2.2.2. Separation of impurities by length	43
2.2.3. Separation of impurities according to aerodynamic properties	45
2.2.4. Separation of impurities by density	46
2.2.5. Separation of impurities depending on the magnetic properties	47
2.2.6. Separation of impurities according to color of the grain surface	48
2.2.7. Brushing cereal seeds	48
2.2.8. Water treatment of cereal seeds	52
2.2.8.1. Cold conditioning of seeds	53
2.2.8.2. Hot conditioning of seeds	57
2.2.9. Peeling of cereal seeds	63
2.3. Partial conclusions	72
Part II. OWN RESEARCH	74
Chapter III. PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE RESEARCHERS	75
3.1. Purpose and importance of research	75
3.2. Research objectives	75
Chapter IV. MATERIALS AND METHODS	77
4.1. Methods and apparatus used for analysis	77
4.2. Equipment used in experimental researches	89
4.2.1. Apparatus used in experimental research on wheat brushing	89
4.2.2. The experimental protocol used to study the brushing process.....	95
4.3. Equipment and experimental protocol used in the process of hydrothermal treatment of wheat grains	98
4.3.1. Apparatus used in experimental research on the unconventional system process of wetting wheat grains	98
4.3.2. The experimental protocol used to study the working process of the wetting installation in an unconventional system	99
4.3.3. Apparatus used in experimental research on the process of hydrothermal treatment of wheat grains in a conventional system	101
4.3.4. Experimental protocol used to study the working process of the hydrothermal	

treatment plant for wheat grains in an unconventional system	102
4.4. The equipment and the experimental protocol used in the peeling process	104
4.4.1. Apparatus used in experimental research on wheat peeling	104
4.4.2. The experimental protocol used to study the working process of the peeler	106
4.5. Methods of statistical analysis and interpretation	107
Chapter V. RESEARCH ON OPTIMIZING THE WORKING PROCESS OF THE BRUSHING INSTALLATION	109
5.1. Analysis of the influence of constructive and functional parameters of the brushing device on the content of broken grains	109
5.2. Analysis of the influence of constructive and functional parameters of the brushing device on the ash content	119
5.3. Methods of analysis and results statistical interpretation	129
5.4. Partial conclusions	133
Chapter VI. EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE OPTIMIZATION OF THE WORKING PROCESS OF THE WETTING INSTALLATION	135
6.1. Determination of the dimensional characteristics of the grains used in experimental research on the wetting process	135
6.2. Determination of humidity and water penetration into wheat grains during wetting process	137
6.3. Determination of the variation of humidity and hectoliter mass in conventional wetting system	140
6.4. Mathematical modeling of the working process regarding the hydrothermal treatment of wheat seeds in an unconventional system	142
6.5. Partial conclusions	147
Chapter VII. EXPERIMENTAL RESEARCH ON WORK PROCESS OPTIMIZATION OF THE PEELER INSTALLATION	148
7.1. Analysis of the influence of constructive and functional parameters of the peeler on the content of broken grains	148
7.2. Analysis of the influence of constructive and functional parameters of the peeler on the ash content	149
7.3. Analysis of the influence of constructive and functional parameters of the peeler on the peeled coating content	150
7.4. Analysis of the influence of constructive and functional parameters of the peeler on the average diameters of wheat grains	151
7.5. Methods of analysis and results statistical interpretation	156
7.6. Partial conclusions	167
Chapter VIII CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	168
8.1. General conclusions	169
8.2. Conclusions on theoretical studies	169
8.3. Conclusions on experimental research	170
8.3.1. Conclusions on mathematical simulation	170
8.3.2. Conclusions on the brushing operation	171
8.3.3. Conclusions on the wetting process of cereal seeds	172
8.3.4. Conclusions on the peeling operation	172
8.4. Conclusions and recommendations for optimizing the wheat conditioning process for grinding	173
References	183
Annexes	191
Annex 1 – List of figures	191
Annex 2 – List of tables	195
Annex 3 –List of published scientific papers	197

REZUMAT

Grâul este cea mai importantă cereală sub aspectul suprafețelor cultivate și a producției obținute, dar și a conținutului ridicat de glucide (sub formă de amidon) și substanțe proteice.

Semințele de grâu, după recoltare au, în general, o compoziție eterogenă, fiind alcătuite dintr-un amestec format în cea mai mare parte din boabele cerealei de bază (circa 95%), semințe de la alte culturi sau buruieni (circa 2-3%) și impurități de natură vegetală și minerală. De aceea, însușirile și structura semințelor de grâu, în special umiditatea, conținutul de impurități, sticlozitatea, uniformitatea boabelor etc, determină alegerea procesului tehnologic de prelucrare, precum și a parametrilor optimi de funcționare ai mașinilor și instalațiilor din componența liniei tehnologice de precurățare, uscarea și depozitare.

Pregătirea semințelor de grâu în vederea măcinării reprezintă un proces complex de curățare și condiționare, fiind una dintre cele mai importante faze din tehnologia de obținere a făinurilor de calitate.

În vederea alegerii variantei optime în ceea ce privește linia tehnologică din cadrul unităților de curățare și condiționare a semințelor de grâu destinate măcinării și reglarea corectă a parametrilor de funcționare ai utilajelor din cadrul fluxului de prelucrare, trebuie să se țină cont de factori precum capacitatea de lucru a unității; caracteristicile fizico-chimice ale semințelor de grâu; productivitatea utilajelor (se impune a fi cu 10 ... 25% mai mare decât capacitatea de măcinare a morii); dispunerea corectă a instalațiilor (unitatea trebuie să dispună de trei părți distincte: curățatorie neagră - îndepărtarea impurităților nefurajere; condiționare; curățatorie albă); natura impurităților regăsite în masa de semințe; procentul de corpuri străine din masa de semințe; regimul de măcinare adoptat.

Procesul de condiționare constă în prelucrarea boabelor de grâu prin diferite metode în vederea producerii unor transformări mecano-structurale, tehnologice și biochimice în bobul de grâu sau a activității fermenților, în scopul îmbunătățirii indicilor calitativi ai semințelor de cereale și însușirilor de panificație ale făinii.

Prin urmare, **scopul tezei de doctorat a fost acela de a determina variațiile indicilor calitativi ai cerealelor funcție de metoda de prelucrare și de a stabili un regim de lucru optim al mașinilor și instalațiilor din componența liniilor tehnologice de condiționare a grâului în vederea măcinării.**

Analizând structura bobului de grâu și compoziția chimică a diverselor părți anatomice ale acestuia, se constată că endospermul are cea mai mare concentrare de vitamine, enzime, substanțe minerale, componente nutritive esențiale pentru hrana omului, motiv pentru care se impune studierea cu atenție a procesului de condiționare a semințelor în vederea măcinării.

De asemenea, pentru păstrarea elementelor valoroase din bobul de grâu trebuie urmărit îndeaproape procesul de descojire și regimul optim de lucru al mașinii de descojit, pentru ca în final să se obțină o făină de calitate superioară.

Obiectivul principal al tezei de doctorat constă în optimizarea procesului de lucru pentru pregătirea și condiționarea boabelor de grâu în vederea măcinării, studiu care se realizează cu ajutorul unor standuri de laborator.

Pentru îndeplinirea principalului obiectiv au fost stabilite următoarele direcții de cercetare:

- proiectarea și realizarea unor modele experimentale de utilaje pentru efectuarea operațiilor tehnologice de periat, condiționat și descojit;
- influența parametrilor de funcționare ai mașinii de periat asupra structurii bobului de grâu și a indicilor tehnologici de panificație;
- optimizarea procesului de lucru al mașinii de periat;
- influența caracteristicilor fizice ale boabelor de grâu asupra eficienței operației de periere;
- influența umidității boabelor de grâu asupra efectului tehnologic de condiționare;
- influența timpului de odihnă al boabelor de grâu asupra efectului tehnologic;
- impactul metodelor de umectare, a temperaturii și a timpului de odihnă al boabelor de grâu asupra efectului tehnologic;
- determinarea influenței parametrilor de funcționare ai standului de umectare asupra însușirilor mecano-structurale ale bobului de grâu;
- determinarea caracteristicilor constructive ale standului de descojit boabe de grâu;
- influența diferiților parametri de funcționare ai descojitorului asupra semințelor de cereale, în special asupra învelișului bobului de grâu;
- optimizarea procesului de lucru al standului de descojit;
- optimizarea procesului de lucru pentru condiționarea semințelor de cereale în vederea măcinării.

În cadrul cercetărilor au fost utilizate semințe de grâu din soiul *Glossa*, din producția agricolă a anului 2014, din zona județului Iași, de pe raza comunelor Hălăucești și Mogoșești-Siret. Prelevarea și eșantionarea probelor de grâu s-au realizat folosind metoda înscrisă în *SR ISO 13690/2001*, grâul recepționat fiind uniformizat și depozitat în vederea efectuării cercetărilor asupra procesului de lucru al instalației de condiționare.

Materialul biologic a fost supus următoarelor determinări de laborator: conținutul de umiditate; masa hectolitrică; cantitatea de corpuri străine; conținutul de gluten umed; indicele de deformare; conținut de proteină; conținut de cenușă; indice de cădere și aciditate.

Pentru realizarea experiențelor s-au folosit standuri experimentale, proiectate și realizate special pentru studierea ***operațiilor tehnologice de periere, umectare și descojire ale boabelor de grâu***, precum și pentru optimizarea parametrilor constructivi și funcționali ai procesului de lucru, în vederea îmbunătățirii indicilor calitativi ai semințelor de cereale, respectiv ai făinii obținute după măcinarea acestora. Standurile experimentale au fost proiectate și realizate în cadrul disciplinelor de Mecanizare a agriculturii, de la Facultatea de Agricultură.

În vederea conducerii experiențelor de laborator privind operația de periere s-a construit un stand experimental compus dintr-un organ activ de lucru reprezentat de un

rotor cu perii, dispuse înclinat față de axul central și o manta tronconică cu orificii perforate de diferite dimensiuni, efectul tehnologic al utilajului fiind creat prin frecarea boabelor între periile rotorului și mantaua perforată, dar și prin efectul de frecare produs între boabe în timpul funcționării instalației. Datorită necesității îndepărtării prafului dezvoltat în timpul procesului, utilajul a fost prevăzut cu un ventilator, cu debit de aspirație variabil, efect obținut prin introducerea unei clapete de reglare pe traseul conductei de aer. În același timp, prin montarea unui șuber în buncărul de alimentare cu produs al mașinii, s-a creat posibilitatea reglării productivității utilajului. De asemenea, motorul electric (cu o putere de 3 kW) care echipează utilajul a fost conectat la un convertizor de frecvență marca Moeller, ce a permis schimbarea progresivă a turației rotorului cu perii și în același timp a asigurat protecție la suprasarcină a motorului.

Cercetările asupra procesului de umectare au fost realizate în două modalități: prima într-un sistem convențional, în care boabele au fost supuse umectării cu ajutorul unei instalații clasice de tratare a semințelor, și a doua într-un sistem neconvențional prin intermediul unei micro-instalații care a fost realizată în laborator, studiindu-se astfel modul de migrare a apei dinspre exteriorul boabelor de grâu înspre interiorul acestora.

Procesul de descojire a fost studiat cu ajutorul unui utilaj obținut prin înlocuirea rotorului și a tobelor din componența mașinii de periat cu două mantale tronconice din împletitură de sârmă de tip Eureka, dispuse concentric. Efectul tehnologic în cazul descojirii este produs prin frecarea boabelor de suprafețele celor două mantale. Unul dintre parametrii studiați ai utilajului pentru descojire a fost distanța dintre cele două mantale, care a fost variată prin introducerea unui sistem de translație a mantalei interioare pe direcția axului central. Turația tobei mobile și debitul de aspirație au fost reglate în același mod ca în procesul de periere, utilajul păstrându-și restul caracteristicilor constructive.

Pentru studiul influenței operației de periere asupra procentului de boabe sparte (B_s) și a conținutului de cenușă (C_c) s-a proiectat un demers științific multifactorial, cu patru factori de influență, și anume:

- tipul sitei mantalei tronconice (F_1), factor ce are șase graduări, după cum urmează: a_1 - tablă perforată cu orificii alungite cu grosimea orificiului de 1 mm; a_2 - tablă perforată cu orificii alungite, cu grosimea orificiului de 1,5 mm; a_3 - tablă perforată cu orificii alungite cu grosimea orificiului de 1,75 mm; a_4 - tablă perforată cu orificii rotunde, cu diametrul orificiului de 1 mm; a_5 - tablă perforată cu orificii rotunde, cu diametrul orificiului de 1,5 mm; a_6 - tablă perforată cu orificii rotunde, cu diametrul orificiului de 1,75 mm;

- debitul aerului (Q_a) din instalația de aspirație (F_2), cu două graduări: b_1 - $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ și b_2 - $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$;

- debitul de alimentare cu produs (F_3), cu trei graduări: c_1 - $Q_p = 600 \text{ kg/h}$; c_2 - $Q_p = 300 \text{ kg/h}$ și c_3 - $Q_p = 60 \text{ kg/h}$.

- turația rotorului (F_4), factor cu patru graduări: d_1 - $n = 100 \text{ rot/min}$; d_2 - $n = 150 \text{ rot/min}$; d_3 - $n = 200 \text{ rot/min}$; d_4 - $n = 250 \text{ rot/min}$.

Cercetările experimentale efectuate cu ajutorul instalației de periat grâu (IPG) au scos în evidență că atât procentul de boabe sparte, cât și conținutul de cenușă al boabelor de grâu prelucrate, sunt influențate de dimensiunile și forma orificiilor sitelor perforate din

construcția mașinii; turația rotorului cu perii; debitul de alimentare cu produs și debitul de aer al instalației de aspirație.

Din analiza datelor experimentale reiese că procentul de boabe sparte este scăzut, sub 0,8 %, pentru nouă din totalul celor 144 de variante experimentale, respectiv pentru **Vp₄**, **Vp₁₀**, **Vp₁₃**, **Vp₃₁**, **Vp₃₄**, **Vp₃₇**, **Vp₄₆**, **Vp₁₂₅** și **Vp₁₃₆**.

Pentru 26 de variante experimentale, din cele 144 efectuate, valorile conținutului de cenușă s-au situat sub 1,5%, față de cele inițiale măsurate la proba martor (la proba martor reprezentată de grâul nesupus operației de periere $C_c = 1,654 \%$). Astfel, prin periere, s-a obținut o scădere accentuată a acestui indicator de peste 0,1% față de probele neprelucrate. Variantele experimentale care au înregistrat valori ale C_c de sub 1,5 % au fost **Vp₇**, **Vp₁₁**, **Vp₂₀**, **Vp₂₁**, **Vp₂₄**, **Vp₂₅**, **Vp₂₇**, **Vp₂₉**, **Vp₃₀**, **Vp₃₄**, **Vp₃₇**, **Vp₄₀**, **Vp₅₇**, **Vp₆₂**, **Vp₇₀**, **Vp₇₈**, **Vp₇₉**, **Vp₈₅**, **Vp₈₆**, **Vp₉₃**, **Vp₁₀₃**, **Vp₁₀₄**, **Vp₁₂₃**, **Vp₁₃₄**, **Vp₁₃₅**, **Vp₁₃₆** (Zăpodeanu Cezara, 2016).

Totodată, s-a constatat că mantaua mașinii de periat, confecționată din tablă cu orificii alungite permite o îndepărtare mai bună particulelor de impurități, cum ar fi pleava, aristele și cele cu dimensiuni mai mici decât a bobului de grâu, în comparație cu cea construită din tablă cu orificii circulare. Așadar, în vederea obținerii unui conținut redus de boabe sparte și de cenușă pentru semințele prelucrate, cele mai bune rezultate s-au obținut pentru următoarele trei variante: **Vp₃₄** (unde $B_s=0,75 \%$, $C_c=1,4763\%$); **Vp₃₇** ($B_s=0,716 \%$, $C_c=1,4576 \%$) și **Vp₁₃₆** ($B_s=0,78 \%$ și $C_c=1,4995 \%$).

Rezultatele cercetărilor experimentale efectuate cu ajutorul instalației de periat grâu-IPG, au condus la stabilirea unui regim optim de funcționare pentru următoarele condiții: mantaua confecționată din tablă perforată cu orificii alungite, cu dimensiunile acestora de $L \times l = 20 \text{ mm} \times 1,75 \text{ mm}$; instalația de aspirare să funcționeze cu debit de aer $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$; turația rotorului cu perii $n=100 \text{ rot/min}$; respectiv $n = 250 \text{ rot/min}$ și debitul de alimentare cu produs $Q_p = 600 \text{ kg/h}$.

Luând în considerare rezultatele analizei și interpretării statistice a datelor experimentale rezultă un **grad foarte semnificativ** pentru variantele **Vp₂₅** respectiv **Vp₃₇**, un **grad distinct semnificativ** pentru variantele **Vp₄₀**, **Vp₃₁**, **Vp₃₄**, un **grad semnificativ** pentru varianta **Vp₄₆**, iar la variantele **Vp₄₃** și **Vp₂₈** rezultatele sunt **ne semnificative**.

În cadrul tezei de doctorat au fost realizate **cercetări privind procesul de tratare hidro-termică a boabelor de grâu, în sistem convențional și neconvențional**.

Cercetările experimentale privind procesul de tratare hidro-termică neconvențională au fost realizate în cadrul Institutului de Cercetare pentru Agricultură și Mediu, de la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, cu ajutorul unei micro stații de laborator. Astfel, pentru determinarea regimului optim de tratare hidro-termică a boabelor de grâu s-a proiectat o experiență polifactorială, în cadrul căreia s-au variat următorii factori de influență: temperatura din baia de apă (de la 20° până la 80°C) și timpul de staționare al grâului (1, 2 respectiv 3 ore). În vederea optimizării procesului de lucru pentru umectarea grâului în sistem convențional s-a folosit o instalație de tratare a semințelor. În ceea ce privește rezultatele cercetărilor experimentale privind procesul de tratare hidro-termică a grâului, în sistem convențional, menționăm că boabele destinate măcinării trebuie să îndeplinească anumite cerințe, și anume că umiditatea medie a acestora înainte de prima șrotuire trebuie să fie de 16 - 17%, cu distribuirea apei în mod

diferit în structura semințelor, umiditatea învelișului trebuie să fie cu 60-80% mai mare față de endosperm.

Din punct de vedere al gradului de umectare cele mai bune rezultate s-au obținut în cadrul variantelor experimentale: V_{u1} , V_{u2} , V_{u3} , V_{u4} , V_{u5} (temperatura apei având valori de 20°C și 30°C, iar timpul de staționare a fost de 1, 2 sau 3 ore). În aceste cazuri s-a constatat că pătrunderea apei s-a realizat doar în straturile exterioare ale bobului de grâu, aceasta fiind unul dintre criteriile impuse anterior procesului de măcinare.

Corelând rezultatele cercetărilor privind variația umidității boabelor și variația gradului de umectare funcție de temperatura apei și timpul de staționare a acestora, se poate spune că rezultatele optime sunt înregistrate la funcționarea instalației de tratare hidro - termică la temperatura apei de 20°C, respectiv 30°C.

În scopul studierii procesului de descojire s-a realizat în prealabil perierea și umectarea boabelor în sistem convențional. În vederea realizării experiențelor privind **procesul de descojire a semințelor de grâu** s-a folosit un stand experimental original, proiectat și realizat în cadrul disciplinelor de Mecanizare a agriculturii de la Facultatea de Agricultură.

În vederea optimizării procesului de lucru de descojire s-au avut în vedere următorii indici de lucru: procentul de boabe sparte, conținutul de cenușă și cantitatea de înveliș eliminată, funcție de distanța dintre mantalele tronconice ale mașinii de descojit (6, 8, 10 și 12 mm) și turația rotorului (100, 150, 200 și 250 rot/min).

Un prim aspect care a fost observat în urma procesului de descojire este acela că procentul de boabe sparte și conținutul de cenușă sunt influențate de cei doi parametri constructivi și funcționali ai mașinii de descojit, respectiv distanța dintre cele două mantale tronconice și turația tobei interioare. Se poate preciza că procentul boabelor sparte este direct proporțional cu turația mantalei interioare și invers proporțional cu distanța dintre cele două tobe tronconice din țesătură din sârmă de tip EUREKA.

Spre deosebire de variația conținutului de boabe sparte, procentul de cenușă al semințelor descojite obținute în urma încercărilor experimentale nu are o curbă de variație constantă funcție de turația rotorului și de distanța dintre mantalele descojitorului.

Cu privire la procentul de înveliș descojit, acesta este direct proporțional cu mărirea turației rotorului și invers proporțional cu distanța dintre mantalele tronconice ale utilajului.

Corelând valorile conținuturilor de boabe sparte, procentului de cenușă și a cantității de înveliș eliminat, înregistrate în urma descojirii semințelor de grâu, se constată că variantele optime de funcționare ale utilajului se obțin pentru următorii parametri de lucru: distanța dintre mantalele tronconice de 10 mm și pentru turații ale rotorului de 150 rot/min și 250 rot/min.

Interpretarea statistică a rezultatelor cercetărilor privind procesul de descojire a semințelor de grâu a evidențiat *grad foarte semnificativ* pentru variantele V_{d2} , V_{d3} , V_{d4} , V_{d8} , V_{d9} , V_{d15} , V_{d13} , V_{d14} , V_{d16} , un *grad distinct semnificativ* pentru variantele V_{d1} , V_{d10} , iar la variantele V_{d5} , V_{d6} , V_{d7} , V_{d12} rezultatele sunt *nesemnificative*.

Teza de doctorat are 197 de pagini și este realizată în două părți, care conțin opt capitole, 130 de figuri, 53 de tabele și un număr de 161 de referințe bibliografice.

ABSTRACT

Wheat is the most important cereal in terms of cultivated areas and production obtained but also high in carbohydrates (in the form of starch) and protein substances.

Wheat seeds, after harvest, generally have a heterogeneous composition, being composed in a mixture formed mostly by basic cereal grains (about 95%), seeds from other crops or weeds (about 2 - 3 %) and impurities of vegetable and mineral nature. Therefore, the properties and structure of wheat seeds, especially moisture, impurity content, glassiness, grain uniformity, etc., determine the choice of processing technology, as well as the optimal operating parameters of machines and installations in the technological line of cleaning, drying and storage.

Preparation of cereal seeds for grinding is a complex process of cleaning and conditioning, being one of the most important phases in the technology of obtaining quality flours.

In order to choose the optimal variant in terms of the technological line and the correct adjustment of the operating parameters of the machines within the processing flow, factors such as the working capacity of the unit, the physico-chemical characteristics of the wheat seed, the productivity of the machinery (required to be 10 ... 25% higher than the grinding capacity of the mill), the correct arrangement of the facilities (the unit must have three distinct parts: black cleaning - removal of non-food impurities-; conditioning; white cleaning), the nature of the impurities found in the seed mass; the percentage of foreign bodies in the seed mass, the grinding regime adopted must be taken into account.

The conditioning process consists in the processing of wheat grains by different methods in order to produce mechano - structural and biochemical transformations in the wheat grain or the activity of the ferments, in order to improve the qualitative indices of cereal seeds and baking properties.

Therefore, the purpose of the doctoral thesis was to determine the variations of the qualitative indices of wheat grains depending on the conditioning method and to establish an optimal working regime of the conditioning installation in order to maximize its technological efficiency.

Analyzing the structure of the wheat grain and the chemical composition of its various anatomical parts, it is found that the endosperm layer with the highest concentration of vitamins, enzymes, minerals, nutrients essential for the proper functioning of the human body is the boundary between the endosperm and the aleuronic layer, which is why it is necessary to study the process of seed conditioning.

Therefore, in order to preserve the valuable elements in the wheat grain, the peeling process and the optimal working regime of the peeling machine must be closely monitored in order to obtain a compliant flour.

The main objective of the doctoral thesis is to optimize the work process for the preparation and conditioning of wheat grains for grinding, a study that is carried out with the help of laboratory stands.

In order to achieve the main objective, the following directives have been drawn up:

- design and development of experimental models of machines for performing technological operations of brushing, conditioning and peeling.
- the influence of the operating parameters of the brushing machine on the structure of the wheat grain and the technological indices of baking;
- optimizing the working process of the brushing machine;
- the influence of the physical characteristics of wheat grains on the efficiency of the brushing operation;
- the influence of wheat grain moisture on the technological effect of conditioning;
- the influence of the rest time of wheat grains on the technological effect;
- the impact of wetting methods, temperature and rest time of wheat grains on the technological effect;
- determining the influence of the operating parameters of the wetting stand on the mechano-structural properties of the wheat grain;
- determination of the constructive characteristics of the wheat grain peeling stand;
- the influence of the different operating parameters of the peeler on the cereal seeds, especially on the wheat husk cover;
- optimization of the working process of the peeling stand;
- optimization of the working process for conditioning the cereal seeds for grinding.

The research used wheat from the Glossa variety from the agricultural production of 2014 in the area of Iași county, within the communes of Hălăucești and Mogoșești-Siret. Prelevation and sampling of wheat was performed using the method listed in SR ISO 13690/2001, the received wheat being standardized and stored in order to conduct research on the working process of the conditioning plant.

The biological material was subjected to the following laboratory determinations: moisture content; hectolitre mass; foreign bodies; wet gluten content; deformation index; protein content; ash content; fall index; acidity.

For the experiments, experimental stands were used, designed and made especially to study the technological operations of brushing, wetting and peeling of wheat grains, as well as for optimizing the constructive and functional parameters of the work process, in order to improve the qualitative indices of wheat seeds. cereals, respectively of the flour obtained after their grinding. The experimental stands were designed and made within the disciplines of Mechanization of Agriculture, from the Faculty of Agriculture.

In order to conduct laboratory experiments on the brushing operation, an experimental stand was built consisting of an active working body represented by a rotor with brushes, arranged inclined to the central axis and a tronconical mantle with perforated orifices of different sizes, the technological effect of of the machine being created by rubbing the grains between the rotor brushes and the perforated sheath, but also by the friction effect produced between the grains during the operation of the installation. Due to the need for remove the dust developed during the process, the machine was equipped with a fan with variable suction flow, effect obtained by inserting a control flap on the path of the air duct. At the same time, by mounting a dumper in the product feed hopper of the

machine, the possibility of adjusting the productivity of the machine was created. Also, the electric motor (with a power of 3 kW) that equips the machine was connected to a Moeller brand frequency converter, which allowed the progressive change of the rotor speed and at the same time it provided overload protection of the motor.

The research on the wetting process was carried out in two ways: the first in a conventional system in which the grains were subjected to wetting using a conventional seed treatment plant and the second in an unconventional system through a micro-plant that was performed in the laboratory, thus studying the way of water migration from the outside of the wheat grains to the inside of them.

The peeling process was studied with the help of a machine obtained by replacing the rotor and the drums in the brush machine with two concentrically arranged truncated Eureka wire braid sheaths. The technological effect in the case of peeling is produced by rubbing the grains on the surfaces of the two mantles. One of the studied parameters of the peeling machine was the distance between the two sheaths, which was varied by introducing a translation system of the inner sheath in the direction of the central axis. The speed of the moving drum and the suction flow were adjusted in the same way as in the brushing process, the machine retaining the rest of its constructive characteristics.

To study the influence of the brushing operation on the percentage of broken grains (B_s) and the ash content (C_c), the following experimental factors were varied:

- the type of troconical mantle sieve (F_1), a factor that has six graduations, as follows: a_1 - perforated sheet with elongated orifices of 1 mm; a_2 - perforated sheet with elongated orifices of 1.5 mm; a_3 - perforated sheet with elongated orifices of 1.75 mm; a_4 - perforated sheet with round orifices of 1 mm; a_5 - perforated sheet with round orifices of 1.5 mm; a_6 - perforated sheet with round orifices of 1.75 mm.
- Suction air flow (Q_a) from the suction system (F_2), with two graduations: b_1 - $Q_a = 0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ and b_2 - $Q_a = 0.075 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Product supply flow (F_3), factor that has three graduations: c_1 - $Q_p = 600 \text{ m}^3/\text{s}$; c_2 - $Q_p = 300 \text{ m}^3/\text{s}$; c_3 - $Q_p = 60 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Rotor speed (F_4), factor with four graduations: d_1 - $n = 100 \text{ rpm}$; d_2 - $n = 150 \text{ rpm}$; d_3 - $n = 200 \text{ rpm}$; d_4 - $n = 250 \text{ rpm}$.

Experimental research using the wheat brushing plant (IPG) has shown that both the percentage of broken grains and the ash content of processed wheat grains are influenced by the size and shape of the holes in the perforated sieves in the construction of the machine; rotor speed with brushes; the product supply flow and the air flow of the suction system.

The analysis of the experimental data shows that the percentage of broken grains is low, below 0.8%, for nine of the total of 144 experimental variants, respectively for Vp_4 , Vp_{10} , Vp_{13} , Vp_{31} , **Vp_{34}** , **Vp_{37}** , Vp_{46} , Vp_{125} and **Vp_{136}** .

For 26 experimental variants out of the 144 performed, the values of the ash content were below 1.5%, compared to the initial ones measured at the control sample (for control sample represented by the wheat not subjected to the brushing operation $C_c = 1.654\%$). Thus, by brushing, a sharp decrease of this indicator of over 0.1% compared to the raw

samples was obtained. The experimental variants that recorded C_c values below 1.5% were Vp_7 , Vp_{11} , Vp_{20} , Vp_{21} , Vp_{24} , Vp_{25} , Vp_{27} , Vp_{29} , Vp_{30} , **Vp_{34}** , **Vp_{37}** , Vp_{40} , Vp_{57} , Vp_{62} , Vp_{70} , Vp_{78} , Vp_{79} , Vp_{85} , Vp_{86} , Vp_{93} , Vp_{103} , Vp_{104} , Vp_{123} , Vp_{134} , Vp_{135} , **Vp_{136}** (Zăpodeanu Cezara, 2016).

At the same time, it was found that the mantle of the brush made of sheet metal with elongated orifices allows a better removal of particles of impurities, such as chaff, edges and those smaller than the grain of wheat, compared to that made of sheet metal with circular orifices. Therefore, in order to obtain a low content of broken grains and ash for processed seeds, the best results were obtained for the following three variants: **Vp_{34}** (where $B_s = 0.75\%$, $C_c = 1.4763\%$); **Vp_{37}** ($B_s = 0.716\%$, $C_c = 1.4576\%$) and **Vp_{136}** ($B_s = 0.78\%$ and $C_c = 1.4995\%$).

The results of the experimental researches carried out with the help of the IPG wheat brushing installation, led to the establishment of an optimal operation regime for the following conditions: the mantle made of perforated sheet with elongated orifices, with their dimensions of $L \times L = 20 \text{ mm} \times 1.75 \text{ mm}$; suction system to operate with air flow $Q_a = 0.075 \text{ m}^3/\text{s}$; rotor speed with brushes $n = 100 \text{ rpm}$; respectively $n = 250 \text{ rpm}$ and product feed rate $Q_p = 600 \text{ kg/h}$.

Taking into account the results of the analysis and statistical interpretation of the experimental data results a **very significant degree** for variants **Vp_{25}** and **Vp_{37}** , a **distinct significant degree** for variants **Vp_{40}** , **Vp_{31}** , **Vp_{34}** , a **significant degree** for variant **Vp_{46}** , and for variants **Vp_{43}** and **Vp_{28}** the results are **insignificant**.

In the doctoral thesis, **research on the process of hydro-thermal treatment on wheat grains, in a conventional and unconventional system** were conducted.

The experimental researches regarding the unconventional hydro-thermal treatment process were carried out within the Research Institute for Agriculture and Environment, from the “Ion Ionescu de la Brad” University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine from Iași, with the help of a micro laboratory station. Thus, in order to determine the optimal hydrothermal treatment regime for wheat grains, a multifactorial experiment was designed, in which the following influencing factors varied: the temperature in the water bath (from 20° to 80°C) and the rest time of wheat (1, 2 and 3 hours, respectively). In order to optimize the working process for wheat wetting in a conventional system, a seed treatment plant was used. Regarding the results of experimental research on the process of hydro-thermal treatment of wheat, in the conventional system, we mention that the grains intended for grinding must meet certain requirements, namely that their average humidity before the first grinding must be 16 – 17%, with the distribution of water differently in the structure of the seeds, the moisture of the coating must be 60 – 80% higher than the endosperm.

From the point of view of the degree of wetting, the best results were obtained in the experimental variants: **V_{u1}** , **V_{u2}** , **V_{u3}** , **V_{u4}** , **V_{u5}** (the water temperature having values of 20°C and 30°C , and rest time was 1, 2 or 3 hours). In these cases, it was found that the water penetration process was performed only in the outer layers of the wheat grain, this being one of the criteria imposed prior to the grinding process.

Correlating the research results on the variation of grain moisture and the variation of the degree of wetting depending on the water temperature and their standing time, it can

be said that good results are recorded in the operation of the hydro - thermal treatment plant at water temperature of 20°C and 30°C.

In order to study the peeling process, the grains were previously brushed and moistened in a conventional system. In order to achieve the experiences regarding the process of peeling the wheat seeds, an original experimental stand was used, designed and realized within the disciplines of Mechanization of agriculture from the Faculty of Agriculture.

In order to optimize the peeling process, the following working indices were taken into account: the percentage of broken grains, the ash content and the amount of coating removed, depending on the distance between the tronconical mantles of the peeling machine (6, 8, 10 and 12 mm) and rotor speed (100, 150, 200 and 250 rpm).

A first aspect that was observed after the peeling process is that the percentage of broken grains and the ash content are influenced by the two constructive and functional parameters of the peeling machine, namely the distance between the two truncated mantles and the speed of the inner drum. It can be stated that the percentage of broken grains is directly proportional to the speed of the inner mantle and inversely proportional to the distance between the two truncated drums of EUREKA wire cloth.

Unlike the variation of the content of broken grains, the percentage of ash of the peeled seeds obtained after the experimental tests does not have a constant variation curve depending on the rotor speed and the distance between the peels of the peeler.

With regard to the percentage of peeling, it is directly proportional to the increase in rotor speed and inversely proportional to the distance between the tronconical mantles of the machine.

Correlating the values of the contents of broken grains, the percentage of ash and the amount of cover removed, recorded after peeling wheat seeds, it is found that the optimal operating variants of the machine are obtained for the following working parameters: the distance between the truncated mantles of 10 mm and rotor speeds of 150 rpm and 250 rpm.

The statistical interpretation of the research results on the process of peeling wheat seeds showed a **very significant degree** for variants V_{d2} , V_{d3} , V_{d4} , V_{d8} , V_{d9} , V_{d15} , V_{d13} , V_{d14} , V_{d16} , a **distinctly significant degree** for variants V_{d1} , V_{d10} , and for V_{d5} , V_{d6} , V_{d7} , V_{d12} variants the results are **insignificant**.

The doctoral thesis has 193 pages and is made in two parts, containing eight chapters, 129 figures, 61 tables and a number of 161 bibliographic references.

INTRODUCERE

Asigurarea unei alimentații sănătoase și normale reprezintă o prioritate în politica oricărui stat, deoarece hrana reprezintă o problemă cu vaste implicații economice, sociale și culturale. Din aceste considerente, agricultura trebuie să ofere produse alimentare în cantități tot mai mari și de cea mai bună calitate, pentru o populație în continuă creștere.

Din punct de vedere al importanței mondiale, grâul reprezintă o sursă importantă de hrană, astfel, la nivelul anului 2018 producția mondială de grâu fiind de 734 mil. tone, grâu cultivat pe o suprafață de 214 mil. ha. La nivelul Europei, grâul a fost cultivat pe o suprafață de 60 mil. ha înregistrându-se o producție totală de 242 mil. tone.

În ceea ce privește România, suprafața totală cultivată cu grâu, la nivelul anului 2018, a fost de 2,1 mil. ha, fiind înregistrată o producție de 10 mil. tone (4,20% din producția la nivel european) (FAOSTAT, 2020).

După recoltare, semințele de cereale nu pot fi utilizate direct în diferite scopuri (depozitare, consum, industrializare, însămânțare etc.), deoarece conțin impurități de orice fel (resturi vegetale, corpuri străine etc.) și produse vătămate. Înainte de a primi o anumită destinație, este necesar și obligatoriu ca produsele recoltate să fie supuse proceselor de curățare și sortare, denumite operații de prelucrare primară.

Prelucrarea primară a semințelor este o verigă importantă în procesul de valorificare a produselor de origine vegetală și este o operație primordială a lanțului de condiționare. Pregătirea semințelor de cereale înainte de prelucrarea lor este un proces tehnologic, care necesită echipamente tehnice și tipuri de instalații combinate pentru a elimina corpurile străine existente în masa semințelor recoltate, a căror construcție depinde de diferitele tipuri de separare.

Astfel, cercetările în acest domeniu s-au concentrat pe determinarea proprietăților fizico-chimice ale componentelor unui amestec de semințe care influențează procesul de separare, cu scopul de a elimina pe cât posibil impuritățile care ajung în etapele finale ale prelucrării cerealelor.

În vederea măcinării grâului, unitățile de condiționare moderne folosesc instalații și echipamente diferite din punct de vedere constructiv și tehnic, pentru separarea impurităților din masa semințelor folosind o mulțime de principii de separare, cum ar fi diferențele dintre greutatea volumetrică și viteza de curgere a aerului componentelor amestecurilor de semințe, echipamentele din componența liniilor tehnologice pentru măcinarea grâului evoluând concomitent cu progresul general al omenirii, prin aplicarea unor procedee și tehnologii de fabricație performante.

Pe plan național și internațional cercetările teoretice și experimentale referitoare la corelarea parametrilor funcționali cu parametrii energetici și constructivi ai utilajelor din industria morăritului au luat o amploare deosebită. Calitatea și siguranța produselor alimentare este un obiectiv major pentru producători și un drept al consumatorilor.

În acest cadru se înscriu și cercetările efectuate în prezenta teză de doctorat, în care, pornind de la analiza stadiului actual al cercetărilor teoretice și practice din domeniul condiționării semințelor de grâu, au fost experimentate mai multe variante constructive ale instalațiilor de condiționare primară a semințelor de grâu.

Cu deosebit respect îi mulțumesc domnului Profesor universitar dr. ing. **Ioan ȚENU** pentru îndrumarea de o înaltă competență profesională, pentru sprijinul de specialitate și logistic, pentru înțelegerea și răbdarea manifestate în toată această perioadă a elaborării tezei.

În continuare, doresc să îmi exprim gratitudinea față de membrii comisiei de evaluare a lucrării pentru sfaturile și sugestiile oferite. Doresc să mulțumesc, în mod special, domnului Profesor universitar dr. ing. **Dănuță COZMA**, care m-a ghidat spre calea cercetării, și domnului Conferențiar universitar dr. ing. Petru Marian **CÂRLESCU** pentru ajutorul și îndrumarea științifică oferite de-a lungul întregii perioade a studiilor doctorale.

Mulțumesc domnului Profesor universitar dr. dr.h.c. Valentin **NEDEFF** pentru onoarea acordată de a recenza această lucrare.

Mulțumesc și celorlalți membri ai comisiei de îndrumare, alcătuită din Profesor universitar dr. ing. **Petru COJOCARIU** și Profesor universitar dr. ing. **Radu ROȘCA**, pentru consilierea la un înalt nivel științific în găsirea de soluții la problemele teoretice și practice apărute și pentru bunăvoința manifestată pe parcursul activității mele de cercetare.

Mulțumesc conducerii Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași pentru susținerea financiară acordată pe durata studiilor doctorale. De asemenea, mulțumesc domnului Decan al Facultății de Agricultură, Conferențiar universitar dr. **Denis ȚOPA**, președintele comisiei de doctorat.

Pe această cale doresc să mulțumesc și colectivului de cadre didactice și personalului auxiliar din cadrul catedrei de Mecanizare a Agriculturii pentru sprijinul, sfaturile și sugestiile valoroase care au fost de un real folos.

De asemenea, mulțumesc doamnei dr. ing. **Aida ALBU**, care m-a ajutat la efectuarea analizelor de laborator pentru determinarea conținutului de proteine al semințelor și a glutenului.

Sincere aprecieri și mulțumiri adresez și domnișoarei dr. ing. **Anca Elena CALISTRU** de la Institutul de Cercetări pentru Agricultură și Mediu Iași, pentru amabilitatea și disponibilitatea de a mă ajuta la studiul gradului de umectare a semințelor și efectuarea scanărilor 3D a straturilor de semințe.

Mulțumesc întregului colectiv al Departamentului de Inginerie Mecanică și Autovehicule Rutiere al Facultății de Mecanică din cadrul Universității Tehnice “Gheorghe Asachi” din Iași, în special domnului Conferențiar universitar dr. ing. **Ioan BĂISAN** pentru tot sprijinul acordat în această perioadă.

Nu în ultimul rând, doresc să mulțumesc familiei, în mod special tatălui meu, ing. **Anton ZĂPODEANU**, pentru susținerea morală și afectivă, pentru grija și înțelegerea de care au dat dovadă pe tot parcursul studiilor doctorale.

INTRODUCTION

Ensuring a healthy and normal diet is a priority in the policy of any state, because food is an issue with wide economic, social and cultural implications. For these reasons, agriculture must provide food in increasing quantities and of the best quality, for a growing population.

In terms of global importance, wheat is an important source of food, so, in 2018, world wheat production was 734 million tons, wheat grown on an area of 214 million ha. In Europe, wheat was cultivated on an area of 60 million ha, with a total production of 242 million tons.

As regards Romania, the total area cultivated with wheat, at the level of 2018, was 2.1 million ha, being registered a production of 10 million tons (4.20% of the production at European level) (FAOSTAT, 2020).

After harvest, cereal seeds cannot be used directly for various purposes (storage, consumption, industrialization, sowing, etc.), because they contain impurities of any kind (plant debris, foreign bodies, etc.) and damaged products. Before receiving a specific destination, it is necessary and mandatory that the harvested products be subjected to cleaning and sorting processes, called primary processing operations.

The primary processing of seeds is an important link in the process of capitalization of products of plant origin and is a primary operation of the conditioning chain. The preparation of cereal seeds before their processing is a technological process, which requires technical equipment and types of combined plants in order to remove foreign bodies existing in the mass of harvested seeds, whose construction depends on the different types of separation.

Thus, research in this field has focused on determining the physicochemical properties of the components of a mixture of seeds that influence the separation process, in order to eliminate as much as possible the impurities that reach the final stages of grain processing.

In order to milling wheat, modern conditioning units use different installations and equipment in terms of construction and technical, to separate impurities from the seed mass using a lot of separation principles, such as differences between volumetric weight and air flow speed of seed mixtures, the equipment of the technological lines for grinding wheat evolving simultaneously with the general progress of mankind, by applying efficient manufacturing processes and technologies.

At national and international level, the theoretical and experimental researches regarding the correlation of the functional parameters with the energetic and constructive parameters of the equipment in the milling industry have taken a special scope. Food quality and safety is a major goal for producers and a consumer right.

The research carried out in this doctoral thesis are enrolled in this context, in which,

starting from the analysis of the current state of theoretical and practical research in the field of wheat seed conditioning, several constructive variants of the primary conditioning installations of wheat seeds were experienced.

With special respect I thank the PhD Professor Eng. **Ioan ȚENU** for the guidance of a high professional competence, for the specialized and logistical support, for the understanding and patience shown during the period of the thesis elaboration.

Next, I would like to express my gratitude to the members of the evaluation committee for their advice and suggestions. I would like to thank, in particular, to PhD Professor Eng. **Dănuță COZMA**, who guided me to the path of research, and to PhD Lecturer Eng. **Petru Marian CÂRLESCU** for the scientific help and guidance offered throughout the PhD study.

Thanks to PhD DHC Professor **Valentin NEDEFF** for the honor of reviewing this paper.

Thanks also to the other members of the guidance committee, composed of PhD Professor Eng. **Petru COJOCARIU** and PhD Professor Eng. **Radu ROȘCA** for advising at a high scientific level in finding solutions to the theoretical and practical problems that arose and to the goodwill shown during my research activity.

I thank the management of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine "Ion Ionescu de la Brad" in Iasi for the financial support provided during my doctoral studies. I would also like to thank the Dean of the Agriculture Faculty, PhD Lecturer **Denis ȚOPA**, the chairman of the doctoral committee.

In this way, I would also like to thank the teaching staff and the auxiliary staff of the Department of Mechanization of Agriculture for their valuable support, advice and suggestions that have been of real use.

Thanks to the entire staff of the Department of Mechanical Engineering and Road Vehicles of the Faculty of Mechanics from "Gheorghe Asachi" Technical University of Iași, especially to PhD Lecturer Eng. **Ioan BĂISAN** for all the support given during this period.

I also thank PhD Eng. **Aida ALBU**, who helped me perform the laboratory tests to determine the protein content of the seeds and gluten.

Sincere appreciations and thanks to PhD Eng. **Anca Elena CALISTRU** from the Research Institute for Agriculture and Environment Iași, for the kindness and willingness to help me study the degree of seed wetting and perform 3D scans of seed layers.

Last, but not least, I would like to thank my family, especially to my father Eng. **Anton ZĂPODEANU**, for their moral and emotional support, for the care and understanding they have shown throughout the doctoral studies.

PARTEA I
STADIUL CUNOAȘTERII

FIRST PART
STATE OF KNOWLEDGE

CAPITOLUL I

ASPECTE GENERALE PRIVIND SEMINȚELE DE CEREALE

CHAPTER I

GENERAL ASPECTS REGARDING CEREAL SEEDS

1.1. Rolul și importanța semințelor de cereale în alimentație

Potrivit Costin I. (1988) termenul „cereale” își are originea în limba latină, în mitologia romană, provenind din numele divinității "Ceres", zeița grânelor și a recoltelor.

Măcinarea boabelor uscate de grâu s-a făcut inițial într-o piuă, cu o piatră șlefuită, rezultatul obținut fiind o făină brută. Romanii au îmbunătățit tehnica măcinatului, obținând tipuri de făină mai albe și mai pure. Cea mai importantă noutate tehnologică introdusă de romani a fost trecerea de la măcinarea cu ajutorul pietrelor de moară puse în mișcare de animale sau de sclavi, la moara acționată prin intermediul forței apei.

Odată cu dezvoltarea civilizației umane și creșterea exponențială a populației la nivel mondial, producția de cereale și tehnologiile de prelucrare a acestora au suferit de-a lungul timpului numeroase transformări și modificări, în scopul îmbunătățirii calității vieții și a nivelului de trai. În principiu, toate cerealele prezintă însușiri anatomice și fiziologice comune. Datorită conținutului ridicat de amidon care se regăsește în boabele de cereale, acestea mai poartă denumirea de „*produse agricole amidonoase*” (Leonte M., 2001).

Importanța semințelor de cereale este relevată de statisticile la nivel global, care arată că aproximativ 60% dintre proteine, 15% dintre lipide și 70% dintre glucide, în general circa 55 - 60% dintre calorii consumate de populație pe plan mondial, provin din boabele de cereale (FAOSTAT, 2019).

Rolul esențial al semințelor de cereale în vederea asigurării unei alimentații sănătoase și echilibrate este recunoscut și de către specialiștii în domeniul nutriției, cerealele regăsindu-se la baza piramidei alimentare (Charalampopoulos D. et al., 2002) (fig. 1.1).

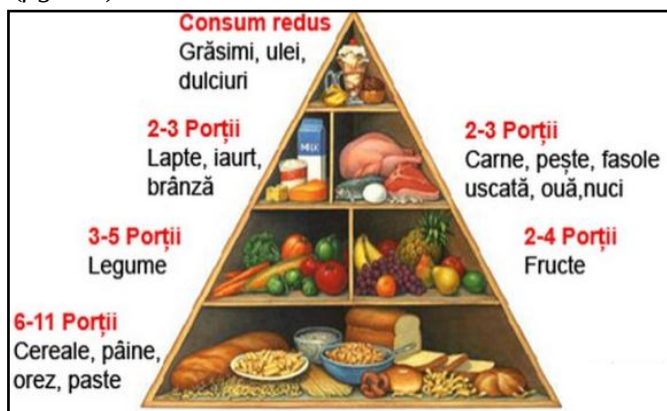


Fig.1.1. Piramida alimentară
(Maxim E., 2007)
Fig.1.1. Food pyramid
(Maxim E., 2007)

De asemenea, plantele de cereale și semințele acestora reprezintă principala materie primă în sectorul zootehnic (producția de carne, lapte, ouă), și au o largă utilizare în industria alimentară și a bunurilor de altă natură.

Proprietățile fizice și chimice ale boabelor de cereale permit transportul acestora pe distanțe mari, dar și păstrarea un timp mai îndelungat, fără ca valoarea lor nutritivă să se modifice. Prin urmare semințele de cereale pot fi consumate în anul recoltării, dar pot fi păstrate ca stoc de rezervă pentru anii nefavorabili în care producțiile obținute sunt scăzute (Ghimbășan R., 1992; Marcu S., 2001).

1.2. Criterii de apreciere a calității semințelor de cereale

1.2.1. Compoziția fizică a masei de semințe de cereale

Masa de semințe de cereale are în general o compoziție eterogenă, fiind formată în cea mai mare parte (circa 95%) din boabele cerealei de bază, puține boabe din alte culturi (circa 2-3%) și impurități de altă natură.

Impuritățile de natură organică sunt boabele din alte culturi aflate întâmplător în masa cerealei de bază, boabe cu defecte ale cerealei de bază, semințe de buruieni, pleavă, paie, resturi de coceni, frunze etc.

Impuritățile se găsesc în masa de semințe de cereale sub formă de particule independente, de dimensiuni mai mari decât boabele de cereale, asemănătoare cu boabele de cereale sau mai mici decât acestea. Ele se mai găsesc și sub formă de praf liber sau aderent la suprafața boabelor, împreună cu o microfloră specifică cerealelor. Prafurile aderente și microflora sunt localizate în special în bărbița (porii de la capătul bobului) și șanțulețul bobului (Costin I., 1983).

Dintre impuritățile de natură minerală numai cioburile de sticlă și așchiile metalice sunt vătămătoare, restul fiind considerate ca nevătămătoare dar cu influențe negative asupra indicilor de calitate ai produselor finite (Fleurat-Lessard F., 2002).

1.2.2. Criteriile fizice de apreciere a calității semințelor de cereale

Potrivit literaturii de specialitate, criteriile fizice de apreciere a calității semințelor constituie un ansamblu de determinări însumate, în metoda de apreciere a calității fiind incluse determinări asupra masei hectolitrică, masei relative a 1000 de boabe, masei volumice, mărimii, formei, uniformității boabelor, tăriei, sticlozității, prospețimii și maturității boabelor de cereale (Brăcăcescu Carmen, 2012; Bulancea M., Râpeanu G., 2009).

În tabelul 1.1 sunt prezentați indicii ponderali ai principalelor semințe de cereale.

Tabelul 1.1/Table 1.1

Indicii ponderali ai principalelor semințe de cereale (după Costin I., 1983)

Weighted indexes of the main cereal seeds (after Costin I., 1983)

Specia de cereale (kg)	Masa hectolitrică (g)	Masa relativă a 1000 boabe (g)	Masa relativă absolută a 1000 boabe (g)	Masa volumică (g/cm ³)
Grâu	68 – 85	28 – 40	30 – 35	1,2 – 1,5
Secară	65 – 78	26 – 30	24 – 26	1,2 – 1,5
Orz	55 – 65	35 – 42	29 – 37	1,4
Ovăz	38 – 48	23 – 27	20 – 23	1,1 – 1,2
Orez	50 – 65	30 – 40	26 – 35	1,1 – 1,2
Porumb	74 – 82	120 – 280	110 – 320	1,3 – 1,4
Mei	60 – 70	1,7 – 3	1,5 – 2,7	0,8 – 1,2

Masa volumică reprezintă raportul dintre masa a 1000 de boabe și volumul ocupat de

acestea, [g/cm³]. Literatura de specialitate menționează că acest parametru oferă cele mai exacte informații despre calitatea semințelor de cereale, fiind influențat de compoziția chimică, compactitatea, structura anatomică, maturizarea și mărimea boabelor de extracție (Matz S.A., 1991).

În urma diferitelor studii în domeniu s-a constatat faptul că masele volumice ale principalelor substanțe organice care alcătuiesc bobul diferă între ele, conform celor prezentate în *tabelul 1.2*.

Tabelul 1.2/Table 1.2

Masa volumică a principalelor substanțe organice din bobul de grâu

(Matz S.A., 1991)

Density of organic substances traced in the wheat kernel grâu

(after Matz S.A., 1991)

Substanța organică	Amidon	Proteină pură	Gluten	Grăsimi	Celuloză
Masa volumică, [g/cm ³]	1,5	1,35	1,25	0,92	1,30

Masa hectolitrică reprezintă masa [kg] unui volum de boabe de 0,1 m³ (100 dm³ sau litri). Utilizarea acestui parametru ca bază la stabilirea extracției pentru făina de grâu și secară este contestată de unii cercetători, aceștia considerând că masa hectolitrică nu constituie un parametru cu influență deplină asupra procesul de extracție (Balan I. și colab., 2003).

Masa relativă a 1000 de boabe reprezintă masa a 1000 de boabe la umiditatea pe care o conțin semințele în momentul efectuării determinării.

Masa absolută reprezintă masa a 1000 de boabe raportată la substanța uscată.

Mărimea, forma și uniformitatea boabelor reprezintă un criteriu important de apreciere a calității. Păun Anișoara și Găgeanu P. (2000) afirmă faptul că fiecare dintre acestea influențează în primul rând randamentul de extracție al făinii, alegerea mașinilor pentru pregătire și prelucrare, precum și păstrarea unui regim tehnologic constant pentru o perioadă de timp mai lungă. În *tabelul 1.3* sunt prezentate valorile considerate uzuale pentru dimensiunile medii ale boabelor de la cereale conform literaturii.

Tabelul 1.3/Table 1.3

Dimensiunile medii ale principalelor semințe de cereale (Brătucu G., 1999)

The average size of the main cereal seeds (Brătucu G., 1999)

Dimensiunile semințelor	Grâu	Secară	Porumb	Orz	Ovăz
Lungimea [mm]	4,2 - 8,6	5,0 - 10,0	5,5 - 13,5	7,0 - 14,6	8,0 - 16,6
Lățimea [mm]	1,6 - 4,0	1,4 - 3,6	5,0 - 11,5	2,0 - 5,0	1,4 - 4,0
Grosimea [mm]	1,5 - 3,8	1,2 - 3,5	2,5 - 8,0	1,4 - 4,5	1,2 - 3,6

Tăria (duritatea) boabelor. Când este interpretată ca tărie, acest parametru oferă indicii privind rezistența la operațiile de vehiculare, pregătire sau prelucrare. Interpretată ca duritate, caracterizează gradul de spargere întâmplătoare a boabelor în cazul mărunțirii intenționate, oferind în plus indicii privind consumul energetic necesar măcinării.

Sticlozitatea și făinozitatea boabelor prezintă importanță atât pentru tehnologia de obținere a făinii, cât și pentru comportarea crupelor la fierbere.

Boabele sticloase (cele care în secțiune transversală au un aspect sidefat, translucid, cornos) se secționează greu, iar prin măcinare se transformă, într-o primă fază, într-o cantitate mare de crupe de tipul grișurilor mari și mijlocii și mai puține grișuri mici, dunsturi (produs

intermediar între grișuri și făinuri) și făină, făina care are destinații speciale, precum fabricarea pastelor făinoase și a unor produse de patiserie. În general, boabele sticloase se recomandă la fabricarea crupelor, deoarece prin fierbere acestea nu-și pierd integritatea granulară și nu devin un gel consistent ca în cazul crupelor provenite din cerealele de structură făinoasă (Dumbravă M., 2014).

Boabele făinoase (în secțiune transversală au aspect opac, făinos) opun rezistență mai mică la secționare, proprietățile și domeniile de utilizare fiind opuse boabelor sticloase. Deși există opinii că sticlozitatea s-ar datora unei repartizări diferite a substanțelor proteice existente în bob, practic s-a constatat că atât la boabele de grâu făinoase, cât și în cazul boabelor de grâu sticloase, conținutul de gluten prezintă valori asemănătoare (Dumbravă M., 2014; Costin I., 1983).

Culoarea boabelor poate evidenția vechimea acestora, componentele masei și starea de sănătate.

Spre deosebire de alte materii prime alimentare, în ceea ce privește *prospețimea*, semințele de cereale prezintă perioadă mai lungă, determinată de absența unor schimbări esențiale în compoziția chimică și aspectul exterior sub acțiunea propriei activități sau a microorganismelor și dăunătorilor specifici spațiilor de depozitare.

Cu privire la *gradul de maturitate* a semințelor de cereale, acesta caracterizează o stare de finalizare post-recoltare a proceselor biochimice din bob, care îl fac propriu pentru operațiile de prelucrare ulterioară. Factorii care influențează maturizarea semințelor după recoltare sunt umiditatea și temperatura (Balan I. și colab., 2003). Maturizarea după recoltare este însoțită de îmbunătățirea însușirilor calitative ale boabelor de cereale și este perioada cea mai dificilă de conservare, datorită multiplelor procese care au loc în masa de boabe (Thierier L. V et al., 1971).

Principalele caracteristici ale boabelor de grâu sunt prezentate în *tabelul 1.4*.

Tabelul 1.4/Table 1.4

Caracteristicile boabelor de grâu (după Vasilichia T. S., 2010)
Wheat kernel features (after Vasilichia T. S., 2010)

Nr.crt.	Caracteristica	UM	Grâul comun	Grâul dur
1	M.M.B.	g	23-48	30-45
2	Masa hectolitrică	Kg/hL	68-85	74-80
3	Sticlozitatea	%	20-70	80
4	Tensiuni de mărunțire prin:	MPa	6,2	11,8
	• compesiune			
	• forfecare		5,5	8,7
	• strivire		3,8	7,5
5	Gluten umed	%	19,7 – 46,9	
6	Substanțe proteice	%	9 – 20	
7	Apă	%	57 – 71	
8	Lipide	%	1,8 – 2	
9	Celuloză	%	1,9 – 2	
10	Zaharuri	%	1 – 3	
11	Cenușă	%	1,5 – 2,5	

Conform Balan I. și colab. (2003), pentru o păstrare constantă a calității produselor de panificație în tot cursul anului, semințele de grâu din recolta nouă au nevoie de o perioadă de

maturizare de minimum 60...150 zile de la recoltare, și anume 60 zile pentru semințele de grâu cu un conținut ridicat de gluten, 90 zile pentru grâul cu un conținut mediu de gluten, respectiv 120...150 zile pentru grâul sărac în gluten.

Unele cercetări au dus la concluzia că procesul de maturizare a semințelor constă în transformarea substanțelor solubile în substanțe insolubile – zahărul în amidon, aminoacizii în proteine, proteinele solubile în proteine insolubile – și eliminarea apei. De asemenea, s-a constatat faptul că se produc transformări și ale grăsimilor, substanțelor minerale și vitaminelor (Costin I., 1988).

În ceea ce privește *compoziția anatomică* a grâului comun (fig. 1.2), recomandat pentru pâine, acesta prezintă boabe oval - alungite, mai late spre bază, rotunjite în secțiune transversală, cu un smoc de perișori bine dezvoltat, având culoarea de la alb - gălbuie până la roșie .

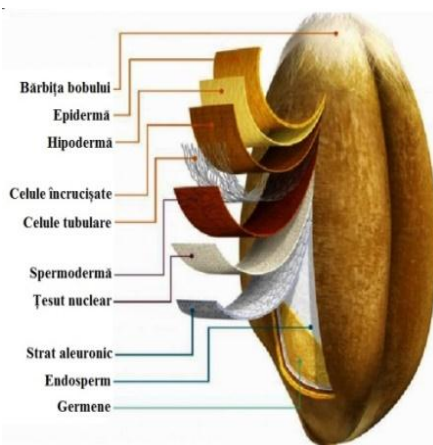


Fig. 1.2. **Structura anatomică a bobului de grâu**

(Grain Gallery, 2013)

Fig. 1.2. **Anatomical structure of wheat kernel**

(Grain Gallery, 2013)

Structura anatomică a semințelor de grâu este prezentată în *tabelul 1.5*. După cum se poate observa, *endospermul* sau *corpul făinos* reprezintă 84% din bob și constituie principala sursă de materii prime nutritive pentru dezvoltarea embrionului. Endospermul este alcătuit din celule mari poliedrice, cu pereți subțiri, care au în structură cantități mari de hemiceluloză și granule de amidon (Wrigley C., 2006).

Tabelul 1.5/ Table 1.5

Structura anatomică în (%) din SU (limite de variație) (după Thierer L.V., 1971)
Anatomical structure in (%) from DS (limits of variation) (after Thierer L.V., 1971)

Nr. crt.	Componentele seminței de grâu	Compoziția în (%) din SU
1	Endosperm	78,2 – 84,3
2	Germene	1,4 – 4,2
3	Înveliș pericarpic	4,2 – 7,0
4	Spermodermă	1,4 – 4,2
5	Strat aleuronic	5,2 – 10,4

Potrivit literaturii, lungimea bobului este de 4,8...8 mm, lățimea de 1,8...4 mm, iar grosimea de 1,6...3,6 mm, caracteristicile granulometrice ale boabelor de cereale fiind baza procesului de separare a impurităților în funcție de diferențele de mărime (Feher E., Matei G., 2006).

1.2.3. Compoziția chimică a semințelor de cereale

În ceea ce privește calitatea boabelor de cereale, un rol determinant în aprecierea acestora îl are compoziția chimică, deoarece ea oferă informații legate de valoarea alimentară a produselor finite (*Heldman D., Lund D., 2007; Modoran Constanța Virginia, 2007*).

Aceeași sursă menționează analizele chimice care stau la baza aprecierii calității semințelor de cereale, respectiv determinarea conținutului de umiditate, a conținutului de proteine, a acidității și a conținutului de uleiuri.

Referitor la *conținutul de umiditate*, acesta are o importanță majoră deoarece de nivelul său depinde în primul rând conținutul de substanță uscată sau substanță utilă existentă într-o anumită cantitate de produs. Cu cât umiditatea semințelor este mai mare cu atât cantitatea de substanță utilă este mai redusă. Cercetătorii în domeniu au constatat că apa pătrunde cel mai rapid prin embrion, apoi prin învelișul seminței și foarte greu prin endosperm. Viteza de deplasare a apei depinde de temperatura acesteia, apa caldă pătrunzând mai repede decât apa rece (*Iancu Anca, 2014*).

De asemenea, s-a constatat faptul că un procent de umiditate mai mare de 14%, dar și lipsa acțiunilor tehnologice de reducere a acestuia conduc la degradarea calității boabelor în urma proceselor biochimice de fermentație care determină alterarea bobului de grâu prin autoîncingere, mucegăire sau încolțire (*Plăcină Daniela, 2007*).

Umiditatea optimă în vederea depozitării și păstrării semințelor este de 10 – 13%, când boabele pot fi păstrate un timp îndelungat, iar când sunt supuse prelucrării, acestea se comportă corespunzător. Umiditatea semințelor schimbă o parte din însușirile fizice, cum ar fi: rezistența la sfărâmare și elasticitatea învelișului. Astfel, boabele cu umiditate redusă se mărunțesc puternic producând grișuri și randamentul în făină albă scade, înrăutățindu-se în același timp și calitatea făinii, iar cele cu umiditate mare cer un consum de energie ridicat la măcinare, iar curățarea grișului este anevoioasă și se diminuează randamentul în făină (*Cioabla A. și colab., 2010*).

Proteinele se găsesc distribuite neuniform în diversele părți componente ale structurii anatomice a bobului de grâu: în epidermă 4%, în stratul de celule rotunde 11%, în învelișul seminal 18%, în stratul aleuronic și membrana hialină 33%, în corpul făinos 11%, în germenii 23% (*Caragia V. și colab., 2019*).

Principalele categorii de proteine sunt:

- *albuminele*, care se găsesc în citoplasma celulelor vii, în stratul aleuronic, învelișul bobului și embrion, conținutul variind între 0,3 și 0,5%;
- *globulinele* sunt concentrate în embrion sub formă de nucleat de globulină; edestina se găsește în proporție de 0,6%;
- *prolaminele*, dintre care gliadina grâului este cea mai importantă, se găsește în endosperm și împreună cu glutenina (zimona) formează glutenul;
- *glutelinele*, cea mai importantă fiind glutenina, componentă care rămâne insolubilă prin extragerea glutenului cu alcool etilic de concentrație 70% (*Cozma D., Băetu Oana - Eliza, 2010*).

Proteinele și calitatea acestora constituie unul din procedeele moderne de apreciere a calității boabelor de cereale. Cu cât procentul de proteine este mai ridicat și cu cât prezența aminoacizilor esențiali este mai accentuată, cu atât acel lot de semințe este mai apreciat. Conținutul de proteine este influențat de o serie de factori, cum ar fi: specia, varietatea, solul, îngrășămintele folosite, clima etc (Wrigley C., Shepherd K., 1974).

Glucidele reprezintă partea cea mai mare a bobului de grâu și constituie substanțe de rezervă (amidon, zaharuri, dextrine), substanțe de constituție a învelișului celular și a scheletului învelișurilor protectoare ale bobului (celuloză, hemiceluloză). După structura chimică glucidele sunt: monozaharide, dizaharide, polizaharide. Conținutul de glucoză variază între 0,09% și 0,3%, iar fructoza între 0,06% și 0,08 %. Se mai găsesc cantități foarte mici de: riboză, xiloză, manoză, galactoză (Bordei D. și colab., 2000).

Principalele polizaharide prezente în boabele de cereale sunt:

- *glucofructani*, pe cale cromatografică s-a putut determina sitosina în boabele de grâu, germinina A în boabele de secară, kritesina și hordiacina în boabele de orz;
- *hemiceluloze* și *pentozani*, identificați în aproape toate părțile componente ale bobului;
- *celuloză*, care se găsește în cantitate mică;
- *amidonul* este partea cea mai importantă din categoria glucidelor.

În structura amidonului există două tipuri de macromolecule: amiloza și amilopectina. Structura secundară a amidonului este condiționată de existența punților de hidrogen. În bobul de grâu amidonul se află sub forma unor granule de diferite mărimi și forme (Bulgaru V., 2011).

Lipidele sunt răspândite în mod deosebit în embrion, stratul aleuronic și endosperm. Lipidele sunt combinații chimice ușor oxidabile, putând determina alterarea proprietăților organoleptice ale făinurilor (Toader Maria, Roman Gh., 2017).

Substanțele minerale sunt răspândite neuniform în părțile componente ale bobului de grâu. Cantitatea cea mai mică se găsește în endosperm, 0,3% în zona centrală, crescând către periferie la 0,48%. În stratul aleuronic cantitatea de substanțe minerale crește la 7%, iar în spermodermă și pericarp scade la 3,5%. Embrionul are 5% substanțe minerale. Pe baza conținutului de cenușă se poate realiza clasificarea făinurilor pe clase de calitate (Cozma D., Băetu Oana - Eliza, 2010).

Aciditatea oferă informații asupra stării de sănătate a boabelor de cereale, asupra timpului de păstrare și a modului de conservare. Semințele de cereale proaspăt recoltate au aciditatea foarte scăzută, aceasta crescând pe măsura învechirii lor (Bordei D. și colab. 2000).

Enzimele reprezintă o clasă importantă de substanțe ce catalizează o serie de reacții biochimice. Bobul de grâu conține un număr mare de enzime din clasele hidrolaze, transferaze, oxidoreductaze, liaze, izomerase, sinteaze (Iorga Enuța, Câmpeanu Gh., 2005).

Vitaminele din bobul de grâu constituie o sursă importantă pentru necesitățile catabolismului și anabolismului uman. Distribuția vitaminelor este diferită în părțile

anatomice ale boabelor, fiind regăsite următoarele: B1 (tiamina), B2 (riboflavina), PP (niacina), E (tocoferol), A (retinol), B5 (acid pantotenic), B9 (acid folic) (Pavel Claudia, 2010).

Conținutul de uleiuri constituie un criteriu de apreciere în special pentru semințele de porumb care urmează a fi degerminate.

Înșușirile de panificație caracterizează modul de comportare al făinii în procesul tehnologic la care este utilizată și se exprimă prin capacitatea de hidratare, puterea făinii și capacitatea aluatului de a forma și reține gazele de fermentație (Banu C., 2009; Moldoveanu Gh. și colab., 1973).

1.2.4. Însușirile tehnologice ale semințelor de cereale

Potrivit literaturii de specialitate, însușirile tehnologice ale semințelor de cereale includ un ansamblu de criterii fizice care pot îngreuna sau înlesni unele operații de transport, depozitare și prelucrare (Călin L. și colab., 2008; Verzea M, 2007).

1.2.4.1. Criterii tehnologice care se manifestă în vehicularea internă

a) *capacitatea de curgere* este dată de însușirea boabelor de cereale de a se deplasa de la un loc la altul prin cădere liberă.

Legat de proprietatea de curgere, în practică se folosește noțiunea de unghi de taluz natural, definită ca unghiul dintre baza orizontală și panta formată de boabele așezate într-o grămadă realizată prin cădere liberă (Johannson Eva, 2002).

Deoarece stă la baza transportului gravitațional al semințelor, unghiul de taluz natural este elementul de calcul esențial pentru stabilirea înclinării conductelor pentru semințe, în *tabelul 1.6* fiind prezentate valorile acestui unghi pentru diferite semințe de cereale, în funcție de umiditatea lor.

Tabelul 1.6/ Table 1.6

Limitele de variație a unghiului de taluz natural funcție de umiditate

(după Costin I, 1983)

Variation limits of natural slope angle depending on humidity

(after Costin I, 1983)

Cereala	Grâu		Secară		Orz		Ovăz	
Umiditatea semințelor [%]	5,3	2	1,1	7,8	1,9	7,8	4,6	0,7
Unghiul de taluz natural [grade]	0	8	3	4	8	2	2	1

Unghiul de taluz natural (*fig. 1.3a*) este condiționat de frecarea boabelor între ele, fiind egal cu unghiul de frecare dintre acestea. Practic, se exprimă prin tangenta trigonometrică a unghiului pe care îl face cu planul orizontal linia de cea mai mare pantă a suprafeței înclinate a grămezii de material.

Curgerea semințelor de cereale (*fig. 1.3b*) este influențată de factori precum forma boabelor, starea suprafeței acestora, umiditatea boabelor și puritatea lor (Sorică C., 2012; Every D. et al, 2002).

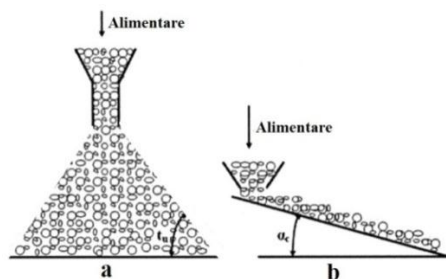


Fig. 1.3. **Determinarea capacității de curgere a semințelor:** **a** - unghiul de taluz natural " t_n "; **b** - unghiul de curgere " α_c " (Brăcăcescu Carmen, 2012).

Fig. 1.3. **Determination of seed flow capacity:** **a** – natural slope angle " t_n "; **b** – the flow angle " α_c " (Brăcăcescu Carmen, 2012).

b) *autosortarea* reprezintă proprietatea boabelor de cereale de a se așeza în grămadă în straturi diferite calitativ.

Despre influența negativă a procesului de autosortare asupra omogenității loturilor de semințe a discutat și Matei Gh. și Feher Ecaterina (2010), care menționează faptul că la încărcarea silozurilor (fig. 1.4.a) fracțiunile grele se așază în centru și cele ușoare pe margine, iar la descărcare (fig. 1.4b) sunt evacuate mai întâi boabele grele, apoi, pe măsură ce evacuarea se apropie de sfârșit, curg și boabele ușoare și foarte multe impurități organice.

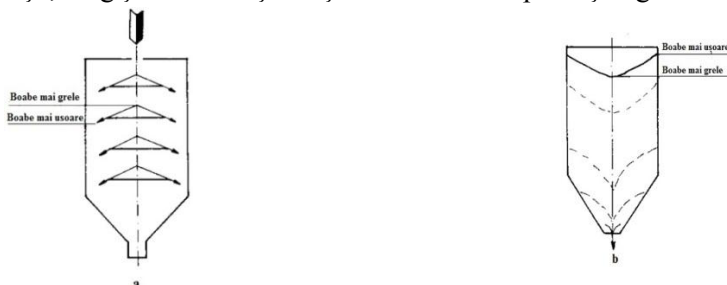


Fig. 1.4. **Schema autosortării:** **a** - la încărcare; **b** - la descărcare.

Fig. 1.4. **Auto sorting scheme:** **a** – loading; **b** – unloading.

c) *capacitatea de plutire* - considerată însușirea boabelor de cereale de a se menține în stare de suspendare la o anumită viteză a unui curent de aer ascendent, fiind caracterizată de un parametru denumit *viteză de plutire* V_p .

Conform literaturii de specialitate, acest parametru se calculează cu relația (Danciu I., 1997):

$$V_p = V_{20} \sqrt{\frac{\rho_{20}}{\rho_t}} \quad (1.1)$$

unde: V_{20} reprezintă viteza de plutire la $t = 20^\circ\text{C}$; ρ_{20} – masa volumică a aerului la $t = 20^\circ\text{C}$; ρ_t – masa volumică a aerului la temperatura de determinare t .

V_{20} se determină experimental și are prezentate valorile în *tabelul 1.7*.

Tabelul 1.7/Table 1.7

Valorile vitezei de plutire a semințelor (după Danciu I., 1997)

The floating speed values of cereal seeds (after Danciu I., 1997)

Semințe de cereale	Grâu	Grâu atacat de insecte	Secară	Orz	Ovăz	Porumb
Viteza de plutire, [m/s]	8,5-10,5	5,5-7,5	8,5-10,0	8,5-10,5	8-9	12,5-14

1.2.4.2. Criteriile tehnologice care se manifestă la depozitare

a) *spațiul intergranular al masei de boabe* (denumit și *porozitate*) se determină cu

ajutorul relației:

$$P = \frac{V-v}{V} \times 100 \text{ [%]} \quad (1.2)$$

unde: P – spațiul intergranular al masei de boabe (porozitate); v - reprezintă volumul propriu-zis ocupat de boabe și impurități; V - volumul total ocupat de masa de boabe.

Porozitatea depinde de forma și dimensiunile boabelor, umiditatea acestora, dimensiunile depozitului sau ambalajului (Mares D., Mrva Kolumbina, 2008). În tabelul 1.8 sunt prezentate valori medii ale porozității pentru diferite semințe de cereale.

Tabelul 1.8/Table 1.8

Valorile porozității la principalele cereale (Leonte M., 2001)

Porosity values of the main cereals (Leonte M., 2001)

Semințe de cereale	Grâu	Secară	Orz	Ovăz	Porumb
Porozitatea [%]	35-45	35-45	45-55	50-70	35-55

b) rezistența aerodinamică a stratului de semințe de cereale S , variază direct proporțional cu viteza aerului sau gazului care străbate masa de boabe v [m/s] și cu grosimea stratului de boabe h [mm], conform relației (Rusu T., 2011):

$$S = A \square - v^n \quad (1.3)$$

unde: A și n sunt coeficienți ce depind de diametrul boabelor, fiind stabiliți pe cale experimentală.

Valorile acestor coeficienți, determinate în condiții standard, pentru principalele semințe cerealiere, sunt prezentate în tabelul 1.9.

Tabelul 1.9/Table 1.9

Valorile coeficienților pentru calculul rezistenței aerodinamice, determinate experimental (Banu C., 2009)

Coefficients values used for calculating the aerodynamic resistance, experimentally determined (Banu C., 2009)

Semințe de cereale	Grâu	Secară	Orz	Ovăz	Orez	Porumb
Diametrul boabelor [mm]	3,48	-	-	-	-	7,37
Valorile coeficientului n	1,43	1,41	1,43	1,42	1,41	1,55
$A = \text{strat de semințe de } 0,05 - 0,5 \text{ m}$	1,41	1,76	1,44	1,64	1,76	0,67

Funcție de viteza curentului de aer, la o grosime a stratului de semințe de 10 mm, în tabelul 1.10 sunt prezentate valorile rezistenței aerodinamice pentru diferite semințe de cereale.

Tabelul 1.10/Table 1.10

Valorile rezistenței aerodinamice (N) pentru diferite straturi de boabe de cereale (Banu C., 2009)

Aerodynamic resistance values (N) for different layers of grain kernels (Banu C., 2009)

Cerealele	Valorile coeficienților		Rezistența stratului de boabe cu $H = 10$ [mm], pentru o viteză a aerului [m/s] de:					
	A	n	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1
Grâu	1,41	1,43	0,52	1,41	2,53	3,81	5,23	14,1
Secară	1,76	1,41	0,68	1,81	3,22	4,84	6,62	17,6
Orz	1,44	1,43	0,53	1,44	2,58	3,89	5,35	14,4
Ovăz	1,64	1,42	0,62	1,66	2,97	4,47	6,14	7,14
Orez	1,76	1,41	0,68	1,81	3,22	4,84	6,62	17,6
Porumb	0,67	1,55	0,19	0,55	1,04	1,62	2,28	6,7

c) termoconductibilitatea masei de semințe de cereale este proprietatea corpurilor din

masa de semințe de a-și ceda căldura datorită diferențelor de temperatură dintre ele (Burzo I., 1986). În general, conductibilitatea masei de semințe de cereale este mult mai mică decât cea a bobului separat, dar ea prezintă importanță deosebită pentru păstrare în depozit, aerare și uscare.

d) *sorbțiunea boabelor de cereale* este proprietatea acestora de a reține particule străine, apă sau gaze. Formele de manifestare ale sorbțiunii sunt: adsorbția, absorbția, condensarea capilară și chemosorbția, procese ce se manifestă la păstrarea, gazarea și uscarea semințelor de cereale în depozit (Banu C., 2007).

e) *higroscopicitatea boabelor* reprezintă proprietatea acestora de a absorbi apa din aerul umed și de a o ceda acestuia când este uscat. Popa N.C. și colab. (2008) menționează faptul că higroscopicitatea semințelor de cereale poate fi influențată de factori precum mărimea boabelor; integritatea boabelor; tăria învelișului; compoziția chimică; umiditatea și temperatura mediului.

Sorbția și desorbția se produc până la stabilirea unui echilibru dinamic între presiunea vaporilor din boabe și presiunea vaporilor din mediul înconjurător, corespunzător umidității de echilibru (tabelul 1.11), cea mai importantă fiind umiditatea liberă, care poate conduce la autoîncingerea materialului, mucegăirea, încolțirea la suprafață (Probert R.J., 2003).

Tabelul 1.11/Table 1.11

Valorile umidității de echilibru pentru diferite semințe de cereale (%), funcție de umiditatea relativă a aerului (Banu C., 2009)

Moisture equilibrium values for different cereal seeds (%), depending on the relative humidity of air (Banu C., 2009)

Semințe de cereale	Umiditatea relativă a aerului [%]							
	20	30	40	50	60	70	80	90
Grâu	7,8	9,2	10,7	11,8	13,1	14,3	16,0	19,9
Secară	8,3	9,5	10,9	12,2	13,5	15,2	17,4	20,8
Orz	8,3	9,5	10,9	12,0	13,4	15,2	17,5	20,9
Ovăz	6,7	8,3	9,4	10,8	12,0	14,4	16,8	19,9
Orez	8,0	9,6	10,9	12,0	13,0	14,6	16,0	18,7
Porumb	8,2	9,4	10,7	11,9	13,2	14,9	16,9	19,2

În raport cu conținutul de umiditate al semințelor [%], Banu C. (2009) realizează o clasificare a semințelor de cereale. prezentată în tabelul 1.12.

Tabelul 1.12/Table 1.12

Clasificarea boabelor de cereale funcție de conținutul lor de umiditate (Banu C., 2009)

Cereal seeds classification according to their moisture content (Banu C., 2009)

Semințe de cereale	Uscate (umiditate, %)	Semiuscate (umiditate, %)	Umede (umiditate, %)	Foarte umede (umiditate, %)
Grâu	12 – 14	14,1 – 15,5	15,6 – 17	peste 17
Secară	12 – 14	14,1 – 15,5	15,6 – 17	peste 17
Orz	12 – 14	14,1 – 15,5	15,6 – 17	peste 17
Ovăz	12 – 14	14,1 – 16,0	16,0 – 18	peste 18
Orez	12 – 14	14,1 – 15,5	15,6 – 17	peste 17
Porumb	12 – 14	14,1 – 17	17,1 – 20	peste 20

1.2.4.3. Criteriile care se manifestă în procesul de prelucrare

Practica de specialitate afirmă faptul că acestea sunt determinate de o serie de însușiri fizice care se manifestă și în procesul de prelucrare (Every D. et al, 2002; Geafir Carmen, 2011).

Suprafața specifică reprezintă raportul dintre suprafața boabelor dintr-un kg de substanță și volumul ocupat de aceste boabe, tabelul 1.13 prezentând câteva rezultate experimentale legate de acest parametru.

Tabelul 1.13/Table 1.13

Caracteristici pentru volum și suprafață la 1 kg de boabe, pentru grâu și porumb (Banu C., 2009)
Characteristics for volume and area per 1 kg of grains, for wheat and corn
(Banu C., 2009)

Semințe de cereale	Caracteristici pentru un kg de boabe			
	Numărul de boabe	Suprafața totală a boabelor [dm ²]	Volumul total al boabelor [dm ³]	Suprafața specifică a boabelor [dm ² /dm ³]
Grâu	34500	131	0,758	173
Porumb	3800	65	0,798	82

1.2.5. Sănătatea semințelor de cereale

În afara impurităților nevătămătoare, masa loturilor de semințe de cereale mai conține în unele cazuri boabe din aceeași specie, cum ar fi: boabe uscate artificial, cu glutenul deteriorat, boabe atacate de insecte sau rozătoare, porumb cu un conținut ridicat de boabe încolțite, semințe sănătoase amestecate cu boabe încinse sau mucegăite (Bercovici C., 2009).

Prezența corpurilor străine peste procente prezentate anterior, precum și neluarea măsurilor de condiționare care se impun în cazul depozitării, va duce la deprecierea produsului de la categoria “panificație” la cea de „furaj”, iar în cazul folosirii totuși a acestui produs, nu se va putea obține făină de calitate (Cioban Mirabela, 2011).

Boabele atacate de mălură (*Tilletia spirales*) au culoare verde-albăstruie și sunt pline cu o pulbere fină de culoare neagră, formată din spori, fiind foarte greu de îndepărtat în procesul de pregătire a semințelor de grâu pentru măcinare, deoarece unele boabe cu mălură se sparg, iar sporii se depun pe boabele sănătoase; ajungând ca întreaga masă de semințe de grâu să își modifice culoarea, obținându-se așa-numitul grâu prăfuit și fulguit (Brățucu G., 1999).

Fusarioza este o boală care atacă boabele de grâu, acestea devenind toxice pentru animale, dar, totodată prezintă și dificultăți la prelucrare, bobul și coaja fiind friabile (Borcean I. și colab., 1995).

Potrivit aceleiași surse, grâul șistav (boabele) se caracterizează printr-un conținut redus de miez, iar la măcinare se va obține tărațe în cantitate mult mai mare decât la măcinarea grâului normal.

Grâul cu boabe încolțite apare, în general, în anii ploioși, în timpul maturizării în lan sau din cauza unei depozitări necorespunzătoare. Boabe depreciate din cultura de bază. Prezența boabelor încolțite determină o creștere a activității proteolitice a făinii, iar cantitatea de amilază în boabele încolțite este de circa 5 ori mai mare decât în boabele normale (Ceapoiu N., 1984).

Factorii de mediu, precum condițiile climaterice ale anului, zona de cultură, dozele de azot aplicate și tratamentele cu fungicide influențează valorile indicelui de cădere al grâului, cantitatea de proteine și compoziția acestuia. Indicele de cădere *Hagberg* reflectă activitatea amilazică a grâului sau făinii. Mai multe fenomene au fost asociate cu valori scăzute ale indicelui de cădere, maturizarea târzie care conduce la reducerea conținutului de amidon și a calității glutenului și ploile excesive care determină desfacerea amidonului de proteine (*Johannson Eva, 2002*).

Tratamentele cu fungicide, precum și infecțiile cu *Fusarium*, au fost incriminate în anumite studii pentru scăderea ușoară a valorii acestui parametru (*Kweon Meera, 2010; Nagy Elena și colab., 2010*).

În *tabelul 1.14* sunt prezentate principalele tipuri de impurități care se pot găsi în masa de boabe. Conținutul în corpuri străine, în cazul grâului, trebuie să fie de maxim 3%, dintre care corpuri străine negre 1%, iar albe 2% (*Buletin tehnico-informativ, 1990*).

Tabelul 1.14/Table 1.14

Tipuri de impurități în masa de boabe (Dziki D., 2007)
Types of impurities in the grain mass (Dziki D., 2007)

Corpuri străine [max.3%]	Negre [max.1%]	Impurități minerale	Praf
			Pietriș
			Nisip
		Boabe alterate	Mucegăite
			Putrezite
			Mălură
			Tăciune
			Atacate de insect
		Semințe de buruieni	Neghină
			Muștar sălbatic
		Alte impurități	
	Albe [max.2%]	Boabe din alte culturi față de cea de bază	Secară
			Orz
			Porumb
		Boabe depreciate din cultura de bază	Sparte
			Strivite
			Nedezvoltate

În cazul anumitor soiuri de grâu valorile mici ale indicelui de cădere au fost corelate cu o serie de tulburări genetice, caracterizate prin prelungirea sintezei α – amilazelor în fazele târzii de maturare a boabelor de grâu. Pentru majoritatea acestor soiuri fenomenul pare a fi modulat de șocurile termice (îngheț) la care este expusă planta de grâu în stadiile târzii de dezvoltare (*Barna O. și colab., 2009; Mares D., Mrva Kolumbina, 2008*).

Recoltele românești de grâu sunt în general caracterizate de valori relativ mici ale activității amilazice, având frecvent valori ale indicelui de cădere mai mari de 350 secunde (*Popa N.C. și colab., 2008*).

Totuși, periodic, apar situații în care calitatea recoltelor este afectată de condiții meteorologice nefavorabile, mai ales în perioada de recoltare, conducând la germinarea prematură a boabelor și implicit creșterea activității amilazice (*Albu S.G., 2007*).

Influența unor factori tehnologici, biologici și climatici asupra calității de panificație a trei soiuri de grâu de toamnă a fost studiată de către *Moldovan Ioana și colab.* (2008) care au conchis faptul că procesul de fertilizare influențează în mod pozitiv conținutul de apă, de proteină, fibre, cenușă, în timp ce conținutul de uleiuri, amidon, zaharuri, activitatea enzimatică, energia metabolizantă sunt influențate în mod negativ.

Activitatea amilazică prea mare a semințelor de grâu este o problemă, deoarece duce la obținerea de făinuri cu proprietăți tehnologice improprii. Soluțiile de remediere a acestor probleme se bazează în general pe modificarea pH-ului aluatului, dar au efect limitat datorită sensibilității proceselor biochimice și reologice din aluat la modificările de pH.

O altă direcție de cercetare care a urmărit utilizarea inhibitorilor amilazici are o aplicabilitate restrânsă, datorită interferenței acestora cu amilaza digestivă umană (*Barna O. și colab., 2011*).

Rezultatele înregistrate de către *Zaharia D. și colab.,* (2013) au conchis faptul că amilaza în cantități sporite în făină conduce la acumularea unor cantități ridicate de dextrine, mai ales în timpul coacerii pâinii. Pâinea fabricată cu o astfel de făină conferă miezului un gust dulceag, caracter lipicios, iar coaja este intens colorată.

1.3. CONCLUZII PARȚIALE

În vederea prelucrării boabelor de grâu, se impune în primul rând cunoașterea exactă a proprietăților fizico-chimice a fiecărui lot de semințe destinat măcinării, pentru a putea fi stabilite ulterior operațiile și procesele optime de curățare și condiționare la care masa de boabe trebuie supusă.

Stabilirea corectă a proprietăților mecano-structurale ale semințelor de cereale și studierea transformărilor acestor însușiri pe durata operațiilor de condiționare au o importanță deosebită, deoarece influențează atât gradul de extracție al făinii cât și consumurile energetice ale utilajelor.

De asemenea, cunoașterea însușirilor semințelor de cereale, dintr-un lot (în special a umidității, tăriei, sticlozității și uniformității) conduce la stabilirea parametrilor optimi de funcționare ai mașinilor de descojit, astfel încât să se obțină un efect tehnologic maxim, iar cantitatea de boabe sparte rezultate din operația de descojire să fie minimă.

Însușirile tehnologice ale boabelor de cereale stau la baza calculării și dimensionării utilajelor de prelucrare, de transport și a spațiilor de depozitare. Printre cele mai importante caracteristici tehnologice ale semințelor se numără capacitatea de plutire, indice a cărui valoare stă la baza reglării corecte a instalațiilor de transport pneumatic și a utilajelor care separă impuritățile după proprietățile aerodinamice.

Având în vedere faptul că pe parcursul procesului de prelucrare a semințelor, îndeosebi în cadrul aplicării tratamentelor hidrotermice, au loc modificări biochimice la nivelul bobului, se impune studierea și stabilirea exactă a acestora, deoarece cercetările întreprinse până în prezent au demonstrat deja că operația de condiționare a semințelor poate îmbunătăți caracteristicile de panificație.

CAPITOLUL II

STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND PROCESELE ȘI UTILAJELE DE CURĂȚARE ȘI CONDIȚIONARE A SEMINȚELOR DE CEREALE ÎN VEDEREA MĂCINĂRII

CHAPTER II

ACTUAL STAGE OF THE RESEARCHES ON PROCESSES AND MACHINERYS FOR CLEANING AND CONDITIONING OF CEREAL SEEDS FOR MILLING

2.1. LINII ȘI SCHEME TEHNOLOGICE ACTUALE UTILIZATE PENTRU CURĂȚAREA ȘI CONDIȚIONAREA SEMINȚELOR DE CEREALE ÎN VEDEREA MĂCINĂRII

Pregătirea semințelor de cereale în vederea măcinării reprezintă un proces complex de curățare și condiționare, fiind una dintre cele mai importante faze din tehnologia de obținere a făinurilor de calitate.

Curățarea semințelor de cereale și condiționarea acestora se desfășoară în secția de curățătorie a morii, formată din curățătoria neagră, în cadrul căreia sunt eliminate impuritățile străine (praf mineral, pământ, nisip, pietre, pleavă, resturi de paie, semințe de buruieni și semințele altor culturi), și curățătoria albă, unde se desfășoară tratamentul cu apă și prelucrarea suprafețelor boabelor de grâu la descojitoare și la mașinile de periat (*Țenu I. și colab., 2006*).

Schema tehnologică generală secției de curățare și condiționare a semințelor de grâu în vederea măcinării este prezentată în *fig. 2.1* (*Țenu I., 2008*).

Potrivit *Țenu I. (2005)* recepția semințelor de cereale se realizează în două etape distincte, recepția cantitativă și calitativă, acestea având un caracter obligatoriu în faza premergătoare operațiilor de curățare, depozitare, condiționare și măcinare, deoarece în funcție de rezultatele obținute după analiza unui lot semințe de grâu se stabilesc procesele la care acesta trebuie să fie supus în vederea obținerii unei materii prime valoroase.

În ceea ce privește recepția cantitativă a semințelor de cereale, aceasta se realizează fie prin cântărire, fie prin apreciere volumetrică, ținându-se cont de modul și mijlocul de transport în care se află produsele în momentul recepției. Aprecieria volumetrică nu se recomandă întrucât are un caracter subiectiv și poate duce la o înregistrare de plusuri sau minusuri în gestiune (*Leonte M., 2001; David Krisztina, 2015*).

Analizele care se efectuează pentru stabilirea calității semințelor se împart în două grupe: analize organoleptice și analize fizico-chimice.

Cu privire la analizele organoleptice, sunt examinate aspectul, culoarea, mirosul, gustul. Analizele fizico-chimice se compun din analize ponderale (masa hectolitrică, masa relativă a 1000 de boabe, masa absolută a 1000 de boabe), determinarea conținutului de umiditate, a conținutului de impurități, a sticlozității, a glutenului și calității acestuia și determinarea conținutului de proteine și cenușă (*Costin I., 1983*).

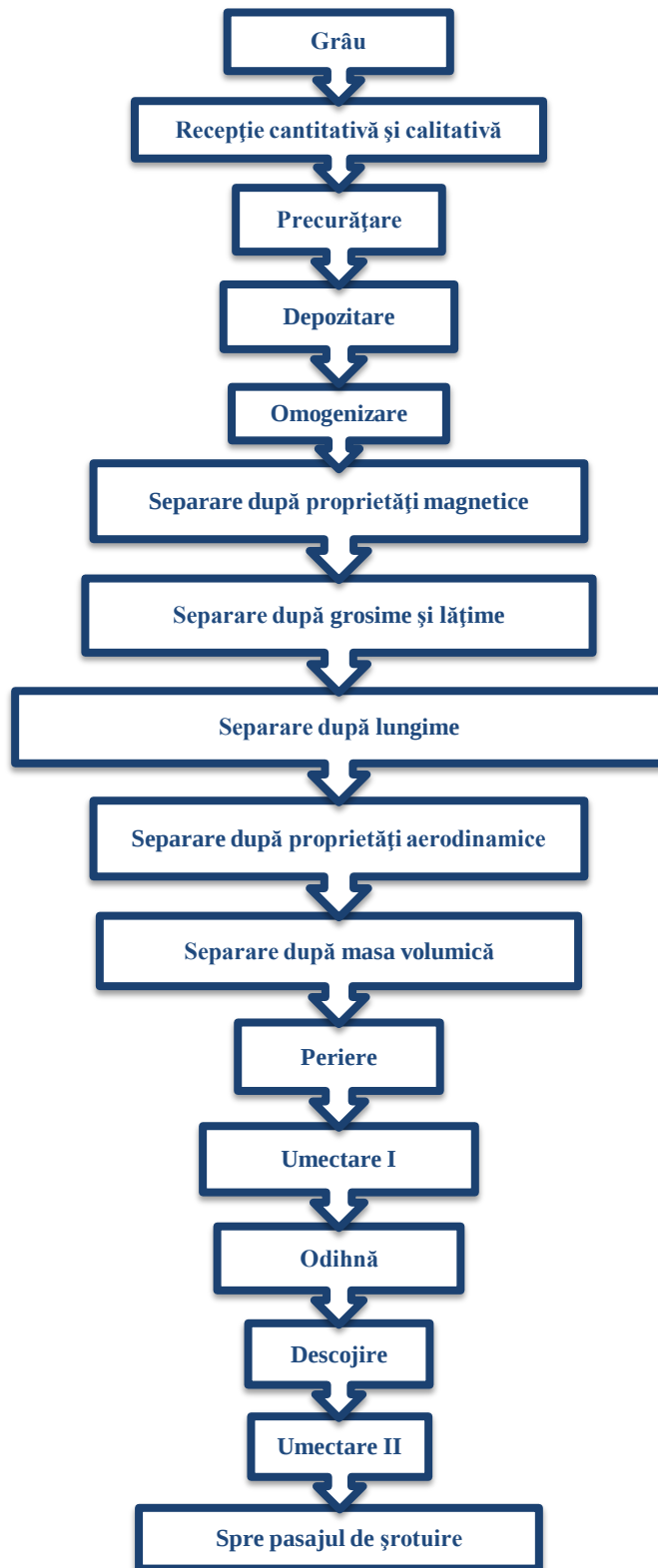


Fig. 2.1. Fluxul tehnologic de curățare și condiționare a semințelor de grâu în vederea măcinării
Fig. 2.1. Technological flow for cleaning and conditioning wheat seeds for grinding

Recepția calitativă este realizată de Comisia Națională de Gradare a Semințelor de Consum și are scopul de a evidenția indicii calitativi ai loturilor de semințe, indici care trebuie să se încadreze în Planul de Gradare realizat conform SR ISO 7970:2001.

Operația de precurățare, anterioară depozitării, are drept scop separarea corpurilor străine de dimensiuni mari (paie, bulgări de pământ, hârtie, pietre), care ar putea înfunda sau perturba funcționarea mijloacelor de transport și a gurilor de evacuare din celule, precum și îndepărtarea impurităților ușoare (plevuri, praf), a căror prezență în masa de semințe de cereale poate determina uzura prematură a utilajelor, obținerea unor produse finite cu defecte de calitate și poate cauza dezvoltarea dăunătorilor (Ganea G., Cojoc D., 2011; Balc G., 2009).

Studiile cercetărilor în domeniu au conchis faptul că prin procesul de precurățare sunt îndepărtate cca 20 - 25% din impuritățile existente în masa de semințe de cereale. În prezent, pentru precurățarea semințelor de cereale se folosesc mai multe categorii de utilaje și instalații, de construcții diferite (Brăcăcescu Carmen și colab., 2019).

În fig. 2.2 – 2.4 se prezintă diferite scheme tehnologice de curățare și condiționare a semințelor de grâu pentru măcinășul pe mai multe sortimente de făină ale unor mori cu capacități de producție cuprinse între 20 și 150 tone în 24 ore (Țenu I., 1997; Modoran Constanța Virginia, 2007; Bercovici C., 2009).

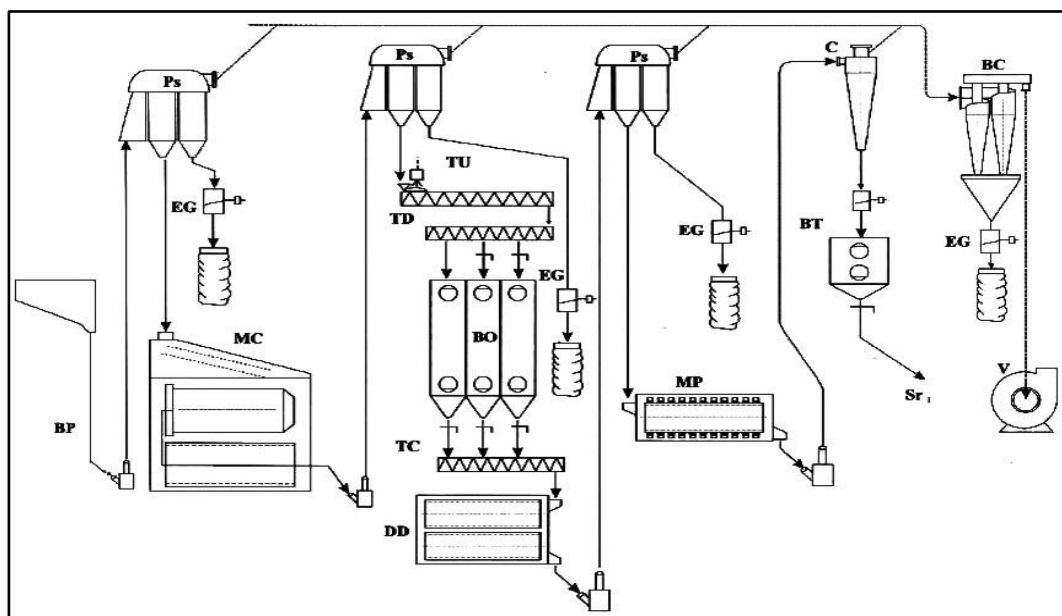


Fig. 2.2. Schema tehnologică de curățare și condiționare pentru o moară cu capacitate de 10 tone de semințe de grâu în 24 de ore (Țenu I., 1997): BP – buncăr primire produs; Ps – pneumoseparator; EG – ecluză gravitațională; MC – mașină combinată de curățat grâu; TU – transportor umector; TD – transportor distribuitor; BO – buncăr de odihnă; C – transportor de colectare; DD – descojitor dublu; MP – mașină de periat; C – ciclon; BT – buncăr tampon; BC – baterie de cicloane; V – ventilator; SrI – primul pasaj de măcinare.

Fig. 2.2. Technological scheme of cleaning and conditioning for a mill with a capacity of 10 tons of wheat seeds in 24 hours (Țenu I., 1997): BP – product receiving hopper; Ps – pneumoseparator; EG – gravity sluice; MC – combined wheat cleaning machine; TU – humidifier conveyor; TD – conveyor distributor; BO – rest bunker; C – conveyor distributor; DD – double peeler; MP – brushing machine; C – cyclone; BT – bunker buffer; BC – battery of cyclone; V – fan; SrI – first grinding passage.

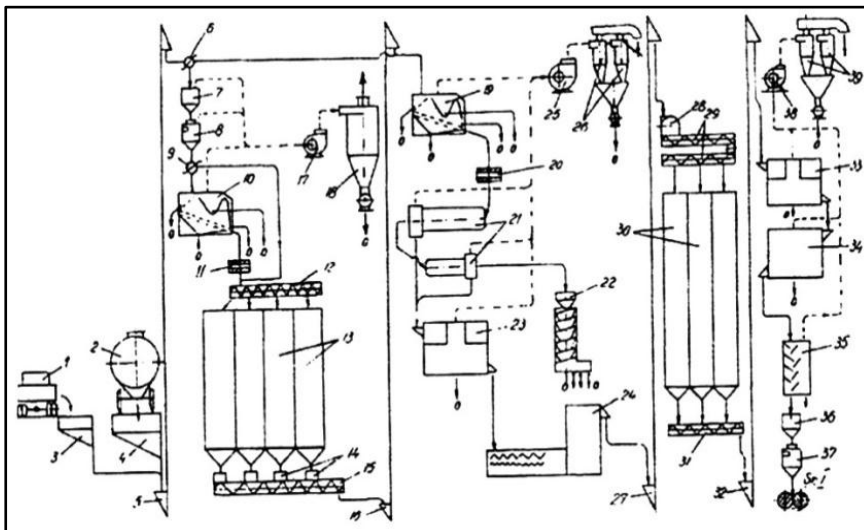


Fig. 2.3. Schema tehnologică de curățare și condiționare pentru o moară cu capacitatea de 30 ... 80 t/24 h (Modoran Constanța Virginia, 2007)

Fig.2.3. Technological scheme of cleaning and conditioning for a mill with a capacity of 30 ... 80 to/24 h (Modoran Constanța Virginia, 2007)

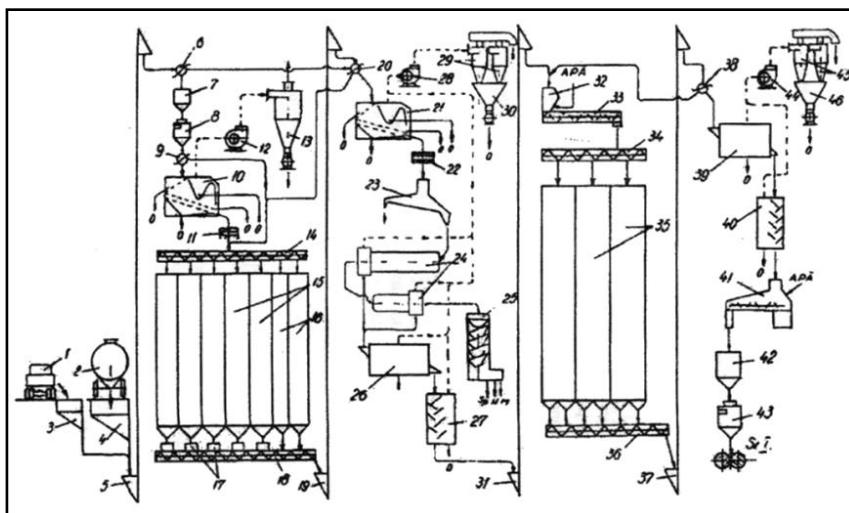


Fig. 2.4. Schema tehnologică de curățare și condiționare pentru o moară cu capacitatea mai mare de 100 t/24 h (Bercovici C., 2009): 1 – autobasculantă; 2 – vagon C.F.; 3, 4, 7 – buncăre; 5, 19, 31, 37 –

elevatoare; 6, 9, 20, 38 – distribuitoare cu două căi; 8, 37 – cântare automate; 10 – tarar de precurățare; 11, 22 – magneți permanenți; 12, 28, 44 – ventilatoare; 13 – ciclon; 14, 18, 34, 36 – transportoare elicoidale; 15 – celule de depozitare; 16 – celule de amestec; 17 – aparat de procentaj; 21 – separator-aspirator; 23 – separator de pietre; 24 – baterie de trioare cilindrice; 25 – trior spiral; 26, 39 – descojitoare intensive; 27, 40 – separatoare în cascadă; 29, 45 – baterie de cicloane; 30, 46 – buncăre de praf; 32 – aparat automat de umectare; 33 – omogenizator intensiv; 35 – celule de odihnă; 41 – umidificator pneumatic; 43 – buncăr de odihnă.

Fig. 2.4. Technological scheme of cleaning and conditioning for a mill with a capacity of 100 t/24 h (Bercovici C., 2009): 1 – tipper; 2 – C.F. wagon; 3, 4, 7 – bunkers; 5, 19, 31, 37 – elevators; 6, 9, 20, 38 –

two-way distributors; 8, 37 – automatic scales; 10 – pre-cleaning tarar; 11, 22 – permanent magnets; 12, 28, 44 – fans; 13 – cyclone; 14, 18, 34, 36 – helical conveyors; 15 – storage cells; 16 – mixing cells; 17 – percentage apparatus; 21 – separator-vacuum cleaner; 23 – stone separator; 24 – battery of cylindrical triors; 25 – spiral trior; 26, 39 – intensive peller; 27, 40 – cascade separators; 29, 45 – cyclone battery; 30, 46 – dust bunkers; 32 – automatic humidification device; 33 – intensive homogenizer; 35 – rest cells; 41 – pneumatic humidifier; 43 – rest bunker.

Principalul utilaj folosit în secția precurățătoriei este reprezentat de separatorul aspirator de siloz, care se diferențiază de cel utilizat în secția de curățătorie propriu-zisă prin unghiuri mai mari de înclinare a sitelor, viteză mai crescută de deplasare a boabelor pe suprafețele sitelor, capacitate de lucru ridicată, dar cu un efect tehnologic inferior. De asemenea, în construcția separatorului aspirator de siloz, sitele superioare au orificii cu dimensiuni mai mari decât cele ale separatorului aspirator de moară (*Păun Anișoara și colab., 2016*).

Fiind considerate organisme vii, semințele de cereale respiră, iar asigurarea unor anumite condiții poate conduce la germinarea acestora. Conform *Feher E. (1996)*, dacă nu este menținută la un nivel scăzut, respirația poate produce cantități importante de căldură. Degajările de căldură, cumulate cu conductivitatea și difuzivitatea termică scăzute ale semințelor de cereale, conduc la acumularea de căldură și la producerea încingerii, cu efecte negative asupra calității și cantității semințelor depozitate.

Un alt factor care poate conduce la micșorarea calității și cantității de semințe de cereale depozitate sunt dăunătorii, precum rozătoare, insecte și microorganisme. Depozitarea se realizează în silozuri sau magazine, dar practicile moderne includ utilizarea silozurilor etanșe, care pot fi tratate cu bioxid de carbon sau azot pentru reducerea infestării și încetinirea respirației (*Balc G., Sugar I., 2013; Danciu I., 2001*).

Depozitele pentru semințe de cereale asigură stocuri pentru continuitatea și omogenitatea producției, evitând apariția unor goluri în aprovizionarea cu materii prime. Depozitele permit formarea loturilor calitativ omogene de materie primă, pentru asigurarea unui regim tehnologic de prelucrare constant o perioadă mai lungă de timp (*Suditu P., 2006*).

În industria morăritului, pentru depozitarea semințelor se folosește o mare varietate de depozite, deosebirile dintre acestea fiind din punct de vedere constructiv, și anume două tipuri: orizontale și verticale.

Depozitele orizontale sunt incinte sub forma unor magazine din lemn sau beton, prevăzute la partea superioară cu transportoare pentru descărcarea produsului, iar la partea inferioară cu canale pentru aerarea masei de semințe de cereale stocate (*Leonte M., 2001*).

Un alt tip de depozit îl reprezintă halele autoportante de formă semicirculară, realizate din tablă zincată pe structuri metalice.

Evoluția tehnicii a determinat crearea unui nou sistem de depozitare cunoscut sub numele de „silo-bag” (*Bartosik R., 2012; Barreto Arias et al. 2013*). Prin această metodă masa de semințe de cereale poate fi depozitată temporar (între 18 și 24 de luni) direct în aer liber, fără a fi necesar transportul către bazele de recepție intermediare sau construcția unor clădiri costisitoare. Dezavantajul acestui sistem de depozitare este faptul că masa de semințe de cereale nu poate fi supusă aerării sau ventilării, iar controlul asupra stării de sănătate a loturilor stocate se face anevoios.

O altă modalitate de depozitare a cerealelor este stocarea în magazine construite din cărămidă, lemn, beton sau structuri metalice, se face pe orizontală, în straturi de o anumită grosime sau sub formă de grămezi. Principalele dezavantaje ale acestor depozite sunt reprezentate de volumul mare de muncă și gradul redus de mecanizare, precum și

imposibilitatea compartimentării loturilor de semințe de cereale în funcție de indicii de calitate. Depozitele verticale sau silozurile sunt construcții în care se depozitează și se păstrează, în cantități mari, materiale granulare (boabe de cereale) sau pulverulente (produse de măcinș). Acestea sunt alcătuite din spații închise, de o anumită formă geometrică (rotundă, pătrată sau poligonală), numite *celule de siloz* (Banu C., 2009).

Din punct de vedere constructiv, celulele silozurilor pot fi din beton, metal sau fibră de sticlă, acest tip de depozitare prezentând avantajul că permite mecanizarea totală a operațiilor tehnologice de încărcare - evacuare a semințelor din celule, folosirea eficientă a terenului de construcție. Capacitatea unei celule cu diametrul 6 ... 9 m poate varia de la câteva zeci de tone la 500 de tone. Silozurile permit, de asemenea, depozitarea semințelor funcție de indicii de calitate, permițând formarea partidelor omogene prin amestecarea loturilor de semințe cu indici calitativi diferiți (Leonte M., 2001).

Cu privire la părțile componente, Chirilă Mihaela și colab. (2007) menționează că silozul de cereale, în general, este compus din două părți principale: turnul mașinilor și corpul celular pentru depozitare.

În construcția silozurilor moderne se regăsesc și componente suplimentare, cum ar fi: instalații pentru realizarea operațiilor de uscarea, gazare, desprăfuire; cântare automate; senzori de temperatură și umiditate. Astfel de silozuri inovatoare sunt realizate în două moduri: cu fund plat sau conic.

Pentru asigurarea aerării silozurilor cu fund conic pot fi folosite tubulaturi metalice galvanizate, rigide, ondulate și perforate, prin care trece aerul generat de ventilatoarele montate la partea inferioară a conului. Aerul direcționat de ventilatoare ajunge prin intermediul tubulaturilor până în partea superioară a masei de semințe de cereale.

În urma cercetărilor, producătorul american Scafco a optat pentru două soluții constructive, în cazul silozurilor cu fund plat, cu scopul aerării mai intense a masei de semințe de cereale, și anume siloz cu podea complet perforată, respectiv silozuri prevăzute cu canale acoperite cu plăci metalice găurite.

2.2. PROCESE TEHNOLOGICE, UTILAJE ȘI INSTALAȚII DESTINATE CURĂȚĂRII ȘI CONDIȚIONĂRII SEMINȚELOR DE CEREALE

2.2.1. Separarea impurităților după lățime și grosime

Țenu I. (1999) afirmă faptul că procesul de separare a impurităților după lățime și grosime se aplică atât pentru impuritățile existente în masa de semințe de grâu, cât și pentru sortarea unor boabe puțin dezvoltate cărora urmează să li se aplice o prelucrare separată.

Separarea amestecurilor după grosimea componentelor se face prin intermediul sitelor cu orificii alungite. Prin sita cu orificii alungite, aflate în mișcare oscilatorie, pot să treacă numai particulele a căror grosime (c) este mai mică decât lățimea (b_0) a orificiilor sitei. Dintr-un amestec oarecare, la care componentele au grosimile c_1 și c_2 ($c_1 < c_2$), separarea fracțiunilor este posibilă dacă lățimea orificiului alungit respectă inegalitatea $c_1 < b_0 < c_2$. Din amestecul eterogen, fracțiunea cu grosimea c_1 va trece prin orificiile sitei, iar cea cu grosimea c_2 va rămâne pe suprafața sitei.

Separarea amestecurilor eterogene după lățimea componentelor se face prin intermediul sitelor cu orificii circulare. Prin orificiile sitei, care în funcționare are o mișcare oscilatorie, pot să treacă numai particulele a căror lățime (b) este mai mică decât diametrul (d) al orificiilor sitei. Dintr-un amestec neomogen (semințe), la care fracțiunile au lățimile b_1 și b_2 ($b_1 < b_2$), separarea componentelor este posibilă dacă se respectă inecuația $b_1 < d < b_2$. Componenta cu lățimea b_1 trece prin orificiile sitei, iar cea cu lățimea b_2 rămâne pe suprafața sitei (Țenu I., 1999).

Separarea amestecurilor neomogene de semințe, după lungimea acestora, se realizează prin intermediul trioarelor, ale căror suprafețe de lucru sunt prevăzute cu alveole. Ordinea în care se obțin fracțiunile granulometrice în procesul tehnologic de separare depinde de poziția sitelor pe mașină, deosebindu-se în acest sens trei metode posibile: separare prin refuz, separarea prin trecere, respectiv separarea mixtă.

Din punct de vedere teoretic, operația tehnologică de separare cu site cuprinde trei faze:

- stratificarea amestecurilor pe suprafața sitei; particulele de dimensiuni mici străbat grosimea stratului până ajung la suprafața sitei;
- separarea propriu-zisă, ca un proces static de comparație a mărimii particulelor cu dimensiunea orificiilor sitei;
- trecerea particulelor de dimensiuni mici prin orificiile sitei.

În realitate, aceste faze nu se derulează separat, ci ele se interpătrund, fiind condiționate de caracterul mișcării pe care sita o transmite amestecurilor. Separarea amestecurilor solide, deși aparent este simplă, în realitate este complexă, depinde de mulți factori care nu pot fi determinați cu exactitate prin calcul teoretic (Țenu I., 2005).

În concluzie, Țenu I. (2005) afirmă faptul că, în practica de specialitate, separarea amestecurilor în funcție de dimensiunile particulelor se realizează prin folosirea următoarelor grupe de aparate:

- separatoare oscilante cu site plane;
- separatoare vibrante cu site plane;
- separatoare rotative cu site cilindrice;
- separatoare cu alveole, aparate care prezintă site cu orificii de diferite forme, și anume fante lungi, dreptunghiulare, pătrate, rotunde, triunghiulare.

Despre separatoarele oscilante cu site plane se menționează faptul că realizează separarea prin trecerea amestecurilor, care au în componență particule cu dimensiuni diferite, peste suprafețe cu ochiuri (orificii) de anumite forme și dimensiuni, respectiv pe site (Ciobanu V. și colab., 2015).

Conform practicii de specialitate, sitele cu orificii circulare se folosesc pentru separarea semințelor după grosime. Diametrul orificiilor se alege în funcție de dimensiunile semințelor care urmează a fi prelucrate.

Sitele cu orificii dreptunghiulare au ca dimensiune activă lățimea spațiului de trecere. Orificiile se dispun pe sită astfel încât lungimea lor să coincidă cu sensul de oscilare al suprafeței de separare și de deplasare a amestecului.

Caracteristicile constructive ale sitelor sunt determinate atât de forma orificiilor, cât

și de materialele din care se realizează sitele. După natura materialelor din care sunt realizate (din țesătură metalică, din țesătură textilă, din tablă perforată, din bare metalice).

Pentru menținerea curată a suprafeței active a sitelor, mașinile de separat și sortat sunt prevăzute cu dispozitive de curățare, și anume dispozitive de curățare cu perii oscilante, dispozitive de curățare cu perii cu deplasare continuă, dispozitive de curățare cu valțuri din cauciuc și cu mișcare oscilantă, dispozitive de curățare cu ciocănele percutante, respectiv dispozitive de curățare cu bile percutante din cauciuc.

Potrivit literaturii de specialitate, procesul de lucru pentru separarea amestecurilor neomogene este influențat atât de construcția sitei (dimensiunile și forma orificiilor, înclinația și dimensiunile sitei), cât și de caracterul mișcării relative a particulelor pe sită, respectiv de regimul cinematic de cernere (amplitudinea și frecvența oscilațiilor) (*Brăcăcescu Carmen, 2011*).

Separatorul oscilant este o sită plană slab înclinată, susținută de niște lamele elastice sau biele, de la care se realizează și reglarea înclinării sitei. Particulele supuse cernerii se deplasează pe suprafața sitei, atât sub acțiunea forței gravitaționale, cât și prin efectul mișcării oscilante în sens longitudinal. Produsele de cernut sunt introduse în utilaj prin gura de alimentare și evacuate prin gura de evacuare a cernutului. Impuritățile refuzate sunt extrase prin gura de evacuare a refuzului. Acționarea sitei se realizează printr-un mecanism cu excentric, ansamblul fiind susținut de batiu.

În ceea ce privește procesul de lucru, separatoarele cu site plane și mișcare vibratoare sunt folosite pentru fracționarea amestecurilor neomogene de semințe și a diferitelor subproduse obținute din procesul de măcinare (*Sorică C., 2012*).

Separatorul vibrator este alcătuit din două ansambluri de site suprapuse, asamblate într-o casetă a sitelor, curățate printr-un sistem cu bile de cauciuc, fiind acționate în mișcare vibratoare printr-un sistem alcătuit dintr-un motor electric, transmisie prin curea și mecanism de vibrație (bielă-manivelă, cu excentric). Produsul care se cerne intră în utilaj prin gura de alimentare, trece prin sita superioară, unde se separă în refuz impuritățile mari, care ies prin gura de evacuare a impurităților mari, apoi trece peste sita inferioară ca refuz, fiind evacuat prin gura de evacuare produs. Impuritățile mici trec prin sita inferioară și sunt evacuate prin gura pentru impurități mici. Înainte de ieșirea din utilaj, produsul este curățat de impuritățile feroase cu ajutorul magneților. Întregul ansamblu este fixat pe un batiu, prevăzut cu un capac de vizitare.

În funcție de modul cum sunt antrenate, sitele plane vibrante pot fi: inerțiale, cu autobalans (autovibrare), giratorii și de rezonanță.

În cazul separatoarelor inerțiale cu site plane, vibrațiile sunt produse de un mecanism alcătuit dintr-un arbore cu mase excentrice, fixat prin două lagăre pe cadru. Batiul sitelor, fixat pe un sistem elastic, se mișcă după o traiectorie eliptică, iar amplitudinea vibrațiilor variază în raport invers cu încărcarea cadrului mobil și este reglabilă prin modificarea mărimii sau poziției maselor excentrice. Sistemul elastic este realizat din arcuri elicoidale. Antrenarea arborelui cu mase excentrice se face prin intermediul unei transmisii de curele, de la un motor electric, care poate fi montat pe platforma fixă sau pe batiul mobil al mașinii.

Separatoarele plane vibrante cu autobalans sunt echipate cu una sau mai multe site care se sprijină pe arcuri elicoidale sau pot fi suspendate de un cadru metalic fix, prin arcuri elicoidale sau cabluri de oțel (*Țenu I., 2008*). Sitele din dotarea acestor separatoare pot fi cu ochiuri diferite, suprapuse, orizontale sau înclinate.

Cu privire la separatoarele giratorii, vibrațiile sunt produse de un mecanism care include un arbore excentric, având două lagăre sprijinite pe un cadru fix și două lagăre solidare cu batiul mobil al sitelor. Cadrul mobil se mișcă după o traiectorie circulară, iar amplitudinea vibrațiilor este constantă, determinată de excentricitatea arborelui.

Separatoarele de rezonanță funcționează asemănător unui sistem elastic, fiind acționat de o forță periodică printr-un cuplaj elastic. Vibrațiile sunt produse de un mecanism bielă-manivelă sau un alt tip de vibrator, legat elastic de cadrul mobil al separatorului. Conform literaturii, când frecvența forței este egală sau apropiată de frecvența proprie a sistemului elastic, atunci acesta intră în rezonanță, mișcarea făcându-se cu amplitudinea maximă și consum minim de energie (*Țenu I., 2008*).

Vibrațiile separatorului cu acționare electromagnetică sunt produse de un vibrator electromagnetic. Potrivit *Țenu I. (2008)*, cadrul mobil se mișcă după o traiectorie rectilinie, amplitudinea vibrațiilor este neglijabilă, iar frecvența vibrațiilor este dependentă de frecvența sursei energetice cu care este alimentat electromagnetul.

Sitele vibratoare se caracterizează prin construcție ermetică, nu degajă praf, prezintă un consum scăzut de energie și efect bun de curățare, datorită forțelor de inerție puternice generate de vibrații.

Despre separatoarele cu organe de lucru de formă cilindrică se menționează faptul că sunt utilizate pentru curățarea și sortarea semințelor și a unor subproduse rezultate din industria de morărit. Aceste separatoare au în componență următoarele elemente: pâlnia de alimentare, arborele pentru acționarea și susținerea sitei rotative, grupul de acționare, jgheburile pentru colectarea fracțiunilor (*Brăcăcescu Carmen și colab., 2012*).

În funcție de varianta constructivă a separatoarelor rotative, acestea se clasifică astfel:

- separatoare rotative cu site cilindrice orizontale;
- separatoare rotative cu site cilindrice înclinate;
- separatoare rotative cilindrice cu melc transportor;
- separatoare rotative cu site tronconice;
- separatoare rotative cu site hexagonale.

Procesul de lucru al separatoarelor cilindrice este mult mai performant, comparativ cu sitele plane, pentru că:

- pe durata separării, în amestecul de semințe, care este antrenat de organul de lucru, apar forțe interioare;
- sub acțiunea forțelor interioare (centrifuge) se realizează un contact permanent între particule și suprafața sitei cilindrice.

Sitele rotative se realizează din table perforate cu orificii rotunde sau dreptunghiulare și permit separarea amestecurilor după lățimea, respectiv grosimea semințelor. Tamburul de separare se poate realiza dintr-o sită cu aceleași orificii sau din n

tronsoane cu site care au orificii diferite, separând amestecul în $n+1$ fracțiuni.

Amestecul de semințe, cu care se alimentează separatorul cilindric, execută o mișcare complexă în raport cu suprafața de separare. Astfel, amestecul are o mișcare de rotație combinată cu una de deplasare de-a lungul generatoarei sitei. În aceste condiții, amestecul se divizează în mai multe fracțiuni, o parte dintre semințe trece prin ochiurile sitei, iar alta alunecă pe suprafața interioară a sitei spre capătul de evacuare.

În funcție de viteza unghiulară a sitei cilindrice, se disting trei variante privind mișcarea semințelor. Astfel, la viteze unghiulare mari ale sitei, datorită forței centrifuge, amestecul aderă la suprafața sitei, iar efectul tehnologic va fi un minim. Cea de-a doua posibilitate este ca sita să aibă valori medii ale vitezei unghiulare, amestecul aderând parțial pe suprafața tobei. Cea mai bună variantă, din punct de vedere al efectului tehnologic obținut, este cea de-a treia (c), în care viteza unghiulară a bobului este mult mai mică decât cea a sitei, realizându-se, astfel, separarea impurităților și transportul produsului separat spre evacuare.

Practica de specialitate recomandă ca la stabilirea turației separatorului cilindric să fie avute în vedere următoarele aspecte:

- pentru valori mici ale vitezei se micșorează deplasarea masei de particule pe suprafața tamburului, mărindu-se, astfel, înălțimea stratului de amestec și reducându-se prin aceasta productivitatea și precizia separării;
- pentru viteze mari ale separatorului se măresc forțele centrifuge, se majorează cantitatea de particule prinsă în orificiile tamburului și se micșorează precizia de separare (*Brăcăcescu Carmen și colab., 2014*).

Din punct de vedere constructiv orificiile folosite pentru sitele cilindrice pot avea diferite forme și dimensiuni, funcție de caracteristicile produsului supus separării (orificii rotunde clasice, orificii alungite clasice, orificii rotunde de construcție specială, orificii alungite de construcție specială). Pentru o funcționare normală a separatorului cu site cilindrice este necesar ca orificiile să poată fi curățate continuu de semințele care s-au blocat în spațiile de trecere. În acest scop se folosesc mecanisme de curățat cu perii, cu role presoare sau cu palete din elastomeri (*Geafir Carmen, 2011*).

O altă variantă constructivă pentru sitele rotative o reprezintă separatorul rotativ cu suprafață de lucru tronconică. Procesul de lucru al separatoarelor rotative tronconice este identic cu cel al sitelor cilindrice sau hexagonale, prezentat anterior, respectiv amestecul de produs intră în utilaj prin gura de alimentare, după care este preluat de transportorul melcat și dus în interiorul sitei perforate rotative cu ajutorul căreia se realizează separarea: cernutul este preluat de transportorul melcat și evacuat prin gura de evacuare, iar refuzul este transportat datorită unghiului de înclinare realizat de con și a încărcării uniforme către jgheabul de evacuare.

2.2.2. Separarea impurităților după lungime

În masa de semințe de cereale există corpuri străine care diferă de semințele cerealei de bază doar ca formă (neghină, ovăz, orz). Speciliaștii în domeniu, recomandă pentru îndepărtarea acestor impurități utilizarea operației numită „*triorare*” (*Nesterenko A. et al,*

2017). Elementul de bază în separarea corpurilor străine este lungimea acestora și din acest punct de vedere deosebim:

- boabe lungi – formă alungită: orz, ovăz;
- boabe mijlocii: grâu, secară, orez;
- boabe rotunde – apropiate de forma sferică: neghină, măzăriche, spărturi de bob.

Separarea după formă a impurităților din masa de semințe de cereale se realizează cu trioare. În funcție de construcția trioarelor, se disting mai multe categorii de trioare:

- *cilindrice*, cel mai des folosite în țara noastră, separarea fiind realizată în acest caz pe baza diferenței momentului de cadere a particulelor din alveole;
- *cu discuri*, folosite mai ales în S.U.A.;
- *cu lopeți*, care lucrează pe același principiu ca și celelalte, dar sunt folosite îndeosebi în Rusia;
- *spirale*, care separă impuritățile pe baza vitezelor de alunecare diferite pe un plan înclinat;
- *cu bandă* – separarea se realizează pe baza diferitelor viteze de alunecare pe o bandă în mișcare.

Organul de lucru al unui trior îl constituie suprafața alveolată, iar elementul activ este alveola. În timpul funcționării triorului se disting trei zone de funcționare, și anume zona de încărcare și antrenare a semințelor (*I*), zona de alunecare din alveole și de cădere a semințelor lungi (*II*), respectiv zona de descărcare a alveolelor de semințele scurte și de cădere a acestora în jgheab.

Din punct de vedere constructiv, trioarele se realizează într-o gamă diversă. Astfel, suprafața alveolată poate fi realizată sub formă de:

- suprafață cilindrică alveolată la interior, la exterior cu alveole străpunse;
- suprafață alveolată pe discuri;
- suprafață alveolată sub formă de palete;
- suprafață alveolată sub formă de bandă;
- suprafață alveolată sub formă de aripi.

Forma și dimensiunile alveolelor sunt corelate cu caracteristicile geometrice ale fracțiunilor care urmează să fie eliminate din amestecurile neomogene de semințe. Astfel, diametrul alveolelor se situează într-un domeniu corelat cu valorile lungimilor semințelor din amestec, fiind mai mare decât lungimea semințelor scurte și respectiv mai mic decât lungimea semințelor lungi.

Cu privire la *trioarele cilindrice*, acestea pot fi clasificate, la rândul lor, în trioare lente, rapide și ultrarapide.

Trioarele lente au viteza periferică la mantaua cilindrică cu alveole de 0,3...0,4 m/s, iar cele ultrarapide, de 0,7...1 m/s. Trioarele lente sunt folosite din ce în ce mai rar, din cauza capacității mici de prelucrare și gabaritului lor mare (Danciu I., 1997).

Conform specialiștilor, trioarele cilindrice sunt amplasate în fluxul curățării semințelor de cereale în curățătoria neagră, după separatoarele aspiratoare (Rus Fl., 1999).

Pentru creșterea capacității de lucru s-au creat module compuse din mai multe

trioare cilindrice, care pot funcționa simultan în serie, în paralel sau mixt. Aceste module poartă denumirea de baterii de trioare (Carter-Day, 2013; Westrup, 2013).

Triorul cu discuri este format dintr-o carcasă metalică, în interiorul căreia se găsesc discurile din fontă, care au pe fețele laterale alveole. Discurile se sprijină cu ajutorul a trei spițe pe arborele triorului, așezat în plan orizontal. Pe spițe sunt fixate paletetele înclinate față de planul discului, asigurând înaintarea amestecului de la alimentare către evacuare. Între discuri se regăsesc jgheburile colectoare înclinate. Partea inferioară a discurilor este scufundată în albia triorului, în care se găsește amestecul de produs (Balan I. și colab., 2003).

Principiul de bază folosit la construcția trioarelor cu discuri constă în faptul că particulele lungi părăsesc alveolele mai repede decât cele scurte.

O altă categorie de trioare este cea a trioarelor elicoidale, care asigură separarea fracțiilor din masa de semințe de cereale, pe baza diferenței de viteză de alunecare pe un plan înclinat (Leonte M., 2001).

În cazul trioarelor elicoidale, particulele cu formă sferică și cu suprafața lucioasă (măzăricea) se rostogolesc și se îndepartează cel mai mult de axul central. Urmează apoi neghina care este mai puțin sferică și cu suprafața mai aspră. Spărtura de grâu se situează după neghină. Pe lângă ax circulă cu viteză mică particule de pământ și alte impurități cu posibilități mici de deplasare. Pentru a nu dezvolta praf în mediul înconjurător aceste trioare sunt închise într-o carcasă metalică, individual sau grupate, fiind racordate la o rețea de aspirație (Costin I., 1983).

2.2.3. Separarea impurităților după proprietățile aerodinamice

În masa de semințe de cereale se găsesc în amestec mai multe categorii de impurități, printre care și cele care se deosebesc de boabele de grâu prin însușirile aerodinamice. Pentru separarea acestei categorii de impurități se folosesc metode care au la bază principiul antrenării lor într-un curent de aer.

Comportarea unei particule în curentul de aer depinde de totalitatea următorilor factori (Kupriș I.N., 1954):

- greutatea proprie a particulei;
- forma și dimensiunile particulei;
- poziția particulei în curentul de aer;
- starea suprafeței particulei.

Separarea pneumatică reprezintă, de obicei, prima operație de curățare efectuată anterior depozitării semințelor, dar este folosită și la operații ulterioare, mai ales prin combinație cu alte principii de separare, separând particulele pe baza diferenței de proprietăți aerodinamice la antrenarea particulelor într-un curent de aer.

Ca utilaje, în practică sunt folosite separatoarele-cascadă și, mai nou, pneumoseparatorul, care lucrează pe un principiu asemănător cascadelor, având racordat în serie un ciclon de separare.

Separatorul în cascadă este utilizat pentru eliminarea prafului organic și a particulelor ușoare din masa de boabe. Boabele pătrund prin gura de alimentare

dreptunghiulară, care le dirijează spre buncărul cu pereți înclinați și apoi spre cilindrul de distribuție. Aerul pătrunde prin fantele laterale dintre deflectoarele, care servesc la devierea în sistem cascadă a fluxului de boabe, și ajunge în camera de detentă pe fundul căreia se găsesc clapetele cu autoreglare, care se deschid în momentul când forța de apăsare a particulelor depuse depășește diferența de presiune dintre presiunea aerului exterior și cea din camera de detentă (*Țenu I. și colab., 2005*).

Conform rezultatelor studiilor din domeniu, eficacitatea acțiunii curentului de aer este în funcție de înălțimea de cădere a boabelor în acest curent. În urma cercetărilor s-a constatat că înălțimea optimă de cădere este de 35 cm. Viteza optimă a curentului de aer pentru curățarea grâului este de 6 ... 7,5 m/s. Consumul de aer pentru curățarea unui kg de grâu este de 1,85 ... 2,2 m³ (*Hodges R., Farrell G., 2007*).

Pneumoseparatorul se montează la partea superioară a unei linii de transport pneumatic. Semințele de cereale transportate pe traseul liniei, intră în pneumoseparator prin gura de racord conductă-carcasă. Ajunse în interiorul separatorului, boabele își măresc spațiul intergranular, își micșorează viteza, căzând în camera de depunere. Din interiorul camerei de depunere, boabele de grâu trec mai departe prin gura și ecluza de evacuare. Aerul folosit ca agent de transport, ajutat de o cantitate de aer suplimentar preluat de pneumoseparator din mediul înconjurător, reține particulele de impurități ușoare și le transportă în ciclonul de separare. Cea mai mare parte dintre impurități se decantează în ciclon, unde sunt evacuate cu ajutorul ecluzei.

Un alt echipament utilizat în procesul de condiționare a semințelor de cereale este *turboaspiratorul conic*. Acesta este un echipament care realizează o bună separare a masei de semințe de cereale de impurități ușoare, cu un consum mic de aer.

2.2.4. Separarea impurităților după masa volumică

În multe cazuri, masa de semințe de grâu conține pietricele, fragmente de corpuri metalice, cioburi, bulgări de pământ de aceeași mărime cu boabele de grâu, dar mai grele decât acestea.

Impuritățile care au dimensiuni mai mici sau mai mari decât boabele de grâu se elimină prin cernere, însă cele care au dimensiuni asemănătoare nu se pot separa decât folosind diferența de masă volumică. În principiu separarea are loc după influența unei mișcări oscilatorii pe o suprafață special construită, unde diversele mase volumice ale particulelor ajută să li se imprime acestora viteze și direcții de deplasare diferite (*Mircea C. și colab., 2017*).

În vederea curățării boabelor de cereale de impuritățile cu masă volumică mai mare, cum sunt pietrele, bulgării de pământ, cioburile de sticlă etc, aproximativ de aceleași dimensiuni cu ale semințelor de cereale, se folosesc mesele densimetrice și separatoarele de pietre.

Principiul de funcționare al mesei densimetrice este următorul: amestecul de semințe de grâu și impurități debitat prin gura de alimentare ajunge pe suprafața ciurului, unde, datorită mișcării oscilatorii, înclinării ciurului și a unui curent de aer ascendent, produsul se stratifică; particulele ușoare ajung la partea superioară, cele mijlocii rămân în centru, iar

cele grele se deplasează spre partea inferioară. Mișcarea vibratoare este asigurată de un motor electric printr-o transmisie către excentric, care generează oscilațiile ansamblului susținut de suspensiile elastice.

Curentul de aer este creat de un ventilator și distribuit uniform sub amestecul de semințe, prin rețeaua de distribuție. În partea cea mai lată și joasă a sitei se află cinci racorduri de evacuare pentru diversele produse sortate (*Țucu D., 1994*).

O altă instalație pentru separarea semințelor după masa volumică este *separatorul de pietre*, utilaj introdus recent în fluxul tehnologic al morilor de grâu, în trecut fiind folosit la fabricile de decorticat orez și la morile de porumb. Eficiența îndepărtării pietrelor trebuie să fie de 90 ... 100%, aceasta obținându-se prin reglarea înclinării cadrului cu sită care intră în alcătuirea separatorului de pietre.

Conform *Bercovici C. (2009)*, principiul de lucru constă în contactul masei de cereale cu o suprafață înclinată din tablă perforată sau din împletitură de sârmă, care are o mișcare oscilatorie, în prezența unui curent de aer. Pe suprafața de lucru, datorită efectului combinat al vibrației și curentului de aer, masa de produs se stratifică. Particulele grele rămân în contact cu suprafața înclinată, în timp ce particulele ușoare și foarte ușoare se ordonează în straturi superioare. Datorită frecvenței oscilațiilor suprafeței de separare și acțiunii curentului de aer, particulele grele sunt transportate spre capătul superior al suprafeței înclinate, iar restul masei de produs se deplasează pe suprafața înclinată către capătul inferior al acesteia.

În prezent, majoritatea separatoarelor gravimetrice sunt cuplate la sisteme de recirculare a aerului în vederea reducerii consumului de aer necesar în procesul de lucru, prin reutilizarea acestuia.

2.2.5. Separarea impurităților în funcție de proprietățile magnetice

Impurificarea cu corpuri metalice se poate realiza în faza de transport a semințelor sau în faza de manipulare în magazii și silozuri. Atât masa semințelor de cereale, cât și produsele intermediare și finite sunt supuse impurificării pe toată perioada de manipulare.

Masa de semințe de cereale este frecvent impurificată cu corpuri străine metalice pe parcursul tuturor proceselor tehnologice, începând chiar de la recoltare. Separarea impurităților metalice (feroase) din semințele de cereale, produse intermediare și finite de morărit, se realizează prin utilizarea separatoarelor cu magneți permanenți sau cu electromagneți.

În ceea ce privește *separatoarele cu magneți permanenți*, acestea prezintă construcție simplă, însă marele dezavantaj este acela al capacității reduse de producție.

Magneții permanenți se confecționează din aliaje ale oțelului cu cromul, cobaltul, wolframul, manganul, nichelul, aluminiul, platina etc, în diferite proporții.

Separatoarele electromagnetice se realizează în două variante constructive (*Sorică C., 2012*):

- separatoare cu electromagneți plani, care au o construcție asemănătoare cu cea a separatorului cu magneți permanenți, cu deosebirea că aceștia sunt înfășurați cu bobine legate la o sursă de curent continuu (de obicei redresoare cu seleniu sau alte

semiconductoare). Eliminarea impurităților metalice reținute se face prin întreruperea periodică, automată, a curentului electric;

- separatoare electromagnetice rotative, care au un miez magnetic în interiorul unui cilindru de cupru, pe care sunt fixate două bobine ce constituie polii magnetului.

2.2.6. Separarea impurităților după culoarea suprafeței bobului

Separarea amestecului după culoare se bazează pe diferența de intensitate a razelor de lumină reflectate de suprafața semințelor. Diferența de intensitate a razelor luminoase reflectate este analizată și pusă în valoare prin folosirea dispozitivelor fotoelectrice. Astfel, semințele amestecului, introduse într-o cameră fotometrică, sunt iluminate și fasciculul luminos reflectat ajunge la celulele fotoelectrice, care compară culoarea radiațiilor și, în funcție de aceasta, acționează dispozitivele de separare.

Studiile în domeniu au conchis faptul că prin introducerea mai multor tronsoane de trecere, aceste mașini sunt capabile să realizeze simultan diferite tipuri de sortări (*Šafranko Silvoja et al, 2019*).

2.2.7. Perierea semințelor de cereale

Conform *Chakraverty A. et al* (2003) perierea este o operație tehnologică prin care se urmărește, în special, îndepărtarea urmelor de praf și a altor impurități aderente pe suprafața boabelor, iar dacă mașina de periat este plasată după descojitor în fluxul tehnologic, perierea are și rolul de a înlătura învelișurile zdrențuite apărute în procesul de descojire.

Există păreri că prin periere se produce o oarecare întărire a învelișurilor, calitate care este necesară în procesul de măcinș, deoarece învelișurile tari se transformă în particule de târâță de dimensiuni mari, ușor separabile prin cernere, fapt care, în cazul semințelor de grâu, reduce conținutul de cenușă al boabelor cu minimum 0,01 %, boabele căpătând o suprafață netedă, lucioasă (*Borgen A., 2005*).

Cantitatea și calitatea prafului rezultat depinde de starea suprafeței boabelor prelucrate și de regimul de lucru al periilor, praful fiind un produs furajer foarte valoros. Uneori perierea poate urmări înlocuirea spălării în scopul eliminării pământului, prafului și a altor impurități de pe suprafața boabelor.

Eficiența și efectul tehnologic depind de regimul de funcționare și de proprietățile materialului, fiind caracterizate de reducerea conținutului de cenușă al boabelor (*Țenu I., 2008*).

Operația de periere a semințelor se poate efectua fie cu mașini special destinate acestui scop, fie cu utilaje complexe, în care sunt înglobate și alte operațiuni de condiționare.

În mod uzual, perierea se realizează în mașini prevăzute cu perii rotative, montate pe palete sau pe mantale. Impuritățile separate sunt eliminate prin mantaua perforată și printr-un sistem de aspirație.

Mașinile pot avea manta fixă sau rotativă, orizontală sau verticală.

Mașina de periat cu manta orizontală rotativă (fig. 2.5) se compune dintr-o gură de alimentare (5), prin care produsul ajunge pe suprafața de lucru a rotorului (1), cu periile (2).

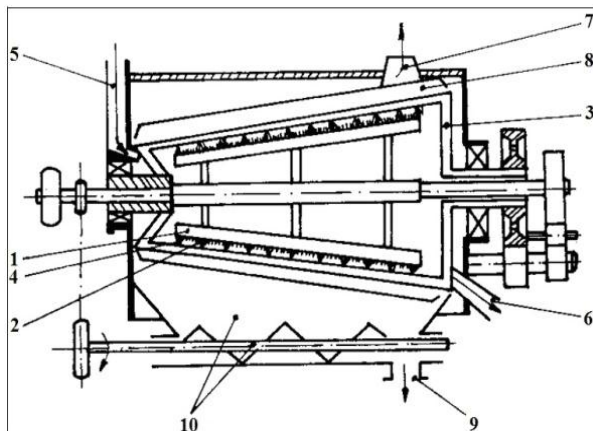


Fig. 2.5. Schema constructivă a unei mașini de periat cu manta orizontală rotativă

1 – rotor; 2 – transportor melcat; 3 – manta rotativă; 4 – perii; 5 – gură de alimentare; 6 – gură de evacuare; 7 – orificiu pentru aspirație; 8 – cameră de detentă; 9 – gură de evacuare fracțiuni ușoare; 10 – tremie.

Fig. 2.5. Construction diagram of the horizontal brushing machine with rotary mantle

1 – rotor; 2 – screw conveyor; 3 – rotating mantle; 4 – brushes; 5 – supply connection; 6 – outlet pipe; 7 – suction hole; detent room; 9 – easy fraction outlet; 10 – tremie.

Pentru mărirea eficienței, mantaua rotativă (3) este dotată, de asemenea, cu periile (4). Diferența de viteză a mantalei și rotorului determină frecarea prin periere a produsului, care apoi este eliminat prin gura (6). Aspirația impurităților ușoare se face prin tubul (7), care antrenează praful care se depune în camera de detentă (8). Frațiunile ușoare sunt evacuate prin gura (9), împreună cu aerul prin racordul de aspirație. Cea mai mare parte a impurităților cad în tremia (10), prevăzută cu dispozitive de evacuare.

Regimul de funcționare a mașinii de periat este determinat de următorii parametri, precum încărcătura specifică, viteza liniară a periilor, distanța dintre perii și manta, calitatea periilor, alimentarea uniformă a mașinii, respectiv intensitatea aspirației. Periile se fabricau din iarbă de mare sau rădăcini de pir (materiale considerate „ecologice”), însă în prezent sunt realizate din mase plastice superperformante trase în fire. Sarcina specifică a unor astfel de mașini de periat este de 1200 ... 1500 kg/m², iar cantitatea de praf separată este de 0,02 ... 0,04 % din masa totală de semințe (Bercovici C., 2009).

În ceea ce privește instalațiile de periat cu manta orizontală fixă (fig. 2.6) are o construcție asemănătoare cu mașina de periat cu manta rotativă, cu deosebirea că în mișcarea de rotație este antrenat rotorul cu perii.

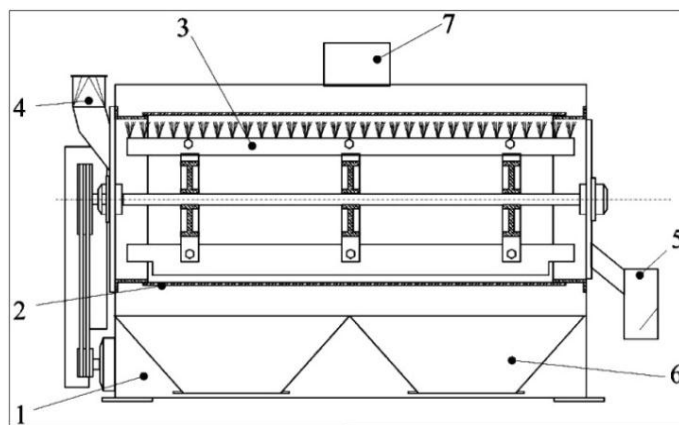


Fig. 2.6. Schema constructivă a unei mașini de periat cu manta orizontală fixă (Bercovici C., 2009)

1 – cadru; 2 – manta din tablă perforată; 3 – rotor cu perii; 4 – gură de alimentare; 5 – racord de evacuare produs curățat; 6 – racord de evacuare impurități; 7 – racord de aspirație.

Fig. 2.6. Construction diagram of a brushing machine with fixed horizontal mantle (Bercovici C., 2009)

1 – frame; 2 – perforated sheet metal mantle; 3 – rotor with brushes; 4 – supply connection; 5 – pipe for cleaned product; 6 – impurity drain connection; 7 – suction pipe.

Firma daneză Westrup realizează mașina de periat de laborator model LA-H, prezentată în fig. 2.7.

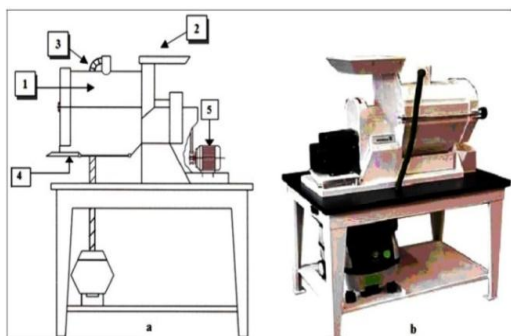


Fig. 2.7. Mașina de periat LA-H (Westrup, 2013)

a. schema constructivă: 1 – manta; 2 – gură de alimentare; 3 – instalație pentru aspirație; 4 – gură de evacuare; 5 – electromotor; b. vedere generală.

Fig. 2.7. LA-H Brushing Machine (Westrup, 2013)

a. constructive scheme: 1 – mantle; 2 – supply pipe; 3 – suction system; 4 – outlet pipe; 5 – electric motor; b. overview.

Mantaua fixă este construită (fig. 2.8), de regulă, din tablă perforată din oțel. În practică, pentru mărirea productivității, majoritatea perilor sunt etajate.



Fig. 2.8. Vedere în secțiune a unei mașini de periat pentru laborator, model LA-H (Westrup, 2013).

Fig. 2.8. Section view of a laboratory brush machine, model LA-H (Westrup, 2013).

Compania Cimbria produce mașini de periat etajate, cu doi, trei sau patru cilindri de lucru, grupați în module. Aceste utilaje modulare pot fi reglate astfel încât cilindri să lucreze în serie sau în paralel. Un astfel de modul din gama Delta, cu funcționare în paralel, este prezentat în fig. 2.9.

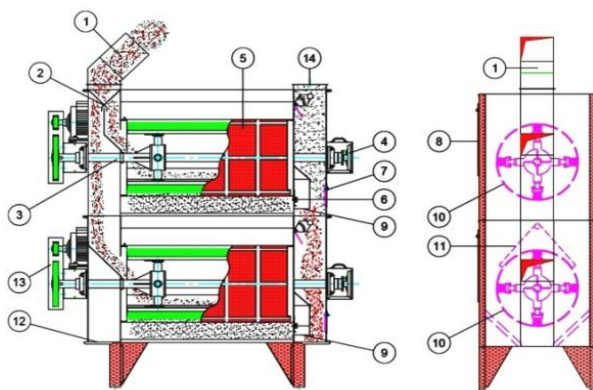


Fig. 2.9. Schema constructivă a unei mașini de periat model Delta 181.2: 1 – gură de alimentare; 2 - mecanism pentru divizarea produsului; 3 – rotor cu perii; 4 – dispozitiv pentru ajustarea periiilor; 5,10 – manta perforată; 6 – dispozitiv pentru reglarea debitului de evacuare; 7, 8 – uși pentru vizitare; 9 – jgheab de evacuare; 11 – mecanism pentru direcționarea impurităților de la primul pasaj; 12 – carcasă; 13 – transmisie prin curea; 14 – racord de aspirație.

Fig. 2.9. Construction diagram of a Delta 181.2 brushing machine: 1 – supply connection; 2 – mechanism for product division; 3 – rotor with brushes; 4 – device for adjusting the brushes; 5,10 – perforated mantle; 6 – device for regulating the discharge flow; 7, 8 – access doors; 9 – evacuation trough; 11 – mechanism for directing impurities from the first passage; 12 – housing; 13 – belt transmission; 14 – suction connection.

Mașina de periat combinată de tip PC 02 (fig. 2.10) produsă de firma Antenore Visentin, Italia, realizează separarea după proprietățile dimensionale, magnetice și în același timp îndepărtează impuritățile de pe suprafața boabelor prin periere.

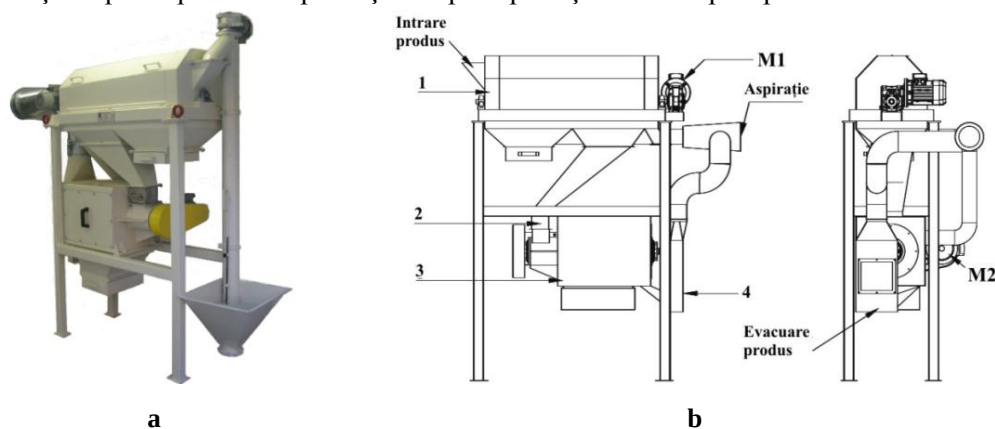


Fig. 2.10. Mașină de periat combinată model PC 02 produsă de firma Antenore Visentin
a. vedere de ansamblu; b. schema constructivă: 1 – separator cilindric; 2 – separator magnetic; 3 – aparat pentru periere; 4 – canal de aspirație; M1, M2 – motoare de acționare.

Fig. 2.10. *Combined brushing machine model PC 02 produced by Antenore Visentin*
a. overview; b. construction scheme: 1 – cylindrical separator; 2 – magnetic separator; 3 – brushing device; 4 – suction channel; M1, M2 – drive motors.

Un alt utilaj combinat care îmbină separarea după proprietățile dimensionale, de lungime, magnetice, aerodinamice, cu îndepărtarea impurităților de pe suprafața boabelor, este separatorul model PC 01, prezentat în fig. 2.11, produs de firma Antenore Visentin, Italia.

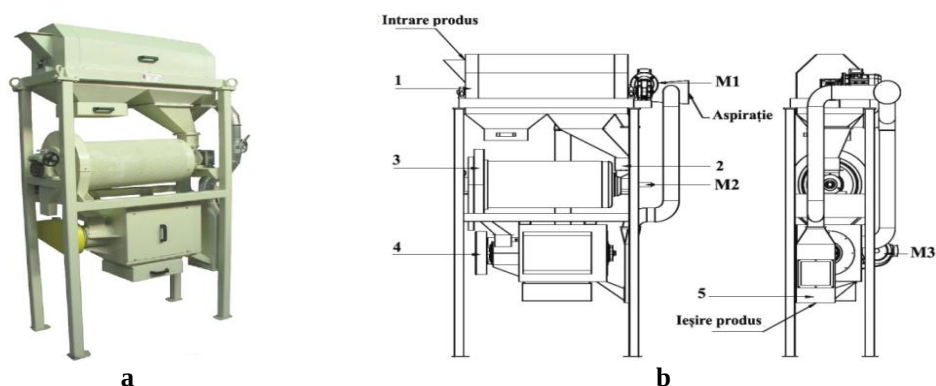


Fig. 2.11. Separator combinat model PC 01 produs de firma Antenore Visentin, Italia (Antenore Visentin, 2014): a. vedere generală; b. schema constructivă: 1 – separator cilindric; 2 – separator magnetic; 3 – trior cilindric; 4 – mașină de periat; 5 – canal de aspirație; M1, M2, M3 – motoare de acționare.

Fig. 2.11. *Combined separator model PC 01 produced by Antenore Visentin, Italy* (Antenore Visentin, 2014): a. overview; b. construction scheme: 1 – cylindrical separator; 2 – magnetic separator; 3 – cylindrical trier; 4 – brushing machine; 5 – suction channel; M1, M2, M3 – drive motors.

Produsul intră în mașină prin partea superioară în separatorul cilindric (1), unde sunt eliminate impuritățile mai mici și mai mari decât boabele de grâu; amestecul de produs trece apoi prin separatorul magnetic (2), îndepărtându-se astfel particulele magnetice, după care intră în triorul cilindric (3), unde sunt eliminate boabele de mazărice și celelalte

impurități sferice. Masa de semințe de grâu ajunge în final în mașina de periat (4), care realizează curățarea suprafeței boabelor cu ajutorul rotorului cu perii aflat în mișcare de rotație. Mașina de periat este racordată la canalul de aspirație (5), prin care se îndepărtează praful și fracțiunile ușoare rezultate în urma operației de periere.

În *tabelul 2.1* sunt prezentate sintetic unele caracteristici principale ale mașinilor de periat cu manta fixă, care se fabrică în prezent pe plan mondial.

Tabelul 2.1/Table 2.1

Caracteristici tehnice ale unor mașini de periat
Technical characteristics of brushing machines

Firma producătoare	Modelul	Capacitate de producție [t/h]	Putere motor [kW]	Debit de aer necesar [m ³ /min]	Masa [kg]	Dimensiuni de gabarit [mm]		
						L	H	L
Cimbria Heid, Danemarca	Delta 181.1	0,4-1	1 x 5,5	8	380	2170	1385	950
	Delta 181.2	0,8-2	2 x 5,5	17	775	2170	2375	950
	Delta 181.3	1,2-3	3 x 5,5	17	1155	2170	3365	950
	Delta 181.4	1,6-4	4 x 5,5	17	1535	2170	1275	1900
Antenore Visentin, Italia	SG 30.60	1,5	2,2	10	200	885	1546	705
	SG 30.80	3	3	10	200	885	1546	705
	SM 40.100	4	5,5	10	-	1390	2550	700
	SM 40.150	10	18	20	-	1890	2550	700
	SPM 30.50	0,6	1,5-2,2	20	-	850	530	1480
	SPM 30.80	1,5	3-4	25	-	1150	530	1480

2.2.8. Tratatamentul hidric al semințelor de cereale

Operația tehnologică de condiționare constă în prelucrarea boabelor de grâu cu apă sau apă și căldură. Dintre operațiile aplicate masei de semințe de cereale înaintea măcinșului, condiționarea are cea mai mare influență asupra proprietăților tehnologice ale grâului, cât și asupra caracteristicilor de panificație ale făinii rezultate (*Racz I., 2013; Vizitiu D., 2012*).

De-a lungul timpului s-au întreprins numeroase cercetări privind operația de condiționare și influențele exercitate de aceasta asupra calității boabelor de grâu, însă până în prezent nu s-a stabilit cu exactitate rețeta perfectă pentru aplicarea acestei operații (*Zaharia D. și colab., 2012*).

În ciuda curențelor existente în determinarea exactă a parametrilor optimi ai tratamentelor hidrotermice, este recunoscut în unanimitate faptul că procesul de condiționare acționează asupra însușirilor boabelor de grâu și făinii și influențează direct proporțional consumul de energie din secția de măcinș.

Prin operația de condiționare a semințelor de cereale se urmărește modificarea proprietăților mecanostructurale și biochimice ale acestora, în scopul scindării legăturii dintre înveliș și endospermul bobului, dar și pentru realizarea anumitor transformări de natură chimică desfășurate la nivelul bobului (*Bujancă G. și colab., 2009*).

Până în prezent, cercetătorii au demonstrat că prin aplicarea operației de condiționare hidrotermică se creează o diferență de umiditate între învelișul și endospermul bobului, primul devenind mai elastic, iar cel din urmă mai friabil, ceea ce duce automat la o mai bună separare a tărațelor, obținerea unor făinuri mai albe și la scăderea procentului

de cenușă regăsit în făină (Dubei T., 2008; Ghencea Sabina, 2008; Moroz S.M. et al, 2014).

De asemenea, prin tratamentele hidrotermice aplicate corespunzător unor semințe de grâu, slabe din punct de vedere calitativ, se îmbunătățesc caracteristicile de panificație ale acestora (Costin I., 1983).

Modificările calităților tehnologice ale boabelor de cereale în direcția dorită, prin condiționare, depinde pe de o parte de proprietățile naturale ale acestora, iar pe de altă parte de metoda și regimul procesului de condiționare (Leonte M., 2001).

În timpul condiționării semințele de cereale suferă o serie de modificări, care pot fi grupate în două categorii (Kupriț I. N., 1954):

a) transformări mecanostructurale (rezistență, duritate, viscozitate), care se modifică sub acțiunea unor factori fizico-chimici și sunt legate de proprietățile de măcinare ale masei de semințe de cereale, respectiv culoarea și conținutul de cenușă al făinii, consumul de energie necesar măcinării și gradul de extracție al făinii;

b) transformări biochimice (complexul de substanțe proteice, în special glutenul, complexul hidraților de carbon, enzimele și alte substanțe) care influențează calitatea de panificație a semințelor de cereale, respectiv comportarea în procesul de preparare și prelucrare a aluatului, volumul, porozitatea, însușirile miezului pâinii, randamentul etc (Barna O. et al, 2009).

2.2.8.1. Condiționarea la rece a semințelor

În prezent, metoda condiționării la rece a semințelor este cea mai utilizată în industria morăritului, atât în țară cât și în străinătate, principalul avantaj al acesteia fiind costul redus pe care îl presupune, față de variantele alternative (Sarhan F. et al, 1997).

Condiționarea la rece se poate realiza în două variante: prima constând în umectarea cu apă neîncălzită a masei de semințe de cereale (temperatura boabelor fiind între 15 și 20°C), iar a doua variantă fiind reprezentată de umezirea semințelor cu apă încălzită la temperaturi între 20 și 30°C (temperatura masei de semințe de cereale fiind între 20 și 25°C).

Umiditatea semințelor de grâu reprezintă un factor esențial în procesele de măcinare și cernere, de aceea prin condiționarea cu apă se are în vedere obținerea unei umidități optime, care să asigure obținerea unor produse finite superioare din punct de vedere calitativ, și în același timp să reducă consumul de energie necesar în procesul de măcinare.

Datorită caracteristicilor diferite, specifice fiecărui soi/lot de semințe de grâu, conținutul de umiditate al semințelor obținut în urma tratării cu apă variază în funcție de tăria semințelor de grâu și de timpul de odihnă.

În vederea măcinării, un lot format din semințe de grâu tare va avea în cadrul procesului de condiționare un timp de odihnă mai lung, deoarece, spre deosebire de grâul moale, pătrunderea apei în învelișul bobului se face mai anevoios, fiind astfel nevoie de o prelungire a timpului de staționare în celulele de odihnă (Kweon Meera et al, 2009).

Ținând cont de faptul că viteza de pătrundere a apei în bob are valori diferite, fiind dependentă de caracteristicile mecanostructurale ale semințelor, iar scopul condiționării

este de a obține în final un procent de umiditate mai ridicat în învelișul bobului și mai scăzut în endosperm, prelucrarea cu apă a diferitor loturi de semințe de grâu se va realiza individual, amestecarea lor făcându-se înaintea introducerii acestora la măcinăș (Balc G., 2009).

Dacă unui amestec format din mai multe tipuri de semințe de grâu i se aplică o umectare uniformă, atunci învelișul boabelor grâului mai moale va absorbi o cantitate mai mare de apă, se va măcina mai greu și va fi îngreunată separarea prin cernere, în timp ce partea exterioară a semințelor grâului tare va avea un conținut de umiditate mai scăzut, ceea ce va determina o sfărâmare mult mai intensă a acestora (Costin I., 1983).

Pentru condiționarea boabelor de grâu se utilizează instalații de umectare (fig. 2.12) compuse în general din: unitate de dozare și pulverizare a apei, transportor înclinat cu palete, care realizează amestecarea boabelor de grâu cu apa, rezervor de apă, pompă, debitmetru și un panou de comandă.

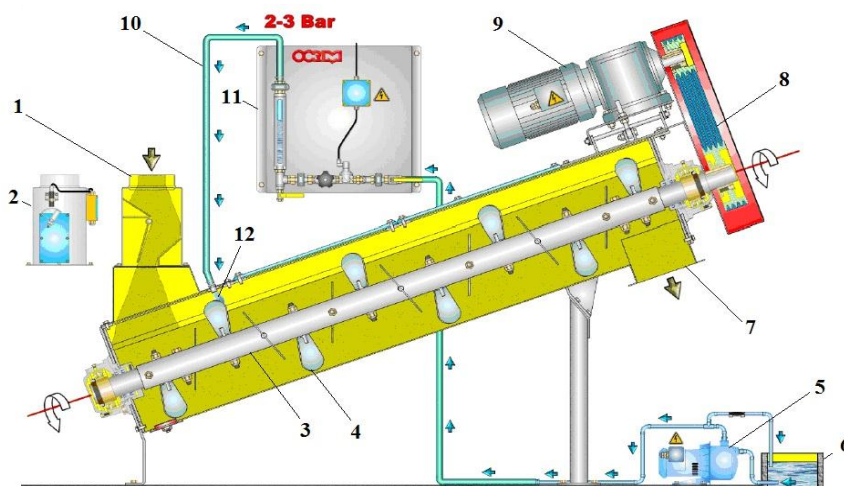


Fig. 2.12. **Schema constructivă a instalației de umectare a semințelor cu umidificator intensiv model SCB produs de firma Ocrim, Italia** (Ocrim, 2013): 1 – gură de alimentare; 2 – senzor pentru produs; 3 – rotor; 4 – palete; 5 – pompă; 6 – rezervor de apă; 7 – gură de evacuare grâu umectat; 8 – transmisie prin curea; 9 – motor; 10 – canal de apă; 11 – panou pentru dozarea apei; 12 – duză pentru pulverizare.

Fig. 2.12. **Construction scheme of the seed humidifier with intensive humidifier model SCB produced by Ocrim, Italy** (Ocrim, 2013): 1 – supply connection; 2 – sensor for the product; 3 – rotor; 4 – pallets; 5 – pump; 6 – water tank; 7 – wet wheat outlet; 8 – belt transmission; 9 – engine; 10 – water channel; 11 – water dosing panel; 12 – spray nozzle.

Unghiul paletelor rotorului se reglează în funcție de cantitatea de produs supusă umectării, astfel încât apa să fie uniform distribuită în masa de semințe de grâu. Apa este preluată din rezervor printr-o pompă și dozată cu ajutorul unui robinet, aflat în panoul de dozare. Apa este dirijată spre duzele care umectează masa de semințe de cereale. Introducerea apei în instalație este semnalizată de senzorul de produs instalat în buncărul de alimentare.

Pentru soiurile românești de grâu, procentul de umiditate recomandat, înainte de intrarea acestuia la măcinăș, se încadrează între 15 și 16%. Stabilirea limitei superioare a procentului de umiditate din boabe, anterior măcinării, este condiționată în mod direct de valoarea umidității făinii obținute, care, pentru păstrarea timp de câteva luni în condiții

optime, nu trebuie să depășească 14%, iar prin procesele de măcinare și cernere nu se pierd mai mult de unu sau două procente (Epure D. și colab., 2008).

În unitățile de morărit, umectarea semințelor se realizează de regulă în două trepte: prima este de profunzime, având o durată de odihnă de circa 6 ... 12 ore, iar cea de-a doua este superficială, perioada de odihnă fiind cuprinsă între 10 și 30 de minute, și se aplică după descojire.

Pentru realizarea operației de umectare a semințelor se utilizează aparatul de pulverizat cu discuri, acărui schemă constructivă este prezentată în fig. 2.13.

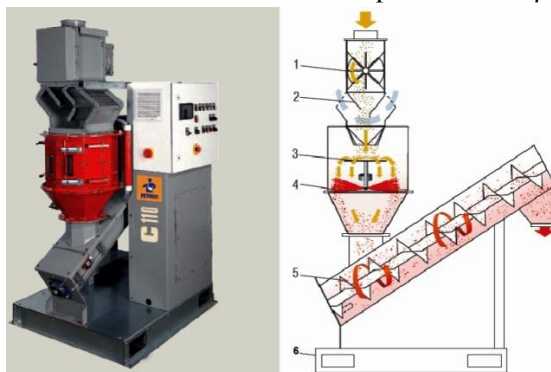


Fig. 2.13. Instalație pentru tratarea boabelor de cereale cu lichide, realizată de firma Petkus, Germania (Petkus, 2014)

1 – buncăr de alimentare; 2 – clapetă pentru reglarea debitului de produs; 3 – disc pentru împrăștierea produsului; 4 – apă pulverizată; 5 – transportor melcat înclinat; 6 – cadru.

Fig. 2.13. **Equipment for cereal grains treatment with liquids, made by Petkus, Germany** (Petkus, 2014)
1 – supply hopper; 2 – regulating valve for product flow; 3 – product spreading disc; 4 – sprayed water; 5 – inclined auger conveyor; 6 – frame.

Firma Bühler a realizat umidificatoarele intensive din gama MOZL (fi. 2.14), care sunt construite cu câte trei rotoare cu palete, asigurând astfel o mai bună omogenizare a apei în masa de semințe de cereale.

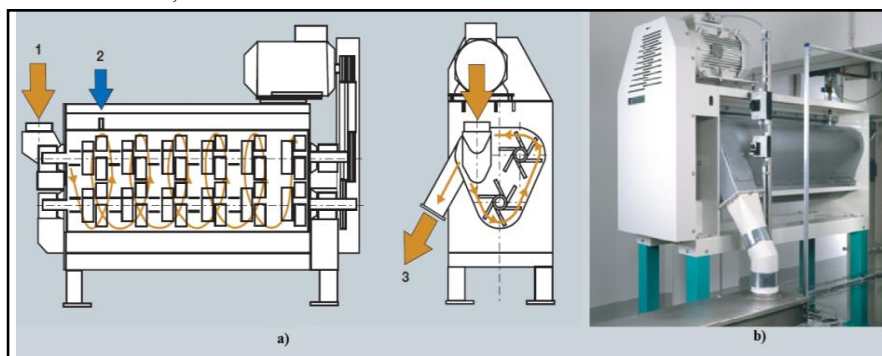


Fig. 2.14. Umidificator intensiv de tip MOZL (Bühler Group, 2013)

a. schema de funcționare: 1 – intrare boabe de grâu; 2 – intrare apă; 3 – ieșire boabe umectate; **b.** vederea generală a mașinii.

Fig. 2.14. **MOZL type intensive humidifier** (Bühler Group, 2013)

a. operating scheme: 1 – wheat grain input; 2 – water inlet; 3 – wetted grain output; **b.** general view of the machine.

Umidificatorul intensiv vertical, de tip SCV (fig. 2.15), realizat de Ocrim, Italia, are o construcție specială, axul rotativ al utilajului fiind compus în partea inferioară dintr-un

transportor elicoidal, iar în partea superioară având fixate palete profilate reglabile, care au rolul de uniformizare a apei în masa de produs și, în același timp, prin lovirea puternică a boabelor, de îndepărtare a straturilor exterioare ale învelișului bobului (fig. 2.16). Pentru obținerea unui efect tehnologic ridicat, utilajul este racordat la un sistem de aspirație.

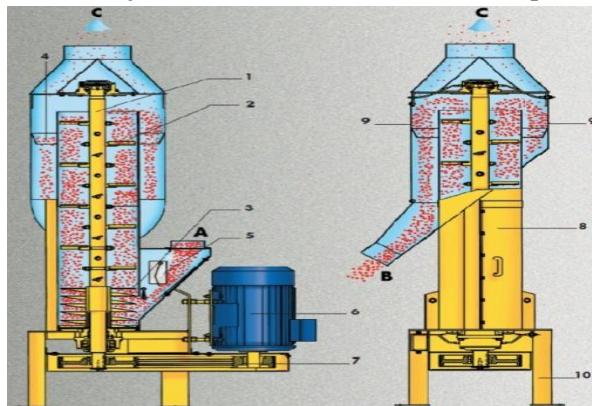
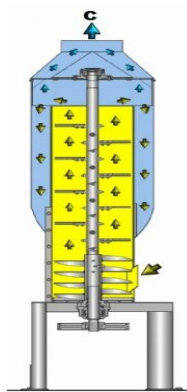


Fig. 2.15. Umidificator intensiv vertical tip SCV (Ocrim, 2013): **A** – alimentare cu produs; **B** – evacuare produs; **C** – aspirație; 1 – arbore; 2 – paletă profilată; 3 – șneac; 4 – șicană; 5 – senzor pentru detectarea produsului; 6 – motor; 7 – transmisie de curea; 8 – ușă de mentenanță rotor; 9 – vizor; 10 – cadru.

Fig. 2.15. SCV type Intensive vertical humidifier (Ocrim, 2013): **A** – product supply; **B** – product outlet; **C** – aspiration; 1 – arbor; 2 – profiled pallets; 3 – screw; 4 – chicanery; 5 – product detection sensor; 6 – engine; 7 – belt transmisson; 8 – rotor maintenance door; 9 – visors; 10 – frame.



Fig. 2.16. Rotor cu melc și paletă din construcția umidificatorului intensiv tip SCV (Ocrim, 2013)

Fig. 2.16. Screw rotor and blades of SCV type intensive humidifier (Ocrim, 2013)

În tabelul 2.2 sunt prezentate caracteristicile tehnice ale unor umidificatoare de semințe utilizate în prezent.

Tabelul 2.2/Table 2.2

Caracteristicile tehnice ale unor umidificatoare de semințe
Technical characteristics of seed humidifiers

Firma producătoare	Modelul	Capacitatea de producție [t/h]	Puterea [kW]	Debitul de apă [l/h]	Masa [kg]
Ocrim, Italia	SCV 25C	7	5,5	400	350
	SCV 35C	13	7,5	1000	520
		18	11		
	SCV 50C	28	11	2500	740
Antenore Visentin, Italia	SCB 700	75	15	4000	970
	CC 22100	0,6	1,8	-	200
		1	2,2	-	200
		3	4	-	220
Bühler Group, Elveția	MOZL 30/100	1-8	4	-	760
		8-12	5,5		
	MOZL 30/150	12-16	5,5	-	970
		16-24	7,5		

2.2.8.2. Condiționarea la cald a semințelor

Procesul de condiționare la cald a semințelor se compune din două faze: prima constă în umezirea semințelor de grâu, iar a doua, în tratarea acestora cu căldură, cea din urmă desfășurându-se în instalații speciale, numite coloane de condiționare (Campbell G. et al, 2008).

Coloana de condiționare cu aer cald, realizată de Bühler, Elveția (fig. 2.17), este formată dintr-o carcasă metalică verticală, cu secțiune rectangulară, având dimensiuni cuprinse între 1,7 - 2,1 și 1,7 - 2,5 m și o înălțime care variază între 6 și 13 m. Coloana se împarte pe verticală în trei zone: zona de încălzire la partea superioară, zona neutră la mijloc și zona de răcire la partea inferioară.

Boabele de grâu supuse condiționării termice intră prin gura de alimentare (1), iar când se umple coloana, începe reglarea automată a accesului produsului datorită clapetei de reglaj (2) aflată în gura de descărcare 3 din partea inferioară a mașinii. Timpul de parcurgere al întregii coloane poate fi extins până la 2-3 ore, din care 1/6 (din acest timp) este necesar pentru parcurgerea zonei de încălzire, 1/10 pentru zona neutră și 3/10 pentru zona de răcire.

Zona de încălzire este prevăzută cu mai multe șiruri de canale orizontale (fig. 2.17 b) prin care circulă aerul cald la temperatura de 110°C.

Pentru deplasarea ușoară a boabelor, șirurile de canale au o construcție specială, fiind ascuțite la partea superioară (fig. 2.17 c) și dispuse intercalat, asigurând astfel intrarea în contact a fiecărei semințe cu suprafața de încălzire.

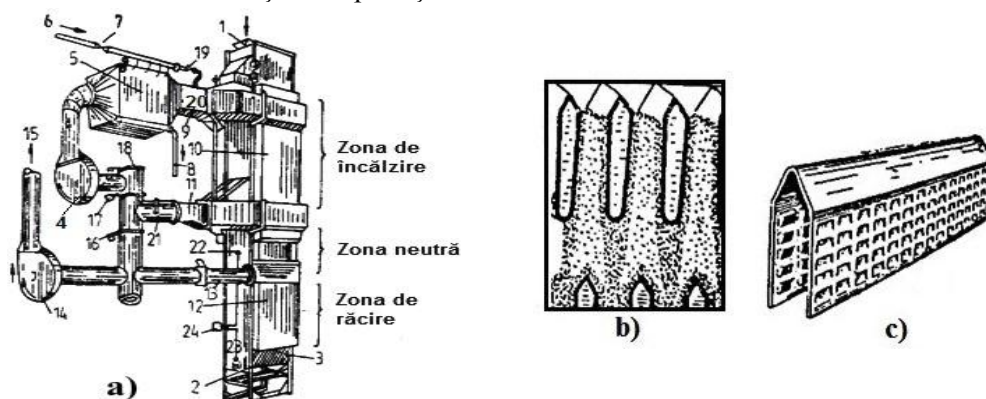


Fig. 2.17. Coloană de condiționare cu aer cald (Râpeanu R., Măruță N., 1965)

a) schema constructivă: 1 – gură de alimentare; 2 – gură de evacuare; 3 – suport; 4, 14 – ventilatoare; 5 – aerotermă; 6 – conductă; 7, 19 – mecanisme de reglare; 8 – conductă de condens; 9, 15 – racorduri; 10, 12 – sectoare cu șiruri de coloane; 11, 13, 20 – conducte; 16, 17, 18 – clapete pentru modificarea circuitelor de aer; 21, 22, 23 – termometre; 24 – termograf; b) așezarea șirurilor cu canale și ordinea așezării lor în interiorul coloanei; c) vedere generală a unui șir de canale de aer.

Fig. 2.17. Hot air conditioning column (Râpeanu R., Măruță N., 1965)

a) constructive scheme: 1 – supply connection; 2 – evacuation connection; 3 – support; 4, 14 – fans; 5 – air heater; 6, 11, 13, 20 – pipe; 7, 19 – adjustment mechanisms; 8 – condensation pipe; 9, 15 – connections; 10, 12 – columns sectors; 16, 17, 18 – for modifying air circuits dampers; 21, 22, 23 – thermometers; 24 – thermograph; b) arrangement of the rows with channels and the of their placement inside the column; c) general view of a series of air channels.

Aerul este insuflat cu ajutorul ventilatorului (4), prin aeroterma (5), alimentată cu vapori de apă sub presiune prin conducta (6), prevăzută cu mecanismele de reglare (7) și (19) și cu racordul de condens (8). Aerul încălzit trece apoi prin racordul (9) și este trimis să circule prin șirurile de canale din sectorul (10), care este legat de conducta (11). De aici aerul poate ajunge din nou la ventilatorul (4). *Zona de răcire* este de asemenea prevăzută cu șiruri de canale montate în sectorul (12), prin care circulă aer rece aspirat din atmosferă, pe la partea inferioară a coloanei, și care după ce trece prin toată zona, ajunge prin conducta (13) în ventilatorul (14) de unde este refulat pentru curățare la un ciclon, prin tubul (15). Aerul din coloana de condiționare are un circuit închis. Dacă în timpul condiționării se constată necesitatea ca umidificarea boabelor trebuie să fie mai intensă, atunci în aerul care trece prin conducta (9) se injectează aburi prin manevrarea valvei de reglaj. Pentru controlul temperaturii, coloana de condiționare este prevăzută cu mai multe termometre, și anume (21) pentru măsurarea temperaturii aerului cald la ieșirea din coloană; (22) și (23) pentru înregistrarea valorii temperaturii boabelor de grâu în amonte și în avalul zonei de răcire. Coloana mai este prevăzută cu un termograf (24) care înregistrează temperaturile din punctele (22) și (23) în funcție de timp. Debitul de aer necesar tratării unui kg de semințe de grâu se apreciază a fi între 2,5 și 3,5 m³. Coloana de condiționare poate fi folosită și ca uscător, caz în care se modifică circuitul aerului cald cu ajutorul clapetelor (16), (17) și (18). Pentru uscare se închide clapeta (17) și se deschid clapetele (16) și (18). Aerul, în acest caz, are un circuit deschis (Râpeanu R., 1967).

Coloana de condiționare cu apă caldă (fig. 2.18) se compune din: buncăr de alimentare, zonă de preîncălzire, zonă de încălzire prin ventilație, zonă de răcire și dispozitiv de evacuare.

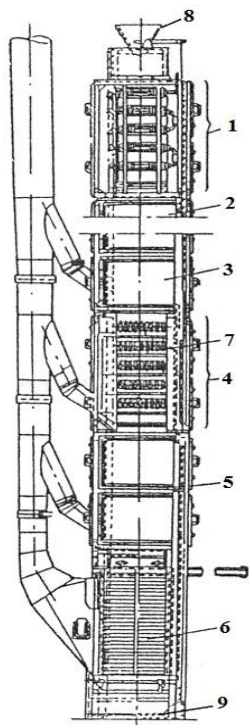


Fig. 2.18. Coloană de condiționare cu apă caldă

(Râpeanu R., 1967)

- 1 – zonă de preîncălzire; 2, 3, 4, 5 – zone de încălzire; 6 – zonă de răcire; 7 – radiatoare; 8 – dispozitiv de alimentare; 9 – tremie de evacuare.

Fig. 2.18. Hot water conditioning column

(Râpeanu R., 1967)

- 1 – preheating zone; 2, 3, 4, 5 – heating zone; 6 – cooling zone; 7 – radiators; 8 – supply device; 9 – exhaust.

Agentul de încălzire îl constituie apa caldă care trebuie să aibă o temperatură la plecare de 70 ... 85°C, pentru ca în radiatoare temperatura apei să ajungă la 40 ... 50°C.

Boabele intră în coloana de condiționare prin dispozitivul de alimentare (8), amplasat la partea superioară a instalației, și ajung în zona de preîncălzire (1), unde are loc o ușoară ridicare a temperaturii semințelor; acestea își continuă drumul spre zonele de încălzire (2), (3), (4), (5), unde sunt aduse la temperatura dorită. După încălzire, boabele sunt supuse răcirii în zona de răcire (6).

Zonele de încălzire sunt prevăzute cu radiatoare (7), printre care se găsesc o serie de canale de ventilație, din tablă de formă specială, respectiv deschise la partea inferioară și laterală și închise la partea superioară.

În zona de răcire (6) aerul rece circulă prin canalul din mijloc, iar prin cele două canale laterale circulă produsul. După răcire, boabele condiționate se evacuează prin tremia situată în partea inferioară a coloanei (9) (Leonte M., 2001).

Coloana de condiționare cu apă și aer cald tip Veb Mühlenbau Dresden, Germania (fig. 2.19) este compusă din: sectorul de alimentare (1), zona de preîncălzire (2), zona de uscare (3), zona de condiționare (4), zona de răcire (5) și sectorul de evacuare (6).

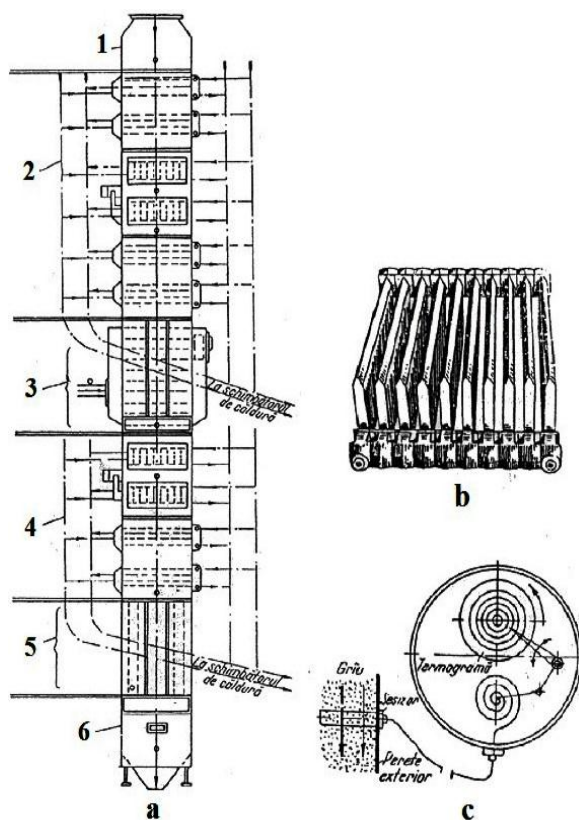


Fig. 2.19. Coloana de condiționare cu apă și aer cald de tip Veb Mühlenbau Dresden, Germania (Râpeanu R., 1967)

a) schema funcțională: 1 – zonă de alimentare; 2 – zonă de preîncălzire; 3 – zonă de uscare; 4 – zonă de condiționare; 5 – zonă de răcire; 6 – zonă de evacuare; b) vedere generală radiator; c) schema de înregistrare a termografului.

Fig. 2.19. Veb Mühlenbau type water and hot air conditioning column, by Dresden, Germany (Râpeanu R., 1967)

a) functional scheme: 1 – supply area; 2 – preheating area; 3 – drying area; 4 – conditioning area; 5 – cooling area; 6 – evacuation area; b) radiator overview; c) thermograph registration scheme.

Intrarea produsului se face prin sectorul de alimentare (1), prevăzut cu o instalație de autoreglare care permite închiderea fantei de scurgere a boabelor în momentul în care cutia de alimentare se umple. Boabele de grâu ajung în sectorul de preîncălzire (2), format din radiatoare prin care circulă apă caldă, montate grupat în trei tronsoane, cu canale dispuse în

șah pentru ca întreaga masă de semințe de cereale să intre în contact cu suprafața de încălzire.

Fiecare tronson este montat decalat în plan cu 90° față de celelalte, pentru a evita supraîncălzirea produsului. Ca urmare a încălzirii boabelor până la temperatura de 40 ... 45°C, acestea elimină apa din interior către suprafață și încep să "transpire", apa rezultată transformându-se în vapori care sunt aspirați printr-o serie de canale de aer racordate la rețeaua de aspirație a coloanei de condiționare cu apă și aer cald.

În zona de uscare (3), boabele de grâu sunt direcționate spre o serie de canale verticale, unde sunt străbătute de un curent de aer cu temperatura de 80°C. Zona de condiționare (4) este formată din două tronsoane de radiatoare cu apă caldă, decalate cu 90° în plan orizontal, între ele fiind dispuse canale de aer racordate la rețeaua de aspirație. Răcirea masei de semințe de cereale se face în zona (5), cu aer la temperatura mediului ambiant.

Evacuarea boabelor se realizează în zona (6), prin intermediul unei rame oscilante, sincronizată printr-un cablu cu sistemul de alimentare. Durata de staționare a masei de semințe de cereale în coloana de condiționare variază între 1 și 3 ore, iar timpul de odihnă al acestora este de 4 ori mai mic decât în cazul condiționării la rece.

Datorită creșterii și scăderii temperaturii boabelor, la intervale scurte de timp, are loc micșorarea coeziunii între înveliș și endosperm, favorizând astfel procesul de măcinare.

Avantajele condiționării la cald sunt: reducerea timpului necesar prelucrării boabelor și îmbunătățirea caracteristicilor de panificație ale făinurilor obținute (Leonte M., 2002).

Coloana de condiționare de tip MIAG (fig. 2.20) folosește ca agenți termici apa și aerul, la presiune atmosferică.

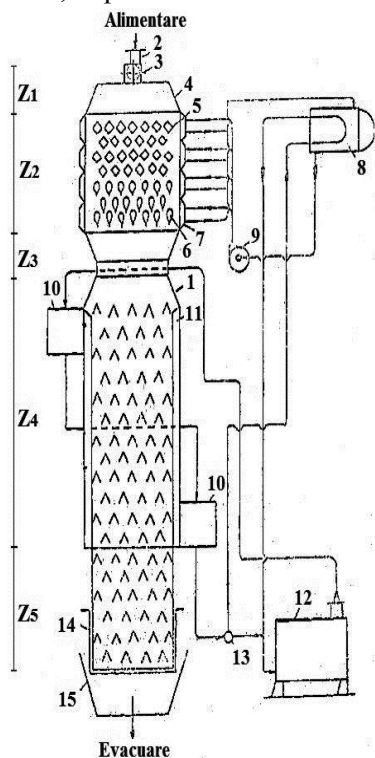


Fig. 2.20. Coloana de condiționare cu aer și apă de tip MIAG (Leonte M., 2001)

Z₁ – zonă de alimentare; Z₂ – zonă de încălzire; Z₃ – zonă neutră; Z₄ – zonă de uscare; Z₅ – zonă de răcire; 1 – carcasă metalică; 2 – racord de alimentare; 3 – cilindru de alimentare; 4 – buncăr de alimentare; 5 – țevi de apă caldă cu secțiune rombică; 6 – țevi de apă caldă cu secțiune în formă de picătură; 7 – radiatoare de apă caldă; 8 – boiler; 9 – pompă de apă caldă; 10 – aerotermă; 11 – canale distribuitoare din doi pereți; 12 – cazan; 13 – distribuitor; 14 – placă basculantă de evacuare; 15 – tremie de evacuare.

Fig. 2.20. MIAG type air and water conditioning column (Leonte M., 2001)

Z₁ – supply area; Z₂ – heating area; Z₃ – neutral area; Z₄ – drying area; Z₅ – cooling area; 1 – metal housing; 2 – supply connection; 3 – supply cylinder; 4 – supply hopper; 5 – hot water rhombic pipes; 6 – drop-shaped section pipe for hot water; 7 – hot water radiators; 8 – boiler; 9 – hot water pump; 10 – air heater; 11 – two-wall distribution channels; 12 – boiler; 13 – distributor; 14 – exhaust tipping pipe; 15 – evacuation hopper.

În zona de încălzire se găsesc 240 elemente de radiator prin care circulă apă caldă la temperatura de 90 - 95°C, produsă de un boiler de 125000 kcal/h, prin serpentina căruia circulă abur produs într-un cazan de abur de joasă presiune, 50.662 Pa. Circulația apei în radiator este asigurată de o pompă cu debit de 16 m³/h și o presiune de refulare de 98 Pa. În zona neutră se realizează o uniformizare a produsului.

Zona de uscare este realizată din două tronsoane cu secțiunea de 2,5x1,25 m, primul având 74 de canale formate din doi pereți, iar al doilea 94 de canale.

În prezent, la nivel mondial, din secțiile de condiționare a morilor nu lipsesc instalațiile automate de umectare. O astfel de instalație, de ultimă generație, este realizată de firma Bühler și constă într-un echipament format dintr-un grup higrometric de tip MYFD (fig. 2.21 a) și un regulator de debit de tip MOZG (fig. 2.21 b).

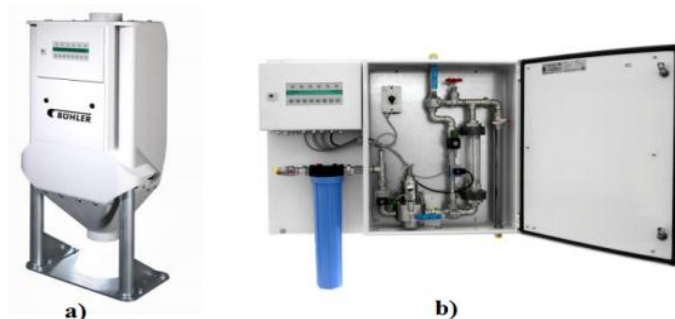


Fig. 2.21. **Instalație automată de umectare** (Bühler Group, 2013)
a) – grup higrometric MYFD; b) – regulator de debit MOZG

Fig. 2.21. **Automatic wetting system** (Bühler Group, 2013)
a) MYFD hygrometric group;
b) MOZG flow regulator.

Principiul de lucru al sistemului automat de umectare produs de Bühler este următorul: semințele de grâu intră în grupul MYFD, unde sunt aduse la un anumit grad de umiditate. În acest grup se măsoară continuu capacitatea de lucru, temperatura și umiditatea semințelor de grâu. Sistemul indică permanent, prin intermediul unui dispozitiv electronic: umiditatea reală a semințelor de grâu (%), debitul real al semințelor de grâu (L/h), debitul real de apă (l/h), temperatura semințelor de grâu (°C), umiditatea cerută (%), precum și valoarea masei hectolitrică (g/L).

Regulatorul debitului de apă de tip MOZG are rolul de a calcula în mod continuu cantitatea de apă introdusă în masa de semințe de cereale, plecând de la valorile măsurate de grupul higrometric MYFD și umiditatea finală prestabilită.

În fig. 2.22 este prezentat un panou de dozare a apei în sistem automat, de tip DMB, realizat de firma Ocrim, Italia.

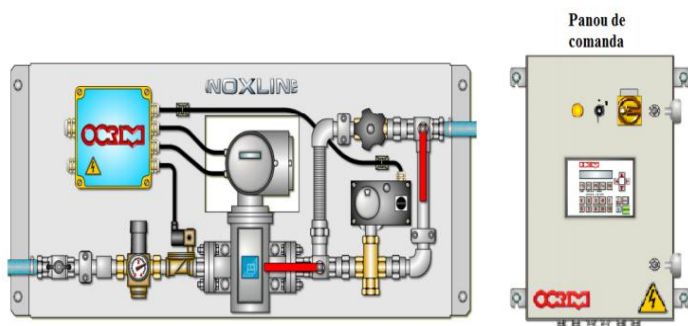


Fig. 2.22. **Panou pentru dozarea apei în sistem automat de umectare de tip DMB** (Ocrim, 2013)

Fig. 2.22. **Water dosing panel in DMB automatic humidification system** (Ocrim, 2013)

Referitor la *condiționarea la cald cu abur*, aceasta se realizează prin intermediul unei instalații speciale, prezentate în *fig. 2.23*.

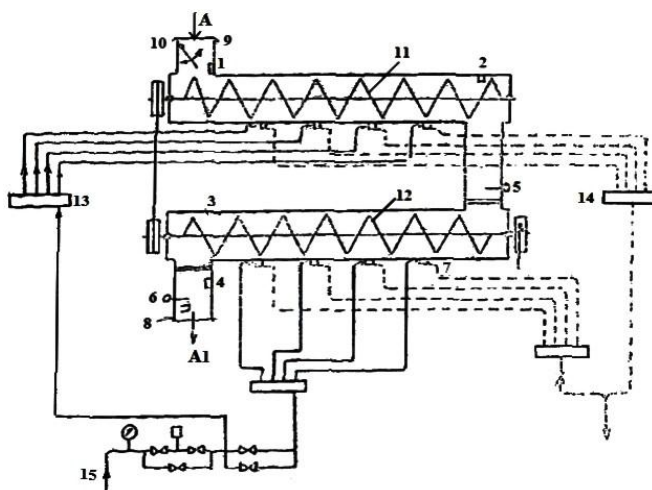


Fig. 2.23. Instalație de condiționare cu abur

A – intrare boabe; **A₁** – evacuare boabe condiționate; 1, 4 – contactori pentru aburi; 2, 3 – contactori pentru transportoare melcate; 5, 6 – termometre de contact; 7 – injector cu abur; 8 – regulator automat pentru temperatură; 9 – racord de alimentare; 10 – clapetă de reglare a debitului de produs; 11 – transportor melcat de aburire; 12 – transportor melcat de control; 13 – distribuitor de aburi; 14 – colector de condens; 15 – conducta de intrare a aburului.

Fig. 2.23 Steam conditioning system

A – grain entry; **A₁** – evacuation of conditioned grains; 1, 4 – steam contactors; 2, 3 – contactors for auger conveyors; 5, 6 – contact thermometers; 7 – steam injector; 8 – automatic temperature regulator; 9 – supply connection; 10 – product flow flap; 11 – steam conveyor; 12 – control conveyor; 13 – steam distributor; 14 – condensate collector; 15 – steam inlet pipe.

Instalația de condiționare cu abur este compusă din două transportoare melcate, primul de aburire, cu un diametru de 0,34 ... 0,42 m, având o turație de 15 ... 30 rot/min, fiind prevăzut cu injectoare de abur cu diametrul orificiilor de 3 mm, prin care circulă abur cu presiunea de 390 ... 490 kPa, care încălzește masa de boabe la temperaturi de 30 ... 40°C, respectiv un transportor melcat, de control, cu dimensiuni similare cu a celui dintâi, prevăzut, de asemenea, cu injectoare de abur prin intermediul cărora masa de semințe este încălzită la o temperatură cuprinsă între 40 ... 60°C (*Țenu I., 2005*).

Timpul de ședere a boabelor de grâu în această instalație este de 35 ... 45 min, iar consumul de abur variază între 185 și 355 kg/h.

O altă metodă este *condiționarea sub vid* (*fig. 2.24*), care se realizează în coloane asemănătoare celor prezentate anterior, cu deosebirea că în interiorul utilajului tratarea boabelor se face sub vid (*Deng L., Manthey F., 2016*).

În ceea ce privește *condiționarea rapidă a semințelor*, se poate realiza cu ajutorul unei instalații simple din punct de vedere constructiv, motiv pentru care se poate utiliza cu ușurință în morile de mică capacitate.

Operația constă în încălzirea semințelor de grâu cu ajutorul aburului timp de câteva secunde până la 1 minut, la o temperatură de 68 ... 70°C, după care urmează o răcire bruscă în apă rece.

Încălzirea semințelor de grâu, urmată de o răcire bruscă, provoacă o schimbare a coeziunii în interiorul bobului, ceea ce duce la ruperea legăturilor dintre înveliș și endosperm, ușurând astfel separarea acestora în procesul de măcinare (Arendt K., Zannini Emanuele, 2013).

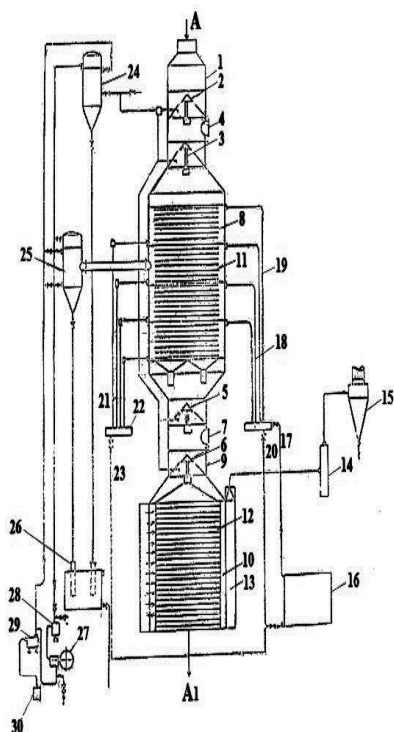


Fig. 2.24. Coloană de condiționare în vid realizată de firma Bülser, Elveția

(Leonte M., 2001)

A – alimentare cu produs; A₁ – evacuare boabe condiționate; 1 – buncă de alimentare; 2, 3 – ventilatoare superioare; 4, 7 – uși de vizitare; 5, 6 – ventile inferioare; 8 – zone de condiționare; 9 – zonă neutră; 10 – zonă de răcire; 11 – elemente de radiatoare; 12 – canale de aer; 13 – canal colector; 14 – ventilator; 15 – cicloane de praf; 16 – cazan de joasă presiune; 17 – conductă de abur; 18 – distribuitor de abur; 19 – racorduri pentru canale de tratament; 20 – conductă de retur; 21 – racord de ieșire a aburului; 22 – condensator; 23 – conductă de retur; 24 – filtru cu pulverizare; 25 – condensator cu injecție; 26 – rezervor de apă uzată; 27 – pompă de ulei; 28 – separator de condens; 29 – pompă de apă de răcire; 30 – sorb de apă.

Fig. 2.24. Vacuum conditioning column, made by Bülser, Switzerland

(Leonte M., 2001)

A – product supply; A₁ – evacuation of conditioned grains; 1 – feeding hopper; 2, 3 – upper fans; 4, 7 – visiting doors; 5, 6 – lower valves; 8 – conditioning areas; 9 – neutral zone; 10 – cooling zone; 11 – radiator elements; 12 – air ducts; 13 – collector channel; 14 – fan; 15 – dust cyclones; 16 – low pressure boiler; 17 – steam pipe; 18 – steam distributor; 19 – connections for treatment channels; 20 – return pipe; 21 – steam outlet connection; 22 – capacitor; 23 – return pipe; 24 – spray filter; 25 – injection capacitor; 26 – waste water tank; 27 – oil pump; 28 – condensate separator; 29 – cooling water pump; 30 – sorb water.

Din categoria metodelor neconvenționale de condiționare menționăm *condiționarea cu apă activată*, care constă în prelucrarea hidrotermică a boabelor de grâu cu apă activată magnetic, electrochimic și fizico-chimic. Prin prelucrarea cu apă activată, în bobul de grâu au loc transformări intense ale însușirilor biochimice, ceea ce duce la îmbunătățirea calității de panificație a făinii (Bercovici C., 2009).

O altă metodă este *condiționarea cu radiații gama*, pusă la punct de P.G. Demidov în anul 1962, folosind ca sursă de radiații radioizotopul C_{60}^{60} , într-un debit de 1800 Röntgeni/min. Efectul aplicării acestei operații constă în ameliorarea proprietăților tehnologice ale boabelor de cereale și reducerea conținutului de cenușă (Leonte M., 2001).

Condiționarea cu radiații infraroșii se aplică asupra unui strat de produs de circa 15 mm, folosindu-se lămpi cu radiații infraroșii, de 250 W, timp de 1-2 min. Dezavantajul acestui tip de condiționare este consumul energetic ridicat, fapt pentru care acest proces de condiționare nu s-a extins (Leonte M., 2001; Peyron S. et al, 2002).

2.2.9. Descojirea semințelor de cereale

Conform Liubych V. et al (2019) descojirea este operația prin care se îndepărtează parțial sau integral învelișul exterior al semințelor de cereale, fapt care conduce la ușurarea

procesului de separare la măcinis.

Prima mașină care a servit la îndepărtarea învelișului bobului de grâu a fost „colunoc-ul”. Utilajul era alcătuit din două pietre de moară, așezate orizontal, între care se decorticau semințele de cereale. Piatra de sus era fixă, iar cea de jos mobilă. Datorită diferențelor dimensionale ale boabelor, prelucrarea nu era uniformă: semințele mari erau supuse unei acțiuni mai intense a suprafețelor de lucru decât cele mici, rezultând astfel o cantitate mare de boabe sfărâmate (Balc G., Oltean O., 2002; Kupriț I. N., 1954).

Operația se efectuează, de cele mai multe ori, în trepte. În prima fază are loc eliminarea așa-zisului praf negru de natură minerală, cu un conținut de circa 20 % cenușă. În cea de-a doua fază rezultă praful alb sau târâța de curățătorie, constituit, în special, din înveliș și embrion, conținutul în cenușă scăzând la 6 ... 8 %. În schimb, cresc spărturile după fiecare treaptă de descojire cu 0,2 ... 0,5 %.

Efectul de descojire se produce datorită unor acțiuni mecanice executate de organele mașinilor asupra părților periferice ale boabelor și, în mai mică măsură, datorită frecării boabelor între ele, utilajele având în componența lor două părți principale: un rotor cu palete metalice sau din lemn, prevăzute cu perii ce produc mișcarea boabelor, și un stator sub formă de cilindru a cărui suprafață interioară acționează asupra boabelor (suprafața interioară putând fi din șmirghel, țesătură din sârmă sau cilindru din tablă perforată, materialul folosit definind și tipul descojitorului).

Descojitorul vertical cu manta abrazivă din șmirghel se prezintă (fig. 2.25) sub forma unui cilindru, având în centru un rotor cu palete.

Produsul de descojit intră prin gura (1) din partea superioară, fiind proiectat de rotor spre pereții mantalei din șmirghel (3) și lovit cu paletetele (2).

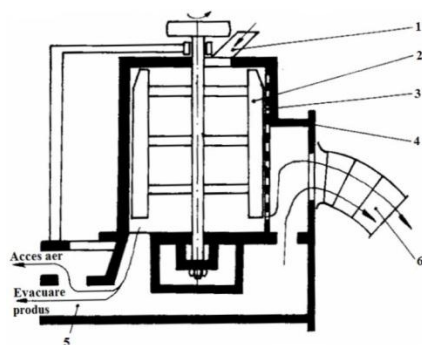


Fig. 2.25. Schema constructivă a descojitorului vertical cu manta abrazivă
1 – gură de alimentare; 2 – rotor cu paletete; 3 – manta din șmirghel; 4 – carcasă; 5 – gură de evacuare produs descojit; 6 – racord de aspirație a impurităților.

Fig. 2.25. Construction diagram of the vertical peeler with abrasive mantle
1 – supply connection; 2 – rotor with blades; 3 – sandpaper mantle; 4 – housing; 5 – peeled product outlet; 6 – suction connection of impurities.

Suprafața abrazivă este constituită dintr-un amestec de 69 - 75 % șmirghel, având granulația 20 - 24, 11 - 16 % magnezită și 13 - 15 % clorură de magneziu. Datorită frecării se desprind impuritățile fără a se sfărâma bobul (Ghimbășan R., 2005; Râpeanu R., Măruță N., 1965).

Impuritățile sunt aspirate la viteze de 8 ... 10 m/s, printr-un racord lateral de aspirație (6), produsul fiind evacuat prin canalul de evacuare (5). Efectul tehnologic obținut prin lovirea și frecarea boabelor de suprafața aspră a mantalei constă în înlăturarea unei părți din embrion și a învelișului superficial.

Deplasarea masei de semințe de grâu în mașină se face și datorită proprietăților sale de curgere, deoarece grosimea stratului de boabe este mai mare la intrare decât la ieșirea din

mașină.

La deplasarea boabelor contribuie, de asemenea, înclinarea paletelor față de generatoarea cilindrului. Rezultă o traiectorie cvasielicoidală, întreruptă din loc în loc datorită alunecării boabelor pe suprafața mantalei.

O altă instalație utilizată în procesul de descojire a semințelor de cereale este *descojitorul orizontal cu manta abrazivă* (fig. 2.26). Din punct de vedere constructiv, aceasta se compune dintr-o carcasă metalică (4) în care se fixează mantaua cilindrică abrazivă (5). Mantaua este compusă din două părți semicilindrice din șmirghel, realizate prin turnare. În interiorul mantalei se rotesc paletele (3), fixate pe arborele de acționare (8), prin intermediul unor discuri de fixare (7). La unele tipuri de descojitoare discurile de fixare sunt înlocuite cu plăci metalice din oțel, prevăzute în punctele de fixare a paletelor cu orificii de formă alungită. Aceste orificii permit reglarea distanței dintre manta și paletă (Țenu I., Bercovici C., 2004).

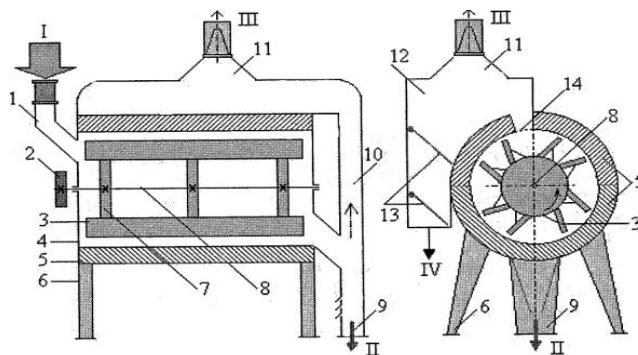


Fig. 2.26. **Descojitor orizontal cu manta abrazivă** (Țenu I., Bercovici C., 2004)

1 – racord de alimentare; 2 – roată de acționare; 3 – palet; 4 – carcasă; 5 – manta cilindrică abrazivă; 6 – picioare de sprijin; 7 – discuri de fixare; 8 – arbore; 9 – racord de evacuare a semințelor; 10 – canal de aspirație; 11 – racord de aspirație; 12 – cameră de decantare; 13 – clapete articulate de ecluzare; 14 – tablă perforată; I – alimentare cu amestec inițial; II – evacuarea boabelor de cereale; III – aer cu praf; IV – impurități ușoare.

Fig. 2.26. **Horizontal peeler with abrasive mantle** (Țenu I., Bercovici C., 2004)

1 – supply connection; 2 – drive wheel; 3 – pallets; 4 – housing; 5 – abrasive cylindrical mantle; 6 – support legs; 7 – fixing discs; 8 – arbor; 9 – seed discharge connection; 10 – suction channel; 11 – suction connection; 12 – settling chamber; 13 – articulated locking dampers; 14 – perforated sheet; I – supply with initial mixture; II – evacuation of cereal grains; III – dusty air; IV – light impurities.

Conform Țenu I. și Bercovici C. (2004) efectul tehnologic de separare prin prelucrarea suprafeței boabelor cu mașina de descojit cu manta de șmirghel, se apreciază după următoarele criterii:

- micșorarea conținutului de cenușă al boabelor;
- conținut redus de boabe sparte rămase în masa de semințe de grâu;
- proporție cât mai mare de învelișuri îndepărtate;
- cantitatea de praf rezultat după separare în colector cât mai mare.

O altă grupă de indicatori de apreciere a calității operației de descojire, este determinată de cantitatea de boabe sparte, care, la rândul ei, este determinată de următorii factori, în sens crescător și nefavorabil:

- umiditatea boabelor;
- viteza periferică mare a paletelor (> 16 m/s);

- încărcarea mașinii sub capacitatea normală;
- distanța mică între palete și manta ($< 20 \text{ mm}$);
- mantaua prezintă denivelări din cauza uzurii sau fabricației defectuoase;
- pereții rotorului sunt ascuțiți din cauza uzurii.

O altă instalație de descojire a cerealelor recomandată de literatura de specialitate este *descojitorul cu discuri abrazive* de tip A1-ZȘN (fig. 2.27), descojitor care realizează o descojire – șlefuire intensivă datorită acțiunilor mecanice executate de organele de lucru ale mașinii (discurile abrazive și mantaua perforată) asupra părților periferice ale boabelor și frecării boabelor între ele.

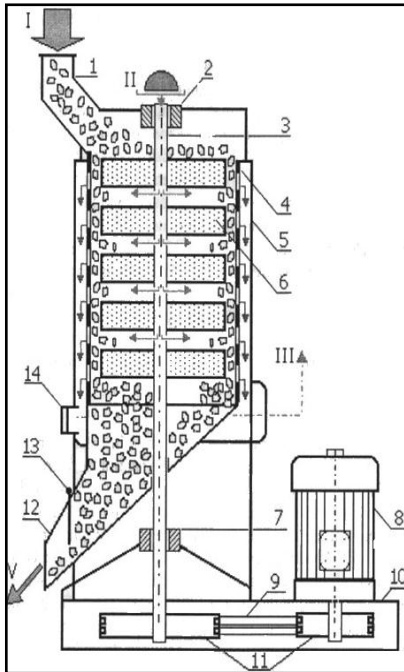


Fig. 2.27. **Schema tehnologică a mașinii de descojire-șlefuire de tip A1-ZȘN** (Balan I. et al., 2003)

1 – racord de alimentare; 2 – lagăr superior; 3 – arbore tubular; 4 – cilindru perforat; 5 – corp cilindric al camerei de lucru; 6 – pietre abrazive; 7 – lagăr inferior; 8 – motor electric; 9 – curele trapezoidale; 10 – batiu; 11 – roți de curea; 12 – racord de evacuare; 13 – clapetă articulată; 14 – racord pentru aspirație; I – produs inițial; II – aer aspirat în mașină; III – aer cu resturi ușoare; IV – produs descojit.

Fig. 2.27. **Technological scheme of the peeling-grinding of A1-ZȘN machine** (Balan I. et al., 2003)

1 – supply connection; 2 – upper bearing; 3 – tubular shaft; 4 – perforated cylinder; 5 – cylindrical body of working chamber; 6 – abrasive stones; 7 – lower bearing; 8 – electric motor; 9 – V belts; 10 – frame; 11 – belts; 12 – exhaust connection; 13 – articulated flap; 14 – suction connection; I – initial product; II – aspirated air; III – light debris air; IV – peeled product.

Capacitatea de lucru a mașinii A1-ZȘN este de 3 t/h, turația arborelui de acționare fiind de 850 rot/min, iar viteza periferică a discurilor abrazive este de 20 m/s. Diametrul pietrelor este de 450 mm, iar distanța dintre acestea și cilindrul perforat de 10 mm.

Descojitorul cu discuri model DHB realizat de firma Ocrim, Italia, este prezentat în fig. 2.28.

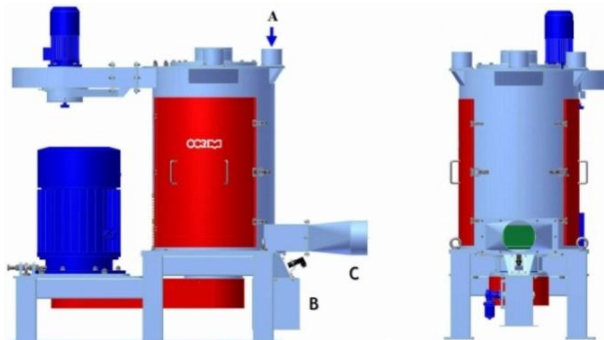


Fig. 2.28. **Descojitor cu discuri DHB produs de Ocrim, Italia** (Ocrim, 2013)

A – alimentare cu produs; B – evacuare produs descojit; C – racord de aspirație.

Fig. 2.28. **DHB disc peeler produced by Ocrim, Italy** (Ocrim, 2013)

A – product supply; B – evacuation of peeled product; C – suction connection.

O altă variantă constructivă a descojitorului intensiv cu discuri abrazive, utilizată în prezent, este modelul VTA 5 (fig. 2.29) realizat de firma Satake Australia.

Descojitorul cu manta din țesătură de sârmă are principiul de funcționare și schema tehnologică asemănătoare cu cele ale descojitorului cu manta abrazivă, deosebirile fiind legate de modul de aspirație și colectare a prafului îndepărtat (Rus Fl., 2001).

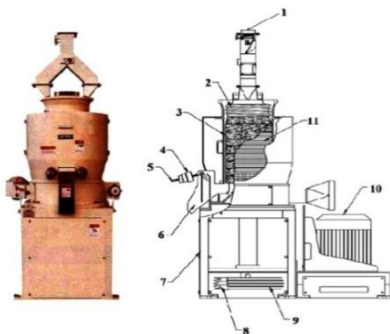


Fig. 2.29. **Descojitor intensiv cu discuri model VTA 5 produs de firma Satake, Australia** (Satake, 2013)

1 – jgheab de alimentare; 2 – rolă de distribuție; 3 – discuri abrazive; 4 – contragreutate; 5 – levier pentru reglare; 6 – jgheab pentru evacuarea produsului descojit; 7 – carcasa mașinii; 8 – roată de curea; 9 – curea trapezoidală; 10 – motor de antrenare; 11 – sită din tablă perforată.

Fig. 2.29. **VTA 5 Intensive disc peeler model, produced by Satake, Australia** (Satake, 2013)

1 – feeding trough; 2 – distribution roller; 3 – abrasive discs; 4 – counterweight; 5 – adjustment lever; 6 – peeled product evacuation trough; 7 – housing; 8 – belt wheels; 9 – V belt; 10 – motor; 11 – perforated sheet sieve.

Efectul de separare a învelișurilor superficiale, dar și a impurităților existente pe suprafața boabelor cu ajutorul mașinii de descojit cu manta din sârmă, este diferențiat astfel: dacă secțiunea firului de sârmă are forma pătrată, una dintre muchii fiind plasată pe partea inferioară a mantalei, se produce o descojire intensivă, iar dacă secțiunea firului este circulară se produce o descojire mai redusă. Latura ochiului din împletitură de sârmă cu secțiune pătrată are aceeași valoare cu diametrul sârmei de secțiune circulară, cuprinsă în intervalul 0,8 ... 1 mm. Separarea se poate face în una sau mai multe trepte, operație în urma căreia se produce eliberarea prafului mineral (negru), iar în cea de-a doua și următoarele etape, praful de natură organică (numit și „praf alb”). Praful negru reprezintă 0,5 % din cantitatea totală de semințe de grâu, ponderea prafului alb fiind cuprinsă între 1,1 ... 1,2 %.

În fig. 2.30 este prezentat un descojitor cu manta din țesătură de sârmă model Hambo, realizat de firma Damas, Danemarca.

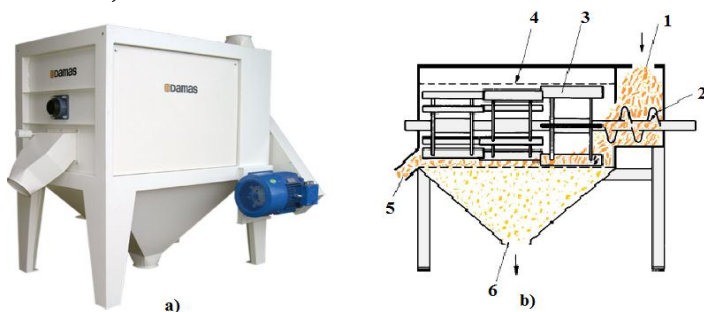


Fig. 2.30. **Descojitorul Hambo realizat de firma Damas** (Damas, 2013)

a) vedere de ansamblu; b) schema constructivă: 1 – gură de alimentare; 2 – transportor melcat; 3 – rotor cu palete; 4 – țesătură din sârmă; 5 – jgheab de evacuare produs descojit; 6 – jgheab pentru evacuarea impurităților.

Fig. 2.30. **The Hambo peeler made by Damas** (Damas, 2013)

a) overview; b) constructive scheme: 1 – supply trough; 2 – screw conveyor; 3 – rotor with blades; 4 – wire

fabric; 5 – peeled product outlet; 6 – impurities evacuation trough.

Descojitorul Hambo are o construcție solidă, constând într-un cadru și o carcasă din oțel, un rotor cu palete, o manta fixă din țesătură de sârmă, un mecanism de acționare cu motoreductor și un buncăr de evacuare. Paletele rotorului pot fi ușor schimbate prin intermediul ușilor de vizitare largi dispuse în părțile laterale ale mașinii, iar dacă se dorește o acțiune mai scăzută asupra boabelor supuse descojirii, unele palete pot fi înlocuite cu perii.

O inovație în construcția descojitoarelor intensive este introdusă de firma Reiter Seed Processing, Germania, prin descojitoarele de tip SR, acestea prezentând ca particularitate constructivă un rotor cu palete tip spirală, curbate, dispuse elicoidal, așa cum se poate observa în *fig. 2.31*.

Avantajul acestui descojitor constă în prelucrarea uniformă a semințelor cu ajutorul paletelor spiralate și curbate, care antrenează produsul pe suprafața mantalei cilindrice, eliminând posibilitatea ca o parte din boabe să rămână nedescojite. Toba cilindrică este realizată din țesătură de sârmă cu secțiune pătrată, ceea ce determină realizarea unui efect tehnologic intensiv asupra boabelor (*Balc G. și colab., 2016*).

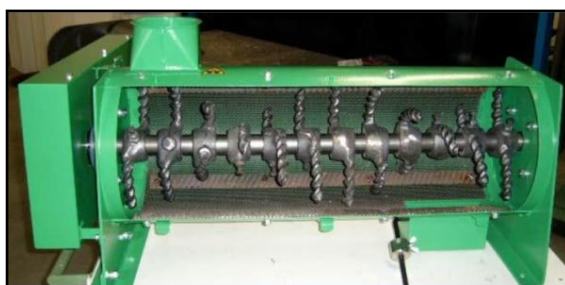


Fig. 2.31. Descojitor intensiv tip SR produs de Reiter Seed Processing, Germania
(*Reiter, 2014*).

Fig. 2.31. SR intensive peeler produced by Reiter Seed Processing, Germany
(*Reiter, 2014*).

Din punct de vedere constructiv *descojitorul cu manta din tablă netedă perforată* este asemănător cu descojitorul cu manta din sârmă împletită, deosebirea constând din înlocuirea mantalei împletite cu o manta din tablă de oțel. Tabla perforată poate fi cu orificii cu diametrul de 1,2 ... 1,5 mm sau, dacă orificiile sunt alungite, cu dimensiunile acestora de 10 x 1,2 ... 1,5 mm.

Folosirea tablei prezintă avantajul că o parte din praful dislocat și îndepărtat de pe suprafața boabelor trece prin orificiile mantalei și se colectează în partea de jos a mașinii, fapte care ușurează încărcarea instalației de aspirație. Pentru a se evita extragerea boabelor de grâu în sistemul de aspirație, se recomandă limitarea vitezei aerului la 8 ... 10 m/s.

Valorile optime ale principalilor factori de influență a efectului tehnologic sunt următoarele (*Balc G., 2000*):

- viteza paletelor rotorului $v_p = 14 \dots 16$ m/s (după spălare sau condiționare, când umiditatea semințelor crește, $v_p = 17$ m/s);
- distanța dintre palete și cilindru $d_p = 25 \dots 30$ mm la grâul uscat și 15 ... 25 mm la grâul umed, după spălare sau condiționare;
- unghiul de înclinare a paletelor față de generatoarea rotorului $\alpha = 5 \dots 10^\circ$;

- capacitatea de încărcare optimă, specifică fiecărui tip de mașină, trebuie să fie cu strictețe respectată; în cazul depășirii valorii optime, utilajul nu descojește, iar în cazul unei încărcări prea mici descojirea este intensă, crescând conținutul de spărtură.

Un astfel de descojitor, cu manta din oțel și rotor cu palete radiale, este modelul SIG produs de firma Ocrim, Italia, prezentat în fig. 2.32.

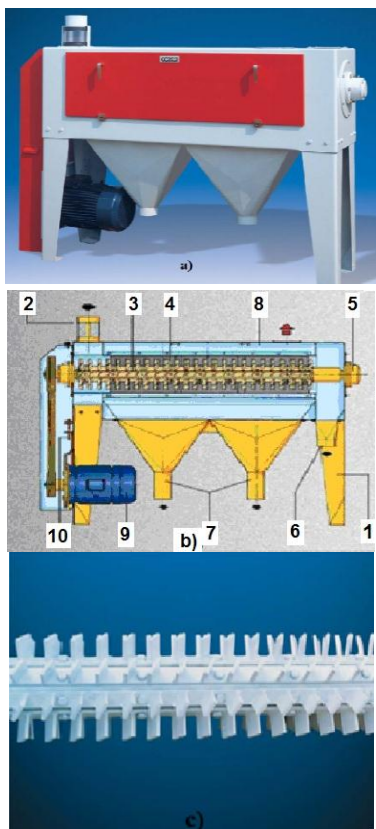


Fig. 2.32. *Descojitor intensiv orizontal model SIG (Ocrim, Italia)*

a) vedere de ansamblu; **b)** schema constructivă: 1 – cadrul descojitorului; 2 – gură de alimentare; 3 – rotor cu palete; 4 – manta din tablă perforată; 5 – ax de acționare; 6 – jgheab de evacuare a produsului descojit; 7 – pâlnii de evacuare a impurităților; 8 – canal de aspirație; 9 – motor de acționare; 10 – mecanism de tensionare a curelei; **c)** vedere generală a rotorului cu palete.

Fig. 2.32. *SIG model horizontal intensive peeler (Ocrim, Italia)*

a) overview; **b)** constructive scheme: 1 – frame; 2 – supply connection; 3 – rotor with blades; 4 – perforated sheet metal mantle; 5 – drive shaft; 6 – evacuation trough; 7 – impurity outlet funnels; 8 – suction channel; 9 – motor; 10 – belt tensioning mechanism; **c)** general view of blade rotor.

Firma Akyürek, Turcia, realizează descojitoare asemănătoare din punct de vedere funcțional, singura diferență constând în construcția rotorului (fig. 2.33).

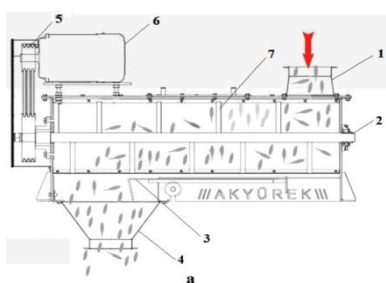


Fig. 2.33. *Descojitor de tip AWN realizat de firma Akyürek, Turcia (Akyürek Karderşler, 2013)*

a. schema constructivă: 1 – gură de alimentare; 2 – arbore de acționare; 3 – mecanism pentru reglarea debitului de evacuare; 4 – gură de evacuare; 5 – transmisie prin curea; 6 – motor de acționare; 7 – palete; **b.** vedere generală.

Fig. 2.33. *AWN peeler made by Akyürek, Turkey (Akyürek Karderşler, 2013)*

a. constructive scheme: 1 – inlet trough; 2 – drive shaft; 3 – mechanism for regulating the discharge flow; 4 – outlet trough; 5 – belt transmission; 6 – engine; 7 – pallets; **b.** overview

În cazul descojitorului intensiv SIG realizat de Ocrim utilizează un rotor cu palete

dispușe radial, în timp ce descojitoarele din gama AWN produse de firma Akyürek au rotoarele cu palete longitudinale, această diferență constructivă modificând efectul tehnologic al descojirii: în cazul dispunerii radiale a paletelor boabele sunt supuse unei descojiri mai agresive, în timp ce la rotoarele cu palete longitudinale descojirea este mai scăzută în intensitate, afectând mai puțin învelișul bobului, reducând astfel cantitatea de spărtură.

În construcția descojitoarelor pot fi utilizate atât palete cu secțiune circulară (fig. 2.34 a) cât și cu secțiune pătrată (fig. 2.34 b).

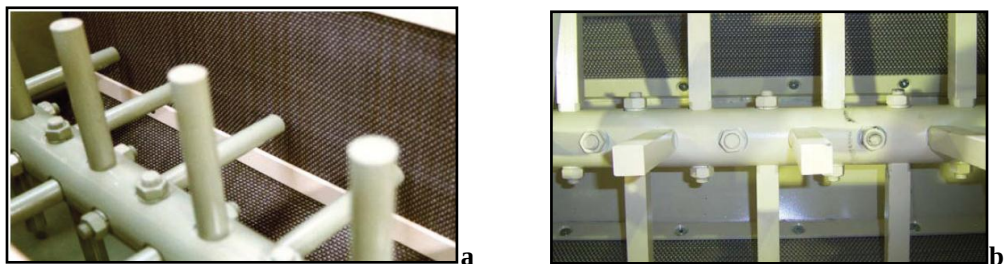


Fig. 2.34. **Rotoare cu palete dispuse longitudinal**

a. palete cu secțiune circulară; b. palete cu secțiune pătrată

Fig. 2.34. **Rotors with longitudinally blades**

a. pallets with circular section; b. pallets with square section

Pentru separarea impurităților obținute prin descojirea boabelor de cereale, descojitoarele intensive pot funcționa împreună cu aspiratorul cu recirculare de aer (fig. 2.35) sau racordate la un canal de aspirație (fig. 2.36).



Fig. 2.35. **Descojitorare intensive cu aspiratoare pentru recircularea aerului** (Akdegirmen, 2013; Bühler Group, 2013): a) realizat de firma Akdegirmen, Turcia; b) realizat de firma Bühler, Elveția

Fig. 2.35. **Intensive peeling with vacuum cleaners for air recirculation** (Akdegirmen, 2013; Bühler Group, 2013): a) made by Akdegirmen, Turkey; b) made by Bühler, Switzerland.



Fig. 2.36. **Descojitor intensiv racordat la un canal de aspirație, realizat de firma Ocrim, Italia** (Ocrim, 2013)

Fig. 2.36. **Intensive peeler with suction channel, made by Ocrim, Italy** (Ocrim, 2013)

În practică, pentru mărirea capacității de lucru se construiesc și descojitoare în trepte, de tip orizontal, prin dispunerea etajată a doi sau mai mulți cilindri, care lucrează în serie sau paralel, cu mantale diferite, astfel încât să se evite o agresivitate mărită asupra boabelor și un conținut mare de spărtură.

Descojitorul dublu din gama DD (fig. 2.37) are două mantale suprapuse, realizând

astfel dublarea capacității de lucru. Acest utilaj permite folosirea celor două mantale în serie, în paralel sau independent.

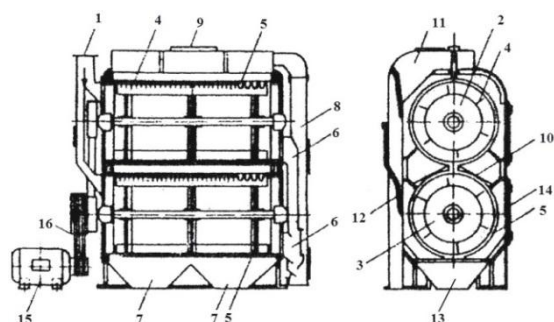


Fig. 2.37. **Descojitor dublu din gama DD**
1 – gură de alimentare; 2, 3 – rotoare; 4 – palete; 5 – mantale; 6 – racord de evacuare grâu; 7, 13 – racord de evacuare impurități; 8 – canale de aspirație; 9 – ștuț; 10 – panou; 11 – cameră de decantare; 12 – clapetă; 14 – uși de vizitare; 15 – motor electric; 16 – transmisie prin curea.

Fig. 2.37. **DD Double peeler**
1 – inlet; 2, 3 – rotors; 4 – pallets; 5 – mantles; 6 – wheat exhaust; 7, 13 – impurity outlet; 8 – suction channels; 9 – nozzle 10 – panel 11 – settling chamber; 12 – flap; 14 – Access doors; 15 – electric motor; 16 – belt drive.

Descojitorul de tip D.D. este acționat de un electromotor de 5,5 kW, la o turație de 1000 rot/min, iar capacitatea de lucru, în funcție de tip și modul de alimentare, variază între 1,5 și 6 t/h, viteza periferică a paletelor fiind cuprinsă între 16 ... 18 m/s, distanța dintre palete și suprafața din împletitură de sârmă cu secțiune pătrată este de 25 ... 30 mm, iar mantaua cilindrică are orificiile cu dimensiuni cuprinse între 1,5 ... 2 mm.

În țara noastră se fabrică descojitoare cu manta din împletitură de sârmă, având secțiune pătrată sau circulară, sau din tablă perforată, cu aspirația conectată la o rețea centralizată.

Principalele caracteristici ale acestor descojitoare sunt prezentate în *tabelul 2.3*.

Tabelul 2.3/Table 2.3

Caracteristicile tehnice ale descojitoarelor
Technical characteristics of peelers

Firma producătoare	Model	Capacitate de producție [t/h]	Putere motor [kW]	Debit de aer necesar [m ³ /min]	Masa [kg]	Dimensiuni de gabarit (mm)		
						L	H	ℓ
Ocrim, Italia	DHB	7,5	2,2	40	1650	2135	1740	920
	SIG 3010	7,5	7,5	8	490	1728	1703	700
	SIG 3013	7,5	7,5	10	560	2093	1703	700
	SIG 4013	15	15	12	590	2093	1703	700
Petkus, Germania	K 319	3	2,2	-	140	1150	580	310
	K 321	10	7,5	-	300	1570	1010	700
Cimbria, Danemarca	Delta 184	5-20	5,5-18,5	-	228	1520	661	994
Değirmencioglu, Turcia	DKS 35/60	8	7,5	-	-	780	500	1250
	DKS 45/80	14	15	-	-	980	700	1500
	DKS KCK	3 – 5	4	-	-	1600	450	1250
Satake, Australia	10 A	10	11	8	900	1721	1543	630
	20 A	20	15	12	950	2169	1524	633
Akyürek, Turcia	AWN - 053	5 – 10	4	-	280	1400	1150	490
	AWN – 054	10 – 15	5,5	-	300	1600	1150	490
	AWN - 055	15 – 20	7,5	-	420	2100	1300	490
Damas, Danemarca	Hambo D-600	0,6	7,5	-	690	1920	1450	930
	Hambo D-800	0,8	7,5	-	750	2020	1650	1130
	Kiban 86	5	4	-	310	-	-	-
	Kiban 125	10-20	11-22	-	395	-	-	-

2.3. CONCLUZII PARȚIALE

Pregătirea semințelor de cereale în vederea măcinării reprezintă un proces complex de curățare și condiționare, fiind una dintre cele mai importante faze din tehnologia de obținere a făinurilor de calitate.

După recepția cantitativă și cea calitativă (operații obligatorii în orice unitate de morărit) semințele de cereale vor fi depozitate în silozuri, pe cât posibil în loturi separate, caracterizate prin valori apropiate ale indicilor calitativi.

Depozitarea semințelor de cereale în magazii sau silozuri trebuie monitorizată constant, deoarece, până la prelucrare, în masa de boabe pot apărea modificări negative ale indicilor calitativi, transformări care atrag pierderi și produc efecte nefaste asupra făinurilor obținute.

După recoltare, în masa de semințe de cereale se regăsesc o serie de corpuri străine, a căror eliminare este obligatorie înainte de procesarea acestora.

În prezent, pentru eliminarea impurităților din masa de semințe de cereale se folosesc utilaje care realizează separarea pe baza diferențelor proprietăților dimensionale și aerodinamice, separatoare magnetice, trioare cilindrice care realizează separarea fracțiilor funcție de lungime, trioare spirale și separatoare densimetrice care înlătură corpurile străine funcție de masa volumică a acestora.

Pentru eliminarea impurităților de pe suprafața boabelor se foloseau inițial mașini de spălat, însă din cauza consumului mare de apă și a efectelor negative asupra mediului, în prezent operația de spălare a fost înlocuită cu mașini de periat, utilaje pentru descojire, instalații de umectat sau coloane de condiționare.

Valorile indicilor calitativi ai produselor finite obținute în urma măcinării nu depind doar de caracteristicile fizico – chimice inițiale ale semințelor de cereale, ci variază și în funcție de procesele de curățare și condiționare la care au fost supuse.

Cercetătorii au demonstrat că indiferent de metoda de condiționare aplicată boabelor de grâu, conținutul de gluten umed se modifică.

Marile companii specializate în producția de utilaje destinate curățării și condiționării semințelor de cereale au rezolvat în mare parte problemele legate de îndepărtarea corpurilor străine din masa de boabe, însă pentru înlăturarea impurităților de pe suprafața semințelor și tratarea hidrotermică a acestora în scopul îmbunătățirii proprietăților mecano - structurale și biochimice a boabelor este necesară continuarea cercetărilor în acest domeniu.

Datorită interesului crescut al consumatorilor pentru o alimentație sănătoasă și echilibrată, procesul de condiționare al boabelor de cereale trebuie exploatat la maxim în vederea obținerii făinurilor cu indici calitativi cât mai ridicați, pentru a minimiza astfel corecțiile cu ajutorul aditivilor alimentari.

În vederea alegerii variantei optime în ceea ce privește linia tehnologică din cadrul unei secții de curățare și condiționare a semințelor de grâu destinate măcinării și reglarea corectă a parametrilor de funcționare ai utilajelor din cadrul fluxului de prelucrare, trebuie să se țină cont de:

- capacitatea de lucru a morii;

- caracteristicile fizico-chimice ale semințelor de grâu;
- productivitatea utilajelor din linia de curățare-condiționare se impune a fi cu 10 ... 25 % mai mare decât capacitatea de măcinare a morii;
- linia tehnologică de prelucrare a semințelor de grâu trebuie să cuprindă trei părți distincte:
 - curățatorie neagră (îndepărtarea impurităților nefurajere);
 - condiționare;
 - curățatorie albă.
- natura impurităților regăsite în masa de semințe (de exemplu, dacă se pregătește un lot de semințe care nu conține mazărice, neghină sau spărturi operația de triorare nu mai este necesară);
- procentul de corpuri străine din masa de semințe (în cazul în care conținutul de impurități din masa de boabe este ridicat, procesul de curățare trebuie să fie mai intens și în consecință, schema tehnologică trebuie să conțină un număr mai mare de utilaje pentru curățare);
- regimul de măciniș adoptat (dacă urmează să se producă făină albă în extracție ridicată, atunci în pregătirea semințelor de cereale trebuie să se pună accentul pe tratamentul hidric în mai multe trepte, pe descojiri repetate și aspirație intensă).

**PARTEA A II-A
CERCETĂRI PROPRII**

***PART II
OWN RESEARCH***

CAPITOLUL III SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRILOR

CHAPTER III PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE RESEARCH

3.1. SCOPUL ȘI IMPORTANȚA CERCETĂRILOR

Procesul de condiționare constă în prelucrarea boabelor de grâu prin diferite metode în vederea producerii unor transformări mecano-structurale și biochimice în bobul de grâu sau a activității fermenților, în scopul îmbunătățirii indicilor calitativi ai semințelor de cereale și însușirilor de panificație ale făinii.

Prin studierea operației de condiționare a semințelor, cercetătorii au încercat să stabilească influențele exercitate de acest proces asupra boabelor de grâu și a făinii obținute din acestea, însă până în momentul actual nu s-a reușit determinarea cu exactitate a rețetei condiționării.

Cercetările efectuate pe plan național și internațional nu au epuizat toate aspectele care ar trebui luate în considerare în cadrul procesului de condiționare a boabelor de cereale, fapt ce impune continuarea acestor cercetări prin studierea unor tehnologii moderne ale acestui proces.

Operația de condiționare a semințelor de cereale influențează în mare parte procesul tehnologic de măcinș, gradul de extracție, conținutul de substanțe minerale al făinii, separarea germenilor, și într-o anumită măsură, însușirile de panificație ale făinii, motiv pentru care **scopul tezei de doctorat a fost acela de a determina variațiile indicilor calitativi ai boabelor de grâu funcție de metoda de prelucrare și de a stabili un regim de lucru optim al mașinilor și instalațiilor din componența liniilor tehnologice de condiționare a grâului în vederea măcinării.**

3.2. OBIECTIVELE CERCETĂRILOR

Tehnologiile moderne de prelucrare a boabelor de grâu, în condițiile economiei de piață, presupun valorificarea superioară a materiei prime în scopul obținerii de produse cu valoare nutritivă ridicată la costuri de producție cât mai mici.

Analizând structura bobului de grâu și compoziția chimică a diverselor părți anatomice ale acestuia se constată faptul că stratul de endosperm cu cea mai mare concentrare de vitamine, enzime, substanțe minerale, componente nutritive esențiale pentru buna funcționare a organismului uman este la limita dintre endosperm și stratul aleuronic, motiv pentru care se impune studierea procesului de condiționare a semințelor. În concluzie, pentru păstrarea elementelor valoroase din bobul de grâu trebuie urmărit îndeaproape procesul de descojire și regimul optim de lucru al mașinii de descojit, pentru ca în final să se obțină o făină conformă cu cerințele pieței.

Condiționarea este un proces important din cadrul unităților de morărit deoarece ea desăvârșește operațiile de înlăturare a prafului mineral de pe suprafața boabelor, odată cu înlăturarea unor straturi anatomice periferice ale bobului de grâu, parțial a embrionului, reduce încărcarea microbiană și, prin pătrunderea apei în bob coeziunea acestuia se

slăbește. În urma modificării structurii interne a semințelor, operația de condiționare duce și la reducerea consumului energetic necesar în procesul de măcinare.

De asemenea, prin condiționare, datorită îmbunătățirii însușirilor mecano-structurale, învelișul bobului se întărește, în timp ce endospermul devine mai friabil, fapt ce duce la o mai bună separare a particulelor de tărâță în momentul cernerii. Necesitatea condiționării este justificată și de faptul că făina devine mai deschisă la culoare, este mai puțin impurificată cu particule de tărâță și are un conținut mai redus de cenușă.

Din motivele enumerate anterior, care demonstrează beneficiile condiționării, se încearcă obținerea unui randament cât mai ridicat al acestei operații.

Măcinarea boabelor de cereale fără o îndepărtare a prafului și a microorganismelor care se dezvoltă pe bobul de grâu în timpul depozitării și fără descojirea învelișului exterior al bobului, duce la obținerea de făinuri necorespunzătoare din punct de vedere igienic și de culoare foarte închisă, datorită învelișurilor.

Obiectivul științific principal al tezei de doctorat constă în optimizarea procesului de lucru pentru condiționarea semințelor de grâu în vederea măcinării, studiu care se realizează cu ajutorul unei linii tehnologice de laborator.

Din acest obiectiv principal derivă următoarele direcții:

- realizarea unei linii experimentale de laborator în vederea studierii și optimizării procesului de condiționare a boabelor de grâu, linie formată din:
 - **mașină de periat;**
 - **stand pentru umectarea boabelor de grâu;**
 - **stant pentru descojirea boabelor de grâu.**
- studiul influenței diferitor parametri de funcționare ai mașinii de periat asupra structurii bobului de grâu;
- optimizarea procesului de lucru al mașinii de periat;
- studiul influenței umidității semințelor asupra efectului tehnologic al procesului de condiționare;
- studiul influenței timpului de staționare a boabelor în instalația de condiționare și a timpului de odihnă asupra efectului tehnologic;
- studiul privind modul de umectare a grâului, și anume tratarea cu apă în sistem convențional și în sistem neconvențional, asupra efectului tehnologic;
- studiul influenței temperaturii apei din instalația de umectare asupra indicilor calitativi ai boabelor de grâu;
- studiul caracteristicilor constructive ale descojitorului;
- studierea influenței diferitor parametri de funcționare ai descojitorului asupra semințelor de cereale, în special asupra învelișului bobului de grâu;
- optimizarea procesului de lucru al standului de descojit;
- studiul influenței parametrilor de funcționare ai instalației de condiționare asupra însușirilor mecano-structurale și biochimice ale bobului de grâu;
- optimizarea procesului de lucru pentru condiționarea semințelor de cereale în vederea măcinării;

CAPITOLUL IV MATERIAL ȘI METODĂ

CHAPTER IV MATERIALS AND METHODS

Pentru acest studiu s-a folosit grâu din soiul *Glossa* din producția agricolă a anului 2014 din zona județului Iași, de pe raza comunelor Hălăucești și Mogoșești-Siret. Prelevarea și eșantionarea probelor de grâu s-au realizat folosind metoda înscrisă în *SR ISO 13690/2001*, grâul recepționat fiind uniformizat și depozitat în vederea efectuării cercetărilor asupra procesului de lucru al utilajelor din componența liniei tehnologice de condiționare.

După omogenizarea probelor de grâu a rezultat o materie primă având caracteristicile prezentate în *tabelul 4.1*.

Tabelul 4.1/Table 4.1

Caracteristicile fizico-chimice a lotului de grâu utilizat în cercetările experimentale *Physico-chemical characteristics of the wheat batch used in experimental research*

Indicii calitativi		UM	Soiul de grâu:
			<i>Glossa</i>
Umiditatea		%	13,8
Masa volumică		kg/hl	81,6
Corpuri străine	albe	%	1
	negre	%	0,5
Gluten umed		%	24,4
Indicele de deformare		mm	3,7
Conținutul de proteină		%	11,56
Conținutul de cenușă		%	1,654
Indicele de cădere		sec.	312
Aciditate		grade	4,0

4.1. METODELE ȘI APARATURA FOLOSITE PENTRU ANALIZĂ

În vederea stabilirii indicilor fizico-chimici ai semințelor de grâu utilizate în experiențe s-au efectuat analize în cadrul Laboratorului de Control al Calității Nutrețurilor, aparținând Facultății de Zootehnie a Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași.

Determinarea caracteristicilor senzoriale constă în aprecierea culorii, aspectului, mirosului și gustului (*STAS 6253, 1980*).

Examinarea culorii se realizează vizual constatându-se culoarea specifică boabelor de grâu sau prezența petelor de culoare diferită față de cea normală. În general, semințele de cerealele care au suferit procese de autoîncingere, fără a atinge un stadiu avansat, își modifică culoarea.

În *tabelul 4.2* sunt prezentate metodele și aparatura folosită pentru analiza probelor de grâu, înainte și după condiționare.

Metode și aparate de analiză a indicilor de calitate ai grâului utilizate în experiențe
Methods and apparatus for analyzing wheat quality indices used in experiments

Nr. crt.	Indicatorul de calitate	UM	Metoda de determinare	Aparatura folosită
1	Caracteristici	-	Metoda organoleptică	-
2	Umiditatea	%	SR EN ISO 712:2010	Etuvă
3	Masa hectolitrică	kg/hl	SR EN ISO 7071-1:2010	Balanță hectolitrică
4	Conținutul de corpuri străine	%	SR ISO 7970/2001	Set de ciururi
5	Conținutul de cenușă	%	SR EN ISO 2171:2010	Cuptor de calcinare
6	Conținutul de proteină	%	SR EN ISO 20483:2014	Instalație Kjeldahl
7	Glutenul umed	%	SR EN ISO 21415-3:2007	Etuvă
8	Indicele de deformare al glutenului	mm	SR 90-2007	Termostat
9	Indicele de cădere	sec	SR EN ISO 3093/2010	Aparatul Falling Number

Examinarea aspectului boabelor de grâu se face vizual și are în vedere și starea suprafețelor exterioare ale acestora.

Examinarea mirosului semințelor se face inspirând aer din spațiile intergranulare ale probei. Pentru accentuarea mirosurilor, proba se încălzește utilizând apa caldă la circa 60°C și se acoperă cu o sticlă de ceas, iar după câteva minute se analizează mirosul.

Examinarea gustului se face efectiv prin mestecarea câtorva boabe de cereale. Prezența unui gust acru sau amar relevă o păstrare neconformă, în timpul căreia s-au produs fie descompuneri, fie degradări ale componentelor chimice din semințele analizate.

Gustul amar poate fi datorat unei depozitări necorespunzătoare și a dezvoltării microflorei cerealelor ca rezultat al creșterii umidității și temperaturii boabelor.

Prezența și dezvoltarea unor dăunători ca acarienii, insecte ca gărgărițele, gândacii, pot imprima gusturi neplăcute cerealelor.

Determinarea conținutului de impurități (SR ISO 7970/2001) constă în separarea impurităților prin cernere și gruparea acestora pe categorii.

Impuritățile se găsesc în masa de cereale sub formă de particule independente, de dimensiuni mai mari decât boabele de cereale, asemănătoare cu boabele sau mai mici decât acestea. Ele se mai găsesc și sub formă de praf liber sau aderent la suprafața boabelor împreună cu o microfloră specifică cerealelor. Prafurile aderente și microflora sunt localizate în special în bărbița și șanțulețul bobului (*Costin I., 1983*).

Impuritățile de natură organică se împart în două categorii: impurități care au influență asupra sănătății consumatorilor, numite și "impurități vătămătoare", și impurități care influențează negativ numai produsele finite – făina și crupele.

Dintre impuritățile de natură minerală numai cioburile de sticlă și așchiile metalice sunt vătămătoare, restul fiind considerate ca nevătămătoare, dar cu influențe negative asupra indicilor de calitate ai produselor finite.

Impuritățile din masa de cereale pot fi constituite din alte plante de cultură diferite celei de bază, semințe de buruieni, pământ, pietre, nisip, fragmente de spice și paie, spărturi din cereale de bază, resturi de ambalaje din hârtie sau materiale textile, etc.

Conform literaturii de specialitate, impuritățile din masa de cereale se clasifică în:

- impurități negre sau corpuri străine negre;
- impurități albe sau corpuri străine albe;
- impurități metalice.

În România, recepția calitativă este realizată de personal autorizat de Comisia Națională de Gradare a Semințelor de Consum și are scopul să evidențieze cât mai corect indicii calitativi ai lotului de cereale, indici care trebuie să se încadreze în Planul de Gradare realizat conform *SR ISO 7970/2001*.

În cazul grâului, în categoria impurităților negre intră: tot ce trece la cernere prin ciurul din tablă perforată cu orificii de 1,5 mm, de formă rotundă, corpurile minerale (pietriș, nisip, pământ), corpuri organice (pleavă, părți de tulpină, frunze, insecte moarte), boabe de grâu și de alte plante de cultură putrezite, încinse, mucegăite, cu endospermul alterat sau complet mâncat de insecte, semințele altor plante de cultură în afară de secară, orz, ovăz, impurități vătămătoare (neghina, cornul secarei, boabe atacate de tăciune și de mălură, semințe de muștar sălbatic), semințele altor buruieni.

Impuritățile albe sunt compuse din spărturi de grâu sau alte plante de cultură admise, mai mici decât jumătatea bobului, semințele unor plante de cultură (secară, orz și ovăz), semințe din cereale de bază sau unele plante de cultură admise, arse, seci, strivite, șiștave, încolțite.

Impuritățile metalice apar accidental în masa de boabe fiind formate din așchii metalice, șuruburi, șaibe, piulițe desprinse în timpul recoltării, curățării sau transportului. Îndepărtarea acestor fragmente nedorite din masa de cereale se realizează cu ajutorul separatoarelor magnetice.

Determinarea conținutului de impurități al cerealelor se face prin cernerea acestora prin ciururi (*fig. 4.1*) a căror orificii depind de semințele de cereale analizate și prin alegerea impurităților cu o pensetă.

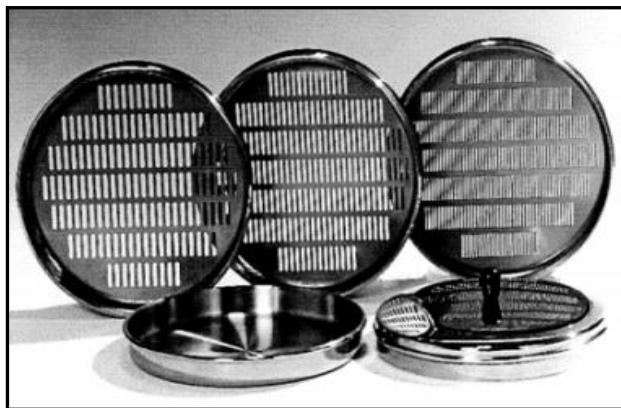


Fig. 4.1. Ciururi pentru determinarea conținutului de impurități al cerealelor

Fig. 4.1. Sieves for determining the impurity content of cereals

Impuritățile, separate pe categorii, se cântăresc la o balanță tehnică, iar rezultatul se exprimă cu o zecimală.

Determinarea masei volumice sau a „masei hectolitrică” se realizează prin măsurarea cantității de boabe din volumul unui litru.

Masa volumică se determină conform *SR EN ISO 7971-:2010*, utilizându-se balanța

hectolitrică prezentată în figura 4.2.

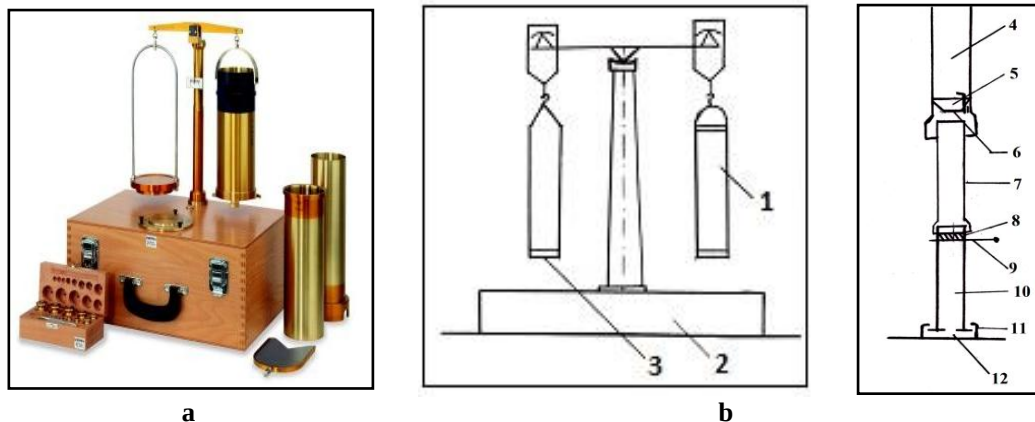


Fig. 4.2. **Balanța hectolitrică:** **a** – vedere generală; **b** – schema constructivă: 1 – cilindru cu volum etalonat; 2 – balanța hectolitrică; 3 – taler pentru greutateți; 4 – cilindru cu pâlnie; 5 – pâlnie tronconică; 6 – clapetă; 7 – cilindru intermediar; 8 – disc; 9 – cuțit; 10 – cilindru cu volum etalonat; 11 – piesă de fixare; 12 – orificiu cilindric.

Fig. 4.2. **The hectoliteric balance:** **a** - general view; **b** - construction scheme: 1 - calibrated volume cylinder; 2 - hectoliteric balance; 3 - weights for weight; 4 - cylinder with funnel; 5 - truncated funnel; 6 - flap; 7 - intermediate cylinder; 8 - disk; 9 - knife; 10 - cylinder with calibrated volume; 11 - fixing piece; 12 - cylindrical hole.

Calitatea semințelor de cereale se cuantifică funcție și de alți indici precum: **masa relativă** a 1000 de boabe și **masa absolută** a 1000 de semințe. Aceste caracteristici ale semințelor se determină conform *SR EN ISO 520/2011*.

Masa relativă a 1000 de boabe și cea absolută conferă o apreciere mai exactă asupra mărimii semințelor de cereale deoarece depind de mai puțini factori de influență.

Determinarea sticlozității se realizează conform *SR EN ISO 6283/2-84/1984* și are ca scop observarea boabelor de grâu secționare și stabilirea gradului de sticlozitate. Această proprietate a semințelor cuantifică transluciditatea și sticlozitatea unei particule în secțiune transversală.

Aprecierea exactă a sticlozității se poate realiza prin două metode:

a) examinarea cu ochiul liber a boabelor secționare cu lama, bisturiul sau farinotomul, acesta din urmă fiind prezentat în figura 4.3.

b) examinare la diafanoscop a boabelor întregi.



Fig. 4.3. **Farinotom**

Fig. 4.3. **Farinotom**

Sticlozitatea se exprimă în procente și se calculează cu relația (4.3):

$$\text{Sticlozitate} = A + \frac{B}{2} \times \frac{100}{50} [\%] \quad (4.3)$$

în care: A - boabe complet sticloase; B - boabe parțial sticloase; 50 – număr de boabe utilizate în determinare

Pentru ca măsurătorile să fie relevante, determinările trebuie repetate de minim trei ori, iar rezultatul îl reprezintă media aritmetică a tuturor valorilor obținute.

Rezultatul se exprimă în numere întregi. Se execută trei determinări în paralel iar ca rezultat final se ia media lor aritmetică, dacă diferența între cele trei valori procentuale nu depășește 3% în valoare absolută, ca rezultat se ia media aritmetică a celor șase rezultate.

În urma clasificării făcute de IBA București (IBA, 2014), grâul se clasifică în grupele arătate în *tabelul 4.3*.

Tabelul 4.3/Table 4.3

Calitatea grâului în funcție de sticlozitate
Wheat quality according to glassiness

Foarte bună	Bună	Satisfăcătoare	Nesatisfăcătoare
Peste 70 %	51-70 %	30-70 %	Sub 30 %

În cadrul cercetărilor experimentale din prezenta lucrare, pentru măcinarea probelor de grâu în vederea analizării acestora, a fost folosită o moară de laborator produsă de firma Retsch, model Grindomix GM 200 din dotarea laboratorului de control al calității nutrețurilor din cadrul UȘAMV Iași (*fig. 4.4.*).



Fig. 4.4. Moară de laborator Grindomix 200, realizată de firma Retsch: 1 – capac; 2 – bol pentru măcinare; 3 – buton pentru reglarea turației; 4 – buton pentru reglarea timpului de măcinare.

Fig. 4.4. Grindomix 200 laboratory mill, made by Retsch: 1 – cover; 2 – grinding bowl; 3 – speed adjustment button; 4 – button for adjusting grinding time.

Moara de laborator folosită pentru măcinarea grâului are subansamble sterilizabile, astfel încât probele nu vor fi influențate la intrarea în contact cu recipientul sau cu organul activ de mărunțire din dotarea morii.

Deși este de dimensiuni reduse, are capacitatea de a prelucra prin tăiere atât materiale moi sau cu duritate medie cât și particule tari (fibroase sau uscate). Un alt avantaj al morii de laborator îl reprezintă posibilitatea reglării turației cuțitului de la 2000 [rot/min] la 10000 [rot/min].

Este prevăzută cu două lame robuste și un motor puternic pentru omogenizarea probelor cu conținut mare de apă, ulei sau grăsimi dar și măcinarea substanțelor uscate, moi sau cu duritate medie.

Determinarea glutenului umed se efectuează în șrot integral conform *SR EN ISO 21415-2/2008*. Principiul determinării constă în măcinarea probei (cu masa de 25 grame), stabilirea umidității acesteia și ulterior aluatul obținut prin frământare cu clorură de sodiu se spală circa 30 de minute.

Pentru analiza glutenului umed se urmează etapele procedurale descrise în ordinea efectuării lor în figura 4.5.

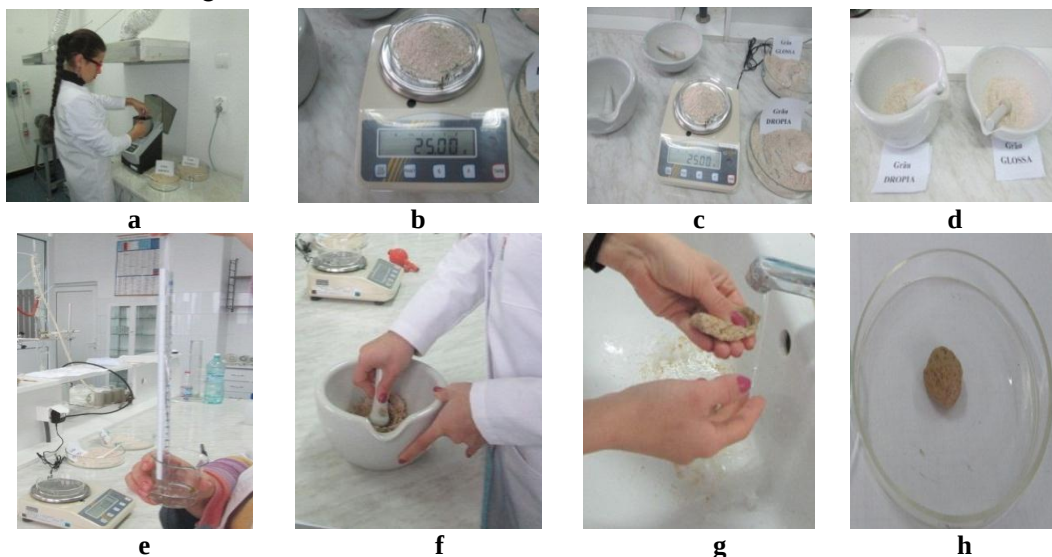


Fig. 4.5. **Etapile parcurse pentru determinarea conținutului de gluten umed:** a – măcinarea probelor; b, c – cântărirea probelor; d – introducerea probelor în mojar; e – adăugarea clorurii de sodiu; f – frământarea aluatului; g – spălarea glutenului; h – obținerea sferei de gluten ce urmează a fi cântărită.

Fig. 4.5. **Steps to determine wet gluten content:** a – grinding of samples; b, c – weighing of samples; d – introduction of samples in mortars; e – addition of sodium chloride; f – kneading the dough; g – gluten washing; h – obtaining the gluten sphere which must be weighed.

Sfera zvântată se cântărește, iar valoarea glutenului umed (G_{umed}) se calculează conform relației (4.4).

$$G_{umed} = \frac{m_g}{m} \times 100 [\%] \quad (4.4)$$

în care: m_g - masa glutenului, în grame; m – masa probei inițiale, în grame.

În tabelul 4.4 sunt prezentate rezultatele obținute în laborator la determinarea glutenului umed.

Tabelul 4.4/ Table 4.4

Rezultatele determinărilor pentru conținutul de gluten umed
Determinations results for wet gluten content

Număr determinare	Soiul de grâu Glossa			
	$m_{placă}$, g	$m_{probă}$, g	m_g , g	Gluten umed, %
I	104,63	25	6,12	24,5
II	90,25	25	6,07	24,3
Media				24,4

Indicele de deformare este o caracteristică esențială în aprecierea calității de panificație a grâului. Acest indice este în strânsă legătură cu capacitatea glutenului de a se deforma. Calculul indicelui de deformare se realizează prin urmărirea modificării formei sferei de gluten în urma termostatării în decursul unei ore, la temperatura de 30°C.

Metoda de analiză este descrisă în STAS 90/1988, iar în vederea efectuării calculului propriu-zis al indicelui de deformare se urmează procedura conform etapelor surprinse în

figura 4.6.

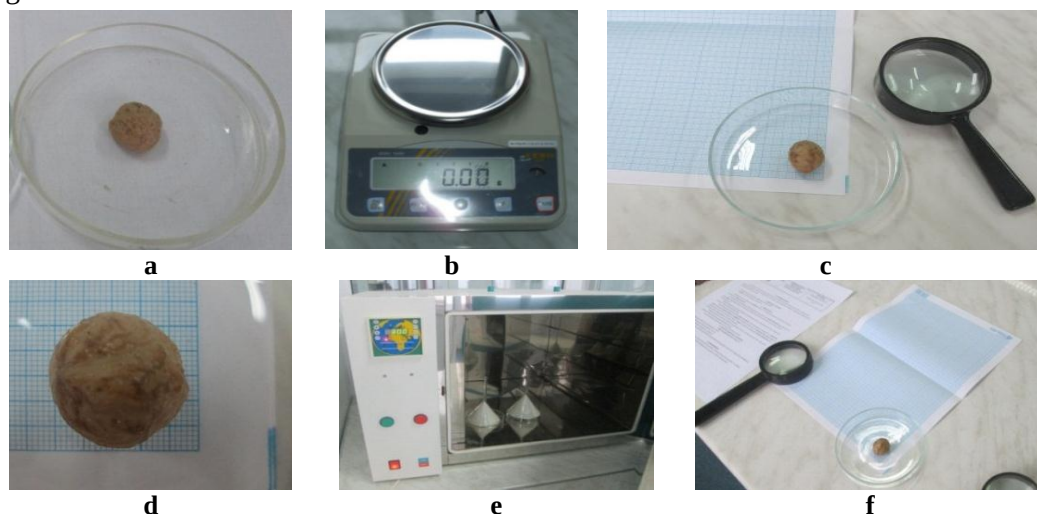


Fig. 4.6. Etapele determinării indicelui de deformare a glutenului

a, b – cântărirea sferei de gluten umed; **c, d** – măsurarea diametrului inițial; **e** – introducerea sferei de gluten umed în etuvă; **f** – măsurarea diametrului final.

Fig. 4.6. Steps to determine the gluten deformation index

a, b – weighing the wet gluten sphere; **c, d** – measurement of the initial diameter; **e** – introduction of the wet gluten sphere in the oven; **f** – measurement of the final diameter.

Proba de gluten este măsurată cu ajutorul unei hârtii milimetrice atât înainte de termostatare, cât și după, iar valoarea indicelui de deformare este reprezentată prin diferența dintre diametrul final și cel inițial. Măsurarea dimensiunilor se realizează în milimetri, în plan orizontal și pe două direcții perpendiculare. Procedura din STAS stipulează efectuarea a două măsurători, iar rezultatul final va fi media aritmetică a celor două determinări.

Indicele de deformare (I_d) se calculează cu relația (4.5):

$$I_d = d_f - d_i \quad (4.5)$$

în care: d_i - diametrul inițial în mm; d_f - diametrul final, în mm.

Rezultatele se exprimă cu o zecimală.

Rezultatele determinărilor indicelui de deformare al glutenului pentru grâul utilizat în cercetările prezentei lucrări sunt prezentate în *tabelul 4.5*.

Tabelul 4.5/Table 4.5

Rezultatele determinărilor indicelui de deformare a glutenului
Determinations results of gluten deformation index

Număr determinare	Soiul de grâu Glossa				
	d_{i1}	d_{i2}	d_{f1}	d_{f2}	I_d
I	26,1	24,9	29,5	28	3,25
II	25,7	24,5	29,4	29,1	4,15
Media					3,7

Determinarea conținutului de cenușă poate fi realizată prin trei metode:

- lentă;
- rapidă cu spirt: necesită calcinare timp de 4 ore la o temperatură de 750°C, iar

cantitatea de probă să fie de 2-3 grame;

- c) rapidă prin calcinare: pentru această metodă, proba de 3-4 grame este supusă și menținută timp de două ore unei temperaturi de 900-920°C.

În vederea determinărilor pentru stabilirea conținutului de cenușă s-a utilizat un cuptor de calcinare prezentat în figura 4.7.



Fig. 4.7. Cuptor de calcinare

Fig. 4.7. Calcination furnace

Stabilirea conținutului de cenușă pentru probele de grâu rezultate în urma procesului de pierdere s-a realizat conform SR EN ISO 2171, folosindu-se metoda lentă.

Cenușa reprezintă conținutul procentual în substanțe minerale și impurități minerale dintr-un produs.

Conținutul de cenușă se calculează cu relația (4.6) și reprezintă procentul de substanțe și impurități minerale dintr-un produs.

$$C = \frac{(m - m_0)}{m} \times 100 [\%] \quad (4.6)$$

unde: m - masa inițială a probei, în grame; m_0 - masa probei calcinate, în grame.

Determinarea conținutului de proteină se realizează conform SR EN ISO 20483/2014 prin metoda.

Metoda Kjeldahl nu măsoară într-un mod direct conținutul de proteină, ci utilizează un factor de conversie (pentru cereale factorul de conversie "F"=5,7).

Calculul conținutului de proteină brută s-a efectuat cu ajutorul relației (4.7):

$$P_b = \frac{(n_1 \times f_1 - n_2 \times f_2)}{m_p} \times 100 [\%] \quad (4.7)$$

unde: n_1 - valoarea în mL a soluției H_2SO_4 ; f_1 - factorul soluției H_2SO_4 ; n_2 - cantitatea de soluție NaOH; f_2 - factorul soluției NaOH; m_p - masa probei, în grame.

Rezultatele obținute în privind conținutul de proteină sunt prezentate în tabelul 4.6.

Tabelul 4.6/ Table 4.6

Rezultatele analizelor de laborator privind conținutul de proteină a boabelor de grâu din soiul Glossa
Results of laboratory tests on the protein content of Glossa variety wheat grains of the

Număr de determinări	Soiul de grâu	n_1	f_1	n_2	f_2	Coef.	Factor de transformare	m_p	P_b , %
1	Glossa	25	1,01435	12,15	1,03769	0,0014	5,7	1,0031	10,14
2		25	1,01435	12,1	1,03769	0,0014	5,7	1,0024	10,19
3		25	1,01435	12,15	1,03769	0,0014	5,7	1,0003	10,17

Etapele de lucru pentru stabilirea conținutului de proteină al grâului utilizat în

cercetări prin metoda Kjeldahl sunt prezentate în detaliu în tabelul 4.7.

Tabelul 4.7/Table 4.7

Etapele de lucru pentru determinarea conținutului de proteină
Working steps for protein content determination

1. Mineralizarea	
	
1 g de probă măcinată se pune în fiole pentru mineralizare împreună cu 25 cm ³ de acid sulfuric concentrat, la care se adaugă 10 g de catalizator. Mineralizarea se consideră terminată în momentul în care soluția din fiolă devine limpede cu o culoare verde-albăstrui fără puncte negre.	
2. Distilarea	
	Etapă în care azotul din proba mineralizată este captat într-o soluție de acid sulfuric cu normalitate cunoscută de n/10. În aparatul de distilat, peste proba mineralizată se adaugă câteva picături de fenolftaleină și de hidroxid de sodiu 34% în cantitate de 2-3 ori mai mare decât mărimea probei.
3. Titrarea	
	Ultima etapă în care proba din paharul de colectare se titrează cu o soluție de NaOH n/10, până la punctul de echivalență în care culoarea virează de la roșu la galben pai.

Determinarea activității enzimatice se realizează conform *SR EN ISO 3093/2010* cu ajutorul indicelui de cădere și are la bază o metodă care presupune gelatinizarea rapidă a unei suspensii de făină într-o baie de apă fierbinte și măsurarea timpului necesar lichefierii acestuia de către α -amilază. Acest timp reprezintă indicele de cădere sau „Falling number” și se exprimă în secunde

Metoda de lucru pentru determinarea indicelui de cădere este prezentată în *fig. 4.8*.



Fig. 4.8. Metoda de lucru pentru determinarea activității enzimatice (Perten Instruments, 2014)

Fig. 4.8. Working method for the determination of enzymatic activity (Perten Instruments, 2014)

Metoda este utilizată în special în anii agricoli în care s-au înregistrat cantități excedentare de precipitații, deoarece prin măsurarea indicelui de cădere se indică gradul de încolțire al grânelor.

Încolțirea cerealelor înaintea recoltării reprezintă unul din subiectele diferitelor simpozioane, reliefând efectele enzimelor în timpul germinării și, de asemenea, influența în industriile de morărit și panificație și a berii.

Influența valorilor cifrei de cădere este prezentată în *tabelul 4.8*.

Tabelul 4.8 /Table 4.8

Valori ale indicelui de cădere și influența lor asupra făinii

(MultiLab România, 2014)

Fall index values and their influence on flour

(MultiLab România, 2014)

FN, [sec]	Activitatea amilazică	Efecte
60 ÷ 150	Crescută	Datorită boabelor germinate se va obține o făină de proastă calitate, iar pâinea va avea un miez necopt și lipicios. Făina rezultată în acest caz poate fi utilizată doar dacă este amestecată cu făinuri de înaltă calitate într-o proporție corespunzătoare
150 ÷ 220	Superioară activității normale	Și în acest caz făina obținută necesită amestecare cu făinuri obținute din boabe de grâu cu indice de cădere crescut.
220 ÷ 280	Normală.	Se obțin produse conforme
> 280 ÷ 300	Slabă	O slabă activitate amilazică determină obținerea unei făini neconforme, pâinea rezultată nefiind dezvoltată corespunzător.

Aparatul Falling Number (*fig. 4.9.*) este un sistem nou, capabil să lucreze două probe în paralel. Rezultatele celor două probe paralele sunt afișate pe un display situat în partea dreaptă a unității de amestecare. Noul sistem încorporează câteva elemente de siguranță noi, precum și un design îmbunătățit.

Acest dispozitiv măsoară activitatea alfa-amilazei existente în făină, pentru a evalua starea de deteriorare și pentru standardizarea produsului. Valoarea obținută este deosebit de importantă pentru industria de panificație.



Fig. 4.9. Aparat Falling Number pentru măsurarea indicelui de cădere
(Perten Instruments, 2014)

Fig. 4.9. Falling Number device for measuring the fall index
(Perten Instruments, 2014)

Determinarea conținutului de boabe sparte și a conținutului de înveliș descojit s-a realizat prin prelevarea unei probe de 100 de grame de boabe de grâu după fiecare experiență realizată.

Ulterior, probele au fost alese manual, fiind separate boabele sparte de cele întregi și bucățile de înveliș descojit, iar apoi spărtura și părțile de înveliș au fost cântărite cu ajutorul unui cântar electronic de tip MH-200 cu precizie de 0,01 g (fig. 4.10) și cu o termobalanță electronică de tip LSC 60 (fig. 4.11).



Fig. 4.10. **Cântar electronic MH-200**
Fig. 4.10. *Electronic balance MH-200*



Fig. 4.11. **Termobalanță LSC 60**
Fig. 4.11. *Thermobalance LSC 60*

Determinarea acidității s-a realizat conform STAS 90/1988 prin metoda suspensiei în apă, care a presupus: extractul apos al probelor analizate s-a titrat cu o soluție de hidroxid de sodiu 0,1n în prezența fenolftaleinei (soluție alcoolică 1%).

Formula de calcul a acidității este următoarea:

$$A = \frac{V \times 0,1 \times 1,03769}{m} \times 100 \text{ [grade]} \quad (4.8)$$

unde: V reprezintă volumul soluției de hidroxid de sodiu 0,1 n folosit la titrare exprimat în cm³; 0,1-normalitatea soluției de hidroxid de sodiu; 1,03769 – factorul soluției reale de hidroxid de sodiu; m – masa probei luată pentru determinare, în g.

Rezultatele obținute în urma determinării acidității grâului din soiul Glossa sunt prezentate în *tabelul 4.9*.

Tabelul 4.9/*Table 4.9*

Rezultatele obținute în urma determinării acidității grâului
The results obtained from the determination of wheat acidity

<i>Numărul vasului</i>	<i>Volum hidroxid de sodiu, cm³</i>	<i>Soiul de grâu</i>	<i>Factorul real al soluției</i>	<i>Masa probei, g</i>	<i>Aciditate, grade</i>
4	1,95	Glossa	1,03769	5	4,0
5	1,9	Glossa	1,03769	5	3,9

Pentru fiecare probă s-au efectuat câte două determinări.

Aciditatea (A) se exprimă în grade de aciditate, un grad de aciditate reprezentând aciditatea din 100 g de produs, care se neutralizează cu 1 cm³ hidroxid de sodiu soluție 0,1n.

Metoda completă de lucru utilizată pentru determinarea acidității este prezentată cronologic pe etape în *tabelul 4.10*.

Tabelul 4.10/ Table 4.10

Metoda de lucru utilizată pentru determinarea acidității

Working method used to determine acidity

Nr. crt.	Ilustrarea etapelor analizei	Metoda de lucru
1		Într-un vas Erlenmeyer s-au introdus 5 g de măcinătură cântărită cu precizie de 0,01 g.
2		În vederea obținerii extractului apos s-au adăugat 50 cm ³ de apă distilată și s-a agitat totul timp de 10 minute. După omogenizare s-au adăugat 4 picături de fenolftaleină.
3		Pentru stabilirea gradului de aciditate, soluția s-a titrat cu hidroxid de sodiu 0,1n până a apărut culoarea roz, care a persistat un minut.

După stabilirea variantelor experimentale și efectuarea încercărilor cu ajutorul descojitorului proiectat și realizat în cadrul prezentei lucrări, s-au prelevat probe după fiecare experiență și ulterior acestea au fost analizate individual. Cercetările realizate au urmărit stabilirea cantității de înveliș descojit și al procentului de boabe sparte, după cum se observă în *fig. 4.12*.



Fig. 4.12. Determinarea conținutului de boabe sparte și a cantității de înveliș descojit

Fig. 4.12. Determination of broken grain content and quantity of peeled husk

4.2. APARATURA FOLOSITĂ ÎN CERCETĂRILE EXPERIMENTALE

4.2.1. Aparatura folosită în cercetarile experimentale privind perierea grâului

Pentru realizarea experiențelor s-a folosit un stand experimental, proiectat și realizat în scopul studierii procesului de periere a boabelor de grâu și de a optima parametrilor constructiv-funcționali, în vederea îmbunătățirii indicilor calitativi ai semințelor de cereale, respectiv ai făinii obținute după măcinarea acestora.

Schema constructivă a aparatului pentru periat, care a stat la baza executării utilajului, este prezentată în *fig. 4.13*.

Pentru proiectarea standului experimental s-au luat în considerare în primul rând condițiile pe care acesta trebuie să le îndeplinească:

- să prelucreze cantități mici de produs;
- să permită schimbarea parametrilor procesului de lucru care influențează efectul tehnologic al operației;
- să aibă o construcție simplă;
- să fie realizat din subansambluri demontabile pentru a permite schimbarea cu ușurință a elementelor componente în vederea modificării parametrilor procesului de lucru;
- motorul utilajului să fie echipat cu un variator de turație; forma tobei interioare să fie una tronconică pentru a se putea asigura transportul boabelor de la punctul de alimentare până la evacuare;
- valoarea unghiului (θ) format de generatoarea tobei tronconice cu orizontala este invers proporțional cu timpul de staționare a boabelor în utilaj, astfel timpul de ședere al semințelor în aparat scade odată cu mărirea unghiului θ , fapt ce impune stabilirea unei valori exacte a acestuia pentru obținerea unui efect tehnologic cât mai crescut;
- axa periiilor din componența mașinii trebuie să fie paralelă cu generatoarea mantalei tronconice, pentru a se asigura un efect tehnologic uniform pe întreg traseul

parcurs de boabe în interiorul utilajului și pentru a se reduce riscul vătămării semințelor de grâu;

- în timpul funcționării, pentru obținerea unui proces tehnologic eficient al standului, periile trebuie să se afle în contact permanent cu suprafața interioară a sitei perforate;

- în vederea eliminării prafului din masa de boabe, și pentru ca particulele minerale să nu fie eliminate în mediul înconjurător, utilajul trebuie să fie racordat la un sistem de aspirație.

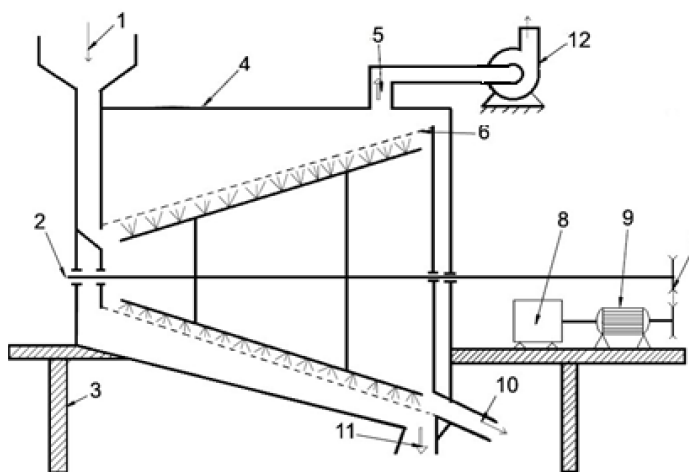


Fig. 4.13. **Schema constructivă a aparatului pentru periat grâu:** 1 – racord de alimentare; 2 – rotor cu peri; 3 – batiu; 4 – carcasă; 5 – canal de aspirație; 6 – manta din tablă perforată; 7 – transmisie prin curea; 8 – convertizor de turație; 9 – electromotor; 10 – gură de evacuare semințe curățate; 11 – gură de evacuare impurități.

Fig. 4.13. Construction scheme of the wheat brushing device: 1 – supply connection; 2 – rotor with blades; 3 – frame; 4 – housing; 5 – suction channel; 6 – perforated sheet metal mantle; 7 – belt transmission; 8 – speed converter; 9 – electric motor; 10 – clean seed outlet; 11 – impurity outlet.

După realizarea schemei constructive a utilajului s-au stabilit caracteristicile dimensionale ale rotorului din componența aparatului de periat, acestea fiind prezentate în fig. 4.14.

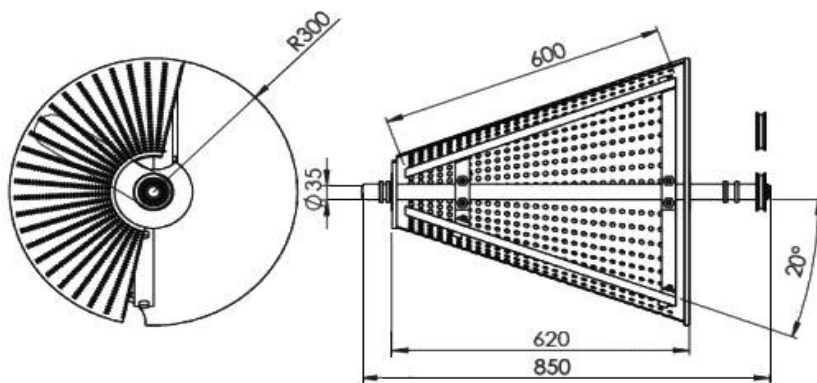


Fig. 4.14. **Dimensiunile constructive ale rotorului cu peri**

Fig. 4.14. The constructive dimensions of the rotor with brushes

Proiectarea subansamblilor din componența aparatului de periat a fost realizată cu ajutorul programului *Solid Works*, schița 3D a mantalei tronconice din componența utilajului fiind prezentată în *fig. 4.15*.

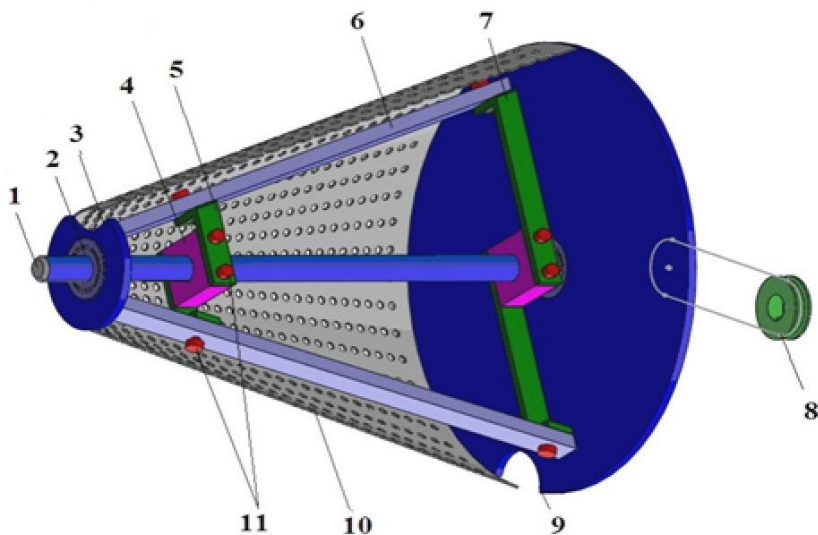


Fig. 4.15. Vedere în detaliu a unor subansambluri din construcția aparatului de periat
 1 – arbore; 2 – lagăr; 3 – disc de prindere a mantalei cu orificiu de alimentare; 4 – piesă pentru prinderea bridelor pe arbore; 5,7 – bride pentru prinderea perilor; 6 – perie; 8 – transmisie prin curea; 9 – disc de prindere a mantalei cu orificiu de evacuare a produsului; 10 – manta din tablă perforată; 11 – șuruburi de prindere.

Fig. 4.15. Detail view of some subassemblies from the brush machine
 1 – arbor; 2 – bearing; 3 – clamping disc with inlet connection; 4 – part for gripping the shaft on the stirrups;
 5,7 – clamps for holding brushes; 6 – brush; 8 – belt transmission; 9 – clamping disc with outlet connection;
 10 – perforated sheet metal mantle; 11 – clamping screws.

După stabilirea dimensiunilor subansamblilor s-a realizat fizic aparatul de laborator, în *fig. 4.16 ÷ 4.25* fiind prezentate câteva etape din construcția utilajului.



Fig. 4.16. Arborele de antrenare și batiul aparatului de periat

Fig. 4.16. Drive shaft and brush holder frame



Fig. 4.17. Discul mic al tobei tronconice prevăzut cu orificiu de alimentare

Fig. 4.17. The small disc of the tronconical drum provided with an inlet



Fig. 4.18. Discul mare al tobei tronconice prevăzut cu orificiu de evacuare

Fig. 4.18. The large disc of the tronconical drum provided with an outlet



Fig. 4.19. Piese pentru fixarea bridelor pe arbore

Fig. 4.19. Parts for fixing the clamps on the shaft



Fig. 4.20. Perii mixte din paie de tatar și plastic

Fig. 4.20. Mixed tartar and plastic brushes



Fig. 4.21. Table perforate utilizate în construcția mantalei tronconice

Fig. 4.21. Perforated sheets used in the construction of the tronconical mantle



Fig. 4.22. Detaliu constructiv privind prinderea pe ax a discului cu orificiu de alimentare și fixarea lagărului cu rulment pe batiu

Fig.4.22. Constructive detail regarding the shaft mounting of the disc with the supply connection and the fixing of the bearing with the bearing on the frame



Fig. 4.23. Prinderea pe axa discului cu orificiu de evacuare și fixarea lagărului cu rulment pe batiu

Fig. 4.23. Mounting on the axis of the disc with outlet and the fixing of the bearing with bearing on the frame



Fig. 4.24. Detaliu constructiv privind poziția celor două discuri fixe pe ax

Fig. 4.24. Constructive detail regarding the position of the two fixed discs on the shaft



Fig. 4.25. Vedere generală a utilajului

Fig. 4.25. Machine overview

Pentru îndepărtarea prafului dezvoltat în urma operației de periere utilajul a fost echipat cu un ventilator (fig. 4.26) cu un debit de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, conectat la un motor electric de 1,1 kW. În vederea reglării debitului de aspirație conducta de legătură dintre ventilator și aparatul de periat a fost prevăzută cu o clapetă de reglare (fig. 4.27).



Fig. 4.26. Ventilator

Fig. 4.26. Van



Fig. 4.27. Clapetă pentru reglarea debitului de aspirație

Fig. 4.27. Suction flow flap

Pentru modificarea debitului de alimentare cu produs, buncărul de alimentare al mașinii a fost prevăzut cu un șuber (fig. 4.28) la orificiul de intrare a boabelor în zona de periere.



Fig. 4.28. Șuber pentru reglarea debitului de alimentare cu produs

Fig. 4.28. Shaft for adjusting the supply flow of the product

Motorul electric care echează aparatul de periat dezvoltă o putere de 3 kW, fiind conectat la un convertizor de frecvență Moeller, care permite schimbarea progresivă a turației rotorului și în același timp asigură protecția la suprasarcină a motorului (fig. 4.29).



Fig. 4.29. Sistemul de antrenare și reglare a turației rotorului cu perii

1 – convertizor de frecvență; 2 – transmisie prin curele trapezoidale; 3 – motor electric; 4 – comutatoare; 5 – buton pentru reglarea frecvenței convertizorului.

Fig. 4.29. Drive and adjustment system of the speed of the rotor with brushes

1 – frequency converter; 2 – transmission through V-belts; 3 – electric motor; 4 – switches; 5 – button for adjusting the frequency of the converter.

În vederea facilitării schimbării mantalelor din componența mașinii, aceasta a fost concepută cu o carcasă formată două părți: una inferioară fixă și cea superioară mobilă, cum se poate observa în *fig. 4.30*.



Fig. 4.30. Carcasa rabatabilă

Fig. 4.30. Case folding

În *fig. 4.31* sunt prezentate câteva imagini de ansamblu ale instalației de periat grâu IPG.



a



b

Fig. 4.31. Instalația de periat grâu IPG
a. alimentare; **b.** evacuare.

Fig. 4.31. IPG wheat brushing installation
a. suply; *b.* evacuation;.

4.2.2. Protocolul experimental utilizat pentru studiul procesului de periere

Pentru studiul influenței operației de periere asupra procentului de boabe sparte (B_s), și a conținutului de cenușă (C_c), s-au variat următorii factori experimentali:

F_1 - tipul sitei mantalei tronconice, factor care are șase graduări, după cum urmează:

- a_1 - tablă perforată cu orificii alungite cu grosimea orificiului de 1 mm;
- a_2 - tablă perforată cu orificii alungite cu grosimea orificiului de 1,5 mm;
- a_3 - tablă perforată cu orificii alungite cu grosimea orificiului de 1,75 mm;
- a_4 - tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiului de 1 mm;
- a_5 - tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiului de 1,5 mm;
- a_6 - tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiului de 1,75 mm.

F_2 - Debitul aerului din instalația de aspirație (Q_a):

- b_1 - $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$;
- b_2 - $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

F_3 - Debitul de alimentare cu produs, factor care are trei graduări:

- c_1 - $Q_p = 600 \text{ m}^3/\text{s}$;
- c_2 - $Q_p = 300 \text{ m}^3/\text{s}$;
- c_3 - $Q_p = 60 \text{ m}^3/\text{s}$.

F_4 - Turația rotorului (n), factor cu patru graduări:

- d_1 - $n = 100 \text{ rot/min}$;
- d_2 - $n = 150 \text{ rot/min}$;
- d_3 - $n = 200 \text{ rot/min}$;
- d_4 - $n = 250 \text{ rot/min}$.

Pentru analiza influenței parametrilor constructivi și funcționali ai aparatului de periat asupra gradului de boabe sparte și a conținutului de cenușă s-au efectuat un număr de 144 de variante, după cum urmează:

3 (poziții ale șuberului) $\times 2$ (debite de aspirație) $\times 6$ (tipuri de manta) $\times 4$ (turații ale rotorului) = **144** (variante).

În *tabelul 4.11*, respectiv *tabelul 4.12* sunt prezentate cele 144 de variante experimentale efectuate în laborator cu factorii experimentali variați și graduările acestora.

Variantele experimentale efectuate cu sitele din tablă perforată cu orificii alungite
Experimental variants performed with perforated sheet metal sieves with elongated orifices

Varianta experimentală	Dimensiunea orificiilor sitei, Lxl [mm x mm]	Debitul de aspirație din instalație, Q_a [m ³ /h]	Turația, n [rot/min]	Debitul de alimentare cu produs, Q_p [kg/h]	Varianta experimentală	Dimensiunea orificiilor sitei, Lxl [mm x mm]	Debitul de aspirație din instalație, Q_a [m ³ /h]	Turația, n [rot/min]	Debitul de alimentare cu produs, Q_p [kg/h]	Varianta experimentală	Dimensiunea orificiilor sitei, Lxl [mm x mm]	Debitul de aspirație din instalație, Q_a [m ³ /h]	Turația, n [rot/min]	Debitul de alimentare cu produs, Q_p [kg/h]
Vp ₁	20 x 1,50	0,15	100	600	Vp ₂₅	20 x 1,75	0,15	100	600	Vp ₄₉	10 x 1,10	0,15	100	600
Vp ₂				300	Vp ₂₆				300	Vp ₅₀				300
Vp ₃				60	Vp ₂₇				60	Vp ₅₁				60
Vp ₄			150	600	Vp ₂₈			150	600	Vp ₅₂			150	600
Vp ₅				300	Vp ₂₉				300	Vp ₅₃				300
Vp ₆				60	Vp ₃₀				60	Vp ₅₄				60
Vp ₇			200	600	Vp ₃₁			200	600	Vp ₅₅			200	600
Vp ₈				300	Vp ₃₂				300	Vp ₅₆				300
Vp ₉				60	Vp ₃₃				60	Vp ₅₇				60
Vp ₁₀			250	600	Vp ₃₄			250	600	Vp ₅₈			250	600
Vp ₁₁				300	Vp ₃₅				300	Vp ₅₉				300
Vp ₁₂				60	Vp ₃₆				60	Vp ₆₀				60
Vp ₁₃		0,075	100	600	Vp ₃₇		0,075	100	600	Vp ₆₁		0,075	100	600
Vp ₁₄				300	Vp ₃₈				300	Vp ₆₂				300
Vp ₁₅				60	Vp ₃₉				60	Vp ₆₃				60
Vp ₁₆			150	600	Vp ₄₀			150	600	Vp ₆₄			150	600
Vp ₁₇				300	Vp ₄₁				300	Vp ₆₅				300
Vp ₁₈				60	Vp ₄₂				60	Vp ₆₆				60
Vp ₁₉			200	600	Vp ₄₃			200	600	Vp ₆₇			200	600
Vp ₂₀				300	Vp ₄₄				300	Vp ₆₈				300
Vp ₂₁				60	Vp ₄₅				60	Vp ₆₉				60
Vp ₂₂			250	600	Vp ₄₆			250	600	Vp ₇₀			250	600
Vp ₂₃				300	Vp ₄₇				300	Vp ₇₁				300
Vp ₂₄				60	Vp ₄₈				60	Vp ₇₂				60

Variantele experimentale efectuate cu sitele din tablă perforată cu orificii rotunde
Experimental variants performed with perforated sheet metal sieves with round orifices

Varianta experimentală	Diametrul orificiilor sitei, d [mm]	Debitul de aspirație din instalație, Q_a [m ³ /h]	Turația, n [rot/min]	Debitul de alimentare cu produs, Q_p [kg/h]	Varianta experimentală	Diametrul orificiilor sitei, d [mm]	Debitul de aspirație din instalație, Q_a [m ³ /h]	Turația, n [rot/min]	Debitul de alimentare cu produs, Q_p [kg/h]	Varianta experimentală	Diametrul orificiilor sitei, d [mm]	Debitul de aspirație din instalație, Q_a [m ³ /h]	Turația, n [rot/min]	Debitul de alimentare cu produs, Q_p [kg/h]
Vp ₇₃	1,75	0,15	100	600	Vp ₉₇	1,00	0,15	100	600	Vp ₁₂₁	1,50	0,15	100	600
Vp ₇₄				300	Vp ₉₈				300	Vp ₁₂₂				300
Vp ₇₅				60	Vp ₉₉				60	Vp ₁₂₃				60
Vp ₇₆			150	600	Vp ₁₀₀			150	600	Vp ₁₂₄			150	600
Vp ₇₇				300	Vp ₁₀₁				300	Vp ₁₂₅				300
Vp ₇₈				60	Vp ₁₀₂				60	Vp ₁₂₆				60
Vp ₇₉		200		600	Vp ₁₀₃		200		600	Vp ₁₂₇		200		600
Vp ₈₀				300	Vp ₁₀₄				300	Vp ₁₂₈				300
Vp ₈₁				60	Vp ₁₀₅				60	Vp ₁₂₉				60
Vp ₈₂		250		600	Vp ₁₀₆		250		600	Vp ₁₃₀		250		600
Vp ₈₃				300	Vp ₁₀₇				300	Vp ₁₃₁				300
Vp ₈₄				60	Vp ₁₀₈				60	Vp ₁₃₂				60
Vp ₈₅		0,075	100	600	Vp ₁₀₉		0,075	100	600	Vp ₁₃₃		0,075	100	600
Vp ₈₆				300	Vp ₁₁₀				300	Vp ₁₃₄				300
Vp ₈₇				60	Vp ₁₁₁				60	Vp ₁₃₅				60
Vp ₈₈			150	600	Vp ₁₁₂			150	600	Vp ₁₃₆			150	600
Vp ₈₉				300	Vp ₁₁₃				300	Vp ₁₃₇				300
Vp ₉₀				60	Vp ₁₁₄				60	Vp ₁₃₈				60
Vp ₉₁			200	600	Vp ₁₁₅			200	600	Vp ₁₃₉			200	600
Vp ₉₂				300	Vp ₁₁₆				300	Vp ₁₄₀				300
Vp ₉₃				60	Vp ₁₁₇				60	Vp ₁₄₁				60
Vp ₉₄		250		600	Vp ₁₁₈			250	600	Vp ₁₄₂			250	600
Vp ₉₅				300	Vp ₁₁₉				300	Vp ₁₄₃				300
Vp ₉₆				60	Vp ₁₂₀				60	Vp ₁₄₄				60

4.3. APARATURA FOLOSITĂ ÎN CERCETĂRILE EXPERIMENTALE PRIVIND PROCESUL DE TRATARE HIDRO-TERMICĂ A BOABELOR DE GRÂU

4.3.1. Aparatura folosită în cercetările experimentale privind procesul de umectare a boabelor de grâu în sistem neconvențional

Încercările experimentale efectuate pentru studierea procesului de tratare hidro-termică a boabelor de grâu s-au realizat în cadrul Institutului de Cercetare pentru Agricultură și Mediu, din cadrul Universității Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad” din Iași.

În scopul stabilirii regimului optim de umectare s-a utilizat o micro-instalație de laborator, realizată conform schemei din *fig. 4.32*.

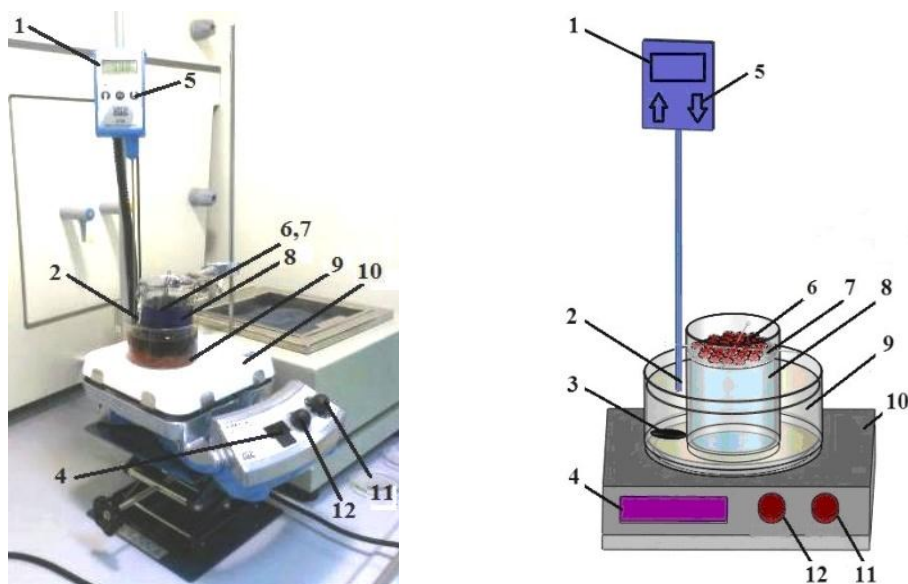


Fig. 4.32. Instalația pentru tratarea hidro-termică a semințelor de grâu

1 – termoregulator marca Velp, Italia; 2 – senzor de temperatură; 3 – agitator magnetic; 4 – afișaj digital; 5 – butoane pentru reglarea timpului de încălzire și a temperaturii din baia de ulei; 6 - boabe de grâu așezate în strat; 7 – sită din plasă de sârmă din oțel inoxidabil; 8 – baie de apă; 9 – baie de ulei; 10 – plită electrică de încălzire produsă de firma Velp Italia, model Arec-X; 11 – buton pentru reglarea turației agitatorului magnetic; 12 – buton pentru reglarea temperaturii de încălzire.

Fig. 4.32. Plant for hydro-thermal treatment of wheat seeds

1 – Velp thermoregulator, Italia; 2 – temperature sensor; 3 – magnetic stirrer; 4 – digital display; 5 – adjusting buttons for heating time and temperature in oil bath; 6 - layer wheat grains; 7 – stainless steel sieve; 8 – water bath; 9 – oil bath; 10 – Arec-X electric heating hub, by Velp, Italia; 11 – adjusting button for speed of the magnetic stirrer; 12 – adjusting button for heating temperature.

În vederea studierii procesului de tratare hidro-termică a boabelor de grâu, s-au ales eșantioane a câte 100 de semințe (alese aleator) ce au fost anterior supuse perierii. Boabele au fost imersate într-o soluție de albastru de metil, după care au fost așezate în strat pe o sită (6) realizată din plasă de sârmă din oțel inoxidabil. Sita din plasă de sârmă din componența instalației de umectare a fost dispusă deasupra nivelului apei din recipientul (8), în zona de dezvoltare a vaporilor nesaturați. Pentru modificarea temperaturii apei din recipient, acesta a fost introdus într-o baie de ulei (9) încălzite prin intermediul unei plite

electrice (10) marca Velp, model Arec-X. Plita este prevăzută cu două reglaje: unul pentru modificarea temperaturii de încălzire (12) și un buton (11) pentru modificarea turației agitatorului magnetic (3) din baia de ulei. Rolul agitatorului este de a uniformiza temperatura uleiului din vas. Temperatura din baia de ulei și turația agitatorului sunt afișate pe un display (4). De asemenea, în baia de ulei a fost introdus un senzor de temperatură (2) de la un termoregulator marca Velp (1) având posibilitatea de reglare a temperaturii și a timpului de încălzire prin intermediul butoanelor (5).

După tratarea boabelor în instalația de umectare, s-au ales aleator 20 de semințe din eșantion, ce au fost secționare cu ajutorul unei lame (10 boabe secționare transversal și 10 boabe longitudinal). Ulterior, acestea au fost studiate cu ajutorul unui microscop marca Aigo, model Ge-5 (fig. 4.33 a), conectat la un notebook marca Asus (fig. 4.33 b).



a



b

Fig. 4.33. Sistemul utilizat pentru studierea boabelor de grâu umectate

a. microscop model Ge-5, produs de firma Aigo; **b.** notebook Asus.

Fig. 4.33. *The system used to study wet wheat grains*

a. Ge-5 model microscope, produced by Aigo; **b** Asus notebook.

Fiecare variantă experimentală a fost repetată de trei ori.

Pentru prelucrarea imaginilor preluate cu ajutorul microscopului s-a utilizat softul Aigo Scope Image 9.0. Acesta a permis atât măsurarea exactă a dimensiunilor boabelor cât și a suprafețelor umectate.

4.3.2. Protocolul experimental utilizat pentru studiul procesului de lucru al instalației de tratare hidro-termică a boabelor de grâu în sistem neconvențional

În vederea stabilirii efectelor tratamentelor hidro-termice asupra indicilor calitativi ai grâului destinat măcinării, boabele sunt imersate inițial într-o soluție de albastru de metil, după care sunt așezate pe sita din componența instalației de umectare în zona vaporilor nesaturați.

Pentru determinarea regimului optim de tratare hidro-termică a boabelor de grâu s-a proiectat o experiență polifactorială, în cadrul căreia au fost variați următorii factori de influență: temperatura din baia de apă (F_1) și timpul de odihnă al grâului (F_2), după cum se

observă în tabelul 4.13.

Tabelul 4.13/Table 4.13

Factorii de influență variați în cadrul cercetărilor pentru determinarea regimului optim de tratare hidro-termică

Various influencing factors in research to determine the optimal regime of hydro-heat treatment

F_1 – temperatura din baia de apă, $t[^\circ\text{C}]$	F_2 – timpul de staționare a stratului de boabe în zona vaporilor nesaturați, $T [\text{h}]$:
• $t_1 = 20$; • $t_2 = 30$; • $t_3 = 40$; • $t_4 = 50$; • $t_5 = 60$; • $t_6 = 70$; • $t_7 = 80$.	• $T_1 = 1$; • $T_2 = 2$; • $T_3 = 3$;

Pentru analiza influenței parametrilor funcționali ai instalației de umectare asupra umidității boabelor și pentru stabilirea modului de migrare a apei în bob s-au efectuat un număr de 21 de variante, după cum urmează:

7 (temperaturi ale băii de ulei) x 3 (timpuri de staționare a boabelor) = **21** (variante)

Variantele experimentale efectuate sunt prezentate în tabelul 4.14.

Tabelul 4.14/Table 4.14

Variantele experimentale efectuate pe instalația de umectare

Experimental variants performed on the humidifier

Variantele experimentale	Factori de influență	
	Temperatura apei $[^\circ\text{C}]$	Timpul de staționare al boabelor [ore]
V_{u1}	20	1
V_{u2}	20	2
V_{u3}	20	3
V_{u4}	30	1
V_{u5}	30	2
V_{u6}	30	3
V_{u7}	40	1
V_{u8}	40	2
V_{u9}	40	3
V_{u10}	50	1
V_{u11}	50	2
V_{u12}	50	3
V_{u13}	60	1
V_{u14}	60	2
V_{u15}	60	3
V_{u16}	70	1
V_{u17}	70	2
V_{u18}	70	3
V_{u19}	80	1
V_{u20}	80	2
V_{u21}	80	3

4.3.3. Aparatura folosită în cercetările experimentale privind procesul de tratare hidro-termică a boabelor de grâu în sistem convențional

În vederea optimizării procesului de lucru pentru umectarea grâului în sistem convențional s-a folosit o instalație tratare a semintelor, prezentată în *fig. 4.34*.



Fig. 4.34 Instalație de tratare a semintelor

Fig. 4.34. Seed treatment device

În scopul obținerii de date cât mai exacte, la analiza grâului umectat în aceasta etapă s-a utilizat un umidometru de tip MAGIC FSA (*fig. 4.35*).



Fig. 4.35. Umidometru de tip MAGIC FSA

Fig. 4.35. MAGIC FSA humidometer

Acest analizor computerizat pentru determinarea umidității cerealelor, cu sistem integrat pentru determinarea masei volumice este prezintă și o funcție de scanare/compensare în spectru infraroșu a temperaturii. Clasa întâi de exactitate, categoria de clasificare A, fiind singurul de pe piață care măsoară umiditatea cu două zecimale, scanând în același timp temperatura fără a intra în contact cu proba. Precizia masei

hectolitrică este de 0.1 Kg/hectolitr. Este calibrat pentru 24 specii cerealiere, printre care, porumb, secară, triticeale, grâu, grâu durum, hrișcă decorticată și nedecorticată, grâu Spelta decorticat și nedecorticat, mei decorticat și nedecorticat etc.

Printre caracteristicile tehnice aparatului MAGIC FSA se numără:

- intervalul de măsurare a umidității cuprins între 0 și 50%;
- afișare temperaturi în grade Celsius sau Fahrenheit;
- determinare masă volumică (kg/hl);
- calibrare individuală pe tipuri de produse;
- jurnal de date;
- ieșire USB, interfață ethernet și conectare PC;

4.3.4. Protocolul experimental utilizat pentru studiul procesului de lucru al instalației de tratare hidro-termică a boabelor de grâu în sistem convențional

În vederea stabilirii efectelor tratamentelor hidro-termice asupra indicilor calitativi ai grâului destinat măcinării boabele sunt imersate inițial într-o soluție de albastru de metil, după care sunt așezate pe sita din componența instalației de umectare în zona vaporilor nesaturați.

Pentru determinarea regimului optim de tratare hidro-termică a boabelor de grâu s-a proiectat o experiență polifactorială, în cadrul căreia s-au variat următorii factori de influență: temperatura din masa de boabe (F_1) și timpul de odihnă al grâului (F_2), după cum se observă în *tabelul 4.15*.

Tabelul 4.15/Table 4.15

Factorii de influență variați în cadrul cercetărilor pentru determinarea regimului optim de tratare hidro-termică

Various influencing factors in research to determine the optimal regime of hydro-heat treatment

F_1 - Temperatura din masa de boabe, $t[^\circ\text{C}]$	F_2 – timpul de odihnă al boabelor, $T [\text{h}]$:
$t_1 = [10 - 15];$ $t_2 = [15 - 20];$ $t_3 = [20 - 25];$	$T_1 = 1 \div 24 \text{ h};$

Pentru analiza influenței parametrilor funcționali ai instalației de umectare asupra umidității boabelor și pentru stabilirea modului de migrare a apei în bob s-au efectuat un număr de 21 de variante, după cum urmează:

$$3 \text{ (intervale de temperaturi)} \times 24 \text{ (timpuri de odihnă a boabelor)} = 72 \text{ (variante)}$$

Variantele experimentale efectuate sunt prezentate în tabelul 4.16.

Tabelul 4.16/Table 4.16

Variantele experimentale efectuate pe instalația de umectare
Experimental variants performed on the humidifier

Variantele experimentale	Factori de influență		Variantele experimentale	Factori de influență		Variantele experimentale	Factori de influență	Timpul de odihnă al boabelor [ore]
	Temperatura din masa de boabe [°C]	Timpul de odihnă al boabelor [ore]		Temperatura din masa de boabe [°C]	Timpul de odihnă al boabelor [ore]		Temperatura din masa de boabe [°C]	
V _{u22}	[10 – 15]	1	V _{u46}	[15 – 20]	1	V _{u70}	[20 – 25]	1
V _{u23}		2	V _{u47}		2	V _{u71}		2
V _{u24}		3	V _{u48}		3	V _{u72}		3
V _{u25}		4	V _{u49}		4	V _{u73}		4
V _{u26}		5	V _{u50}		5	V _{u74}		5
V _{u27}		6	V _{u51}		6	V _{u75}		6
V _{u28}		7	V _{u52}		7	V _{u76}		7
V _{u29}		8	V _{u53}		8	V _{u77}		8
V _{u30}		9	V _{u54}		9	V _{u78}		9
V _{u31}		10	V _{u55}		10	V _{u79}		10
V _{u32}		11	V _{u56}		11	V _{u80}		11
V _{u33}		12	V _{u57}		12	V _{u81}		12
V _{u34}		13	V _{u58}		13	V _{u82}		13
V _{u35}		14	V _{u59}		14	V _{u83}		14
V _{u36}		15	V _{u60}		15	V _{u84}		15
V _{u37}		16	V _{u61}		16	V _{u85}		16
V _{u38}		17	V _{u62}		17	V _{u86}		17
V _{u39}		18	V _{u63}		18	V _{u87}		18
V _{u40}		19	V _{u64}		19	V _{u88}		19
V _{u41}		20	V _{u65}		20	V _{u89}		20
V _{u42}		21	V _{u66}		21	V _{u90}		21
V _{u43}		22	V _{u67}		22	V _{u91}		22
V _{u44}		23	V _{u68}		23	V _{u92}		23
V _{u45}		24	V _{u69}		24	V _{u93}		24

4.4. APARATURA UTILIZATĂ ȘI PROTOCOLUL EXPERIMENTAL ÎN PROCESUL DE DESCOJIRE

4.4.1. Aparatura folosită în cercetările experimentale privind descojirea grâului

Pentru realizarea experiențelor s-a folosit un stand experimental, proiectat și realizat atât pentru studierea procesului de descojire a boabelor de grâu cât și pentru optimizarea parametrilor constructiv-funcționali, în vederea îmbunătățirii indicilor calitativi ai semințelor de cereale, respectiv ai făinii obținute după măcinarea acestora (fig. 4.36).

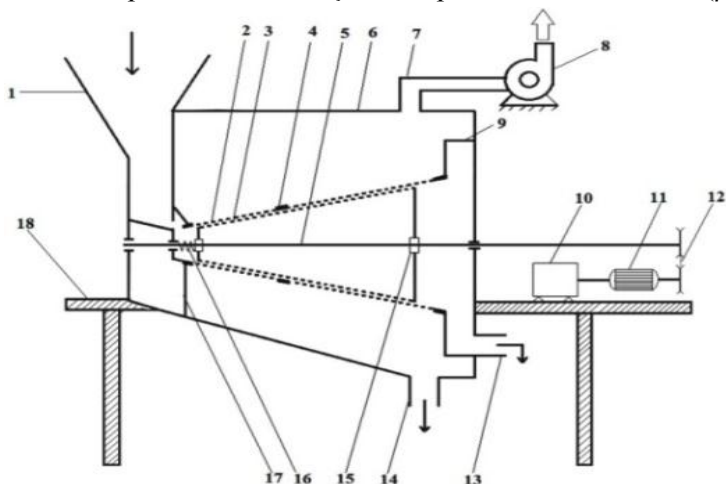


Fig. 4.36. **Schema constructivă a descojitorului:** 1 – buncăr de alimentare; 2 – manta tronconică fixă; 3 – manta tronconică rotativă mobilă; 4 – cercuri metalice de fixare; 5 – arbore; 6 – carcasă; 7 – canal de aspirație; 8 – ventilator; 9 – zonă de evacuare a boabelor descojite; 10 – convertizor de turație; 11 – electromotor; 12 – transmisie de curea; 13 – gură de evacuare a boabelor descojite; 14 – gură de evacuare a impurităților; 15 – piesă paralelipipedică cu filet interior; 16 – arc elicoidal; 17 – sistem de fixare a mantalei exterioare; 18 – batiu.

Fig. 4.36. **Constructive scheme of the peeler:** 1 – supply hopper; 2 – fixed tronconical mantle; 3 – mobile rotating tronconical mantle; 4 – metal fixing circles; 5 – arbor; 6 – housing; 7 – suction channel; 8 – fan; 9 – area for evacuating the peeled grains; 10 – speed converter; 11 – electric motor; 12 – belt transmission; 13 – outlet of peeled grains; 14 – impurity outlet; 15 – parallelepiped piece with internal thread; 16 – helical arc; 17 – fixing system of the outer mantle; 18 – frame.

Pentru proiectarea standului experimental pentru descojirea boabelor de grâu s-au luat în considerare, în primul rând, condițiile pe care acesta trebuie să le îndeplinească:

- să prelucrez cantități mici de produs și să permită schimbarea diferiților parametri ai procesului de lucru care influențează efectul tehnologic al operației;
- să aibă o construcție simplă;
- să fie realizat din subsansambluri demontabile pentru a permite schimbarea cu ușurință a elementelor componente în vederea modificării parametrilor procesului de lucru;
- motorul utilajului să fie echipat cu variator de turație;
- forma tobelor interioare să fie una tronconică pentru a se putea asigura transportul boabelor de la punctul de alimentare până la evacuare;
- valoarea unghiului (θ) format de generatoarele tobelor tronconice cu orizontala este invers proporțională cu timpul de staționare a boabelor în utilaj, astfel timpul de

ședere al semințelor în aparat scade odată cu mărirea unghiului θ , fapt ce impune stabilirea unei valori exacte a acestuia pentru obținerea unui efect tehnologic cât mai crescut;

- tobele din componența utilajului să fie concentrice pentru a asigura uniformitate procesului de descojire;
- să ofere posibilitatea modificării distanței dintre mantalele tronconice;
- în vederea eliminării prafului din masa de boabe și pentru ca particulele minerale să nu fi degajate în mediul înconjurător utilajul trebuie să fie racordat la un sistem de aspirație;

După realizarea schemei constructive a utilajului s-au stabilit caracteristicile dimensionale ale rotorului din componența descojitorului, acestea fiind prezentate în *fig. 4.37*.

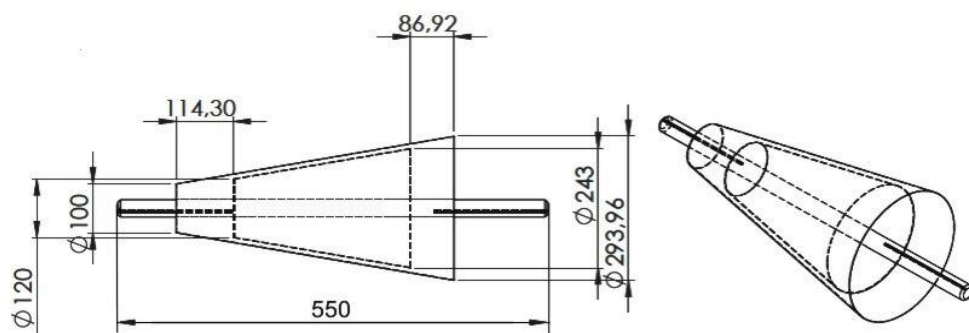


Fig. 4.37. Dimensiuni constructive ale organelor de lucru ale descojitorului

Fig. 4.37. Constructive dimensions of the working parts of the peeler

Proiectarea subansamblurilor din componența descojitorului a fost realizată cu ajutorul programului Solid Works, schița 3D a mantalelor tronconice din componența utilajului fiind prezentată în *fig. 4.38*.

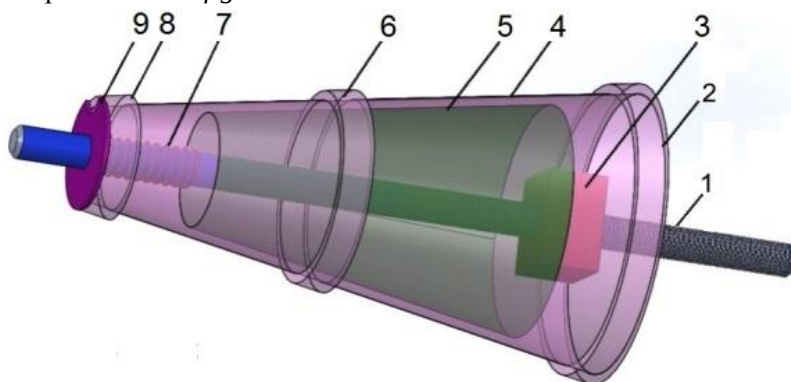


Fig. 4.38. Vedere în detaliu a unor subansambluri din construcția descojitorului: 1 – arbore prevăzut cu porțiune filetată; 2, 5, 6 – cercuri pentru rigidizare mantalei tronconice exterioare; 3 – tobă tronconică fixă din țesătură de sârmă de tip Eureka; 4 – manta interioară rotativă din țesătură din sârmă de tip Eureka; 7 – arc elicoidal de compresie; 8 – piesă paralelipipedică cu filet interior; 9 – disc fix prevăzut cu orificiu pentru alimentare cu produs.

Fig. 4.38. Detailed view of some subassemblies from the peeler construction: 1 – threaded shaft; 2, 5, 6 – stiffening circles of external mantle; 3 – tronconical fixed Eureka drum; 4 – rotating inner Eureka mantle; 7 – compression helical spring; 8 – parallelepiped piece with internal thread; 9 – fixed disc provided with supply connection.

În figura 4.39 este prezentată vederea în secțiune a organelor active de lucru ale descojitorului

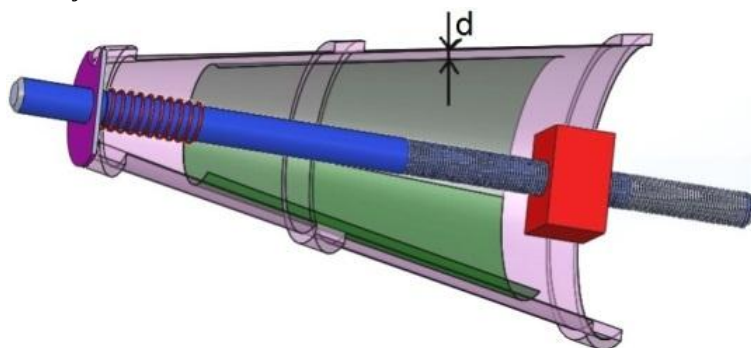


Fig. 4.39. – Vedere în secțiune a organelor de lucru active: d – distanța dintre mantaua exterioară fixă și mantaua interioară rotativă.
Fig. 4.39 - Sectional view of active working parts: d – distance between fixed outer mantle and rotating inner mantle.

După stabilirea dimensiunilor subansamblelor a urmat realizarea aparatului de laborator, acesta fiind prezentat în fig. 4.40.

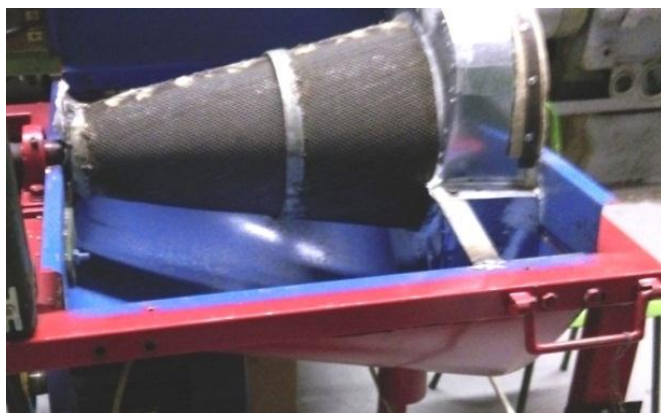


Fig. 4.40. Vedere din lateral a mantalei exterioare fixe din țesătură Eureka

Fig. 4.40. Side view of the fixed outer Eureka mantle

4.4.2. Protocolul experimental utilizat pentru studiul procesului de lucru al descojitorului

Pentru studiul influenței operației de descojire asupra procentului de boabe sparte, a conținutului de cenușă și a cantității de înveliș eliminate s-au variat distanța dintre mantalele tronconice (F_1) și turația rotorului (F_2), conform tabelului 4.17.

Tabelul 4.17/Table 4.17

Factorii de influență variați în cadrul cercetărilor pentru studiul influenței operației de descojire (Zăpodeanu Cezara, 2016)

Various influencing factors in research to study the influence of the peeling operation
(Zăpodeanu Cezara, 2016)

F_1 – Distanța dintre cele două mantale tronconice, d [mm]	F_2 – Turația rotorului, factor cu patru graduări, n [rot/min]:
$d_1 = 6$; $d_2 = 8$; $d_3 = 10$; $d_4 = 12$.	$n_1 = 100$; $n_2 = 150$; $n_3 = 200$; $n_4 = 250$.

Pentru analiza influenței parametrilor constructivi și funcționali ai aparatului de descojit asupra gradului de boabe sparte și a conținutului de cenușă s-au efectuat un număr

de 16 de variante, după cum urmează:

4 (distanțe dintre mantalele tronconice) x 4 (turații ale rotorului) = 16 (variante)

În *tabelul 4.18* sunt prezentate cele 16 de variante experimentale efectuate în laborator cu factorii experimentali variați și graduările acestora.

Tabelul 4.18/Table 4.18

Variantele experimentale efectuate pe instalația pentru descojire (Zăpodeanu Cezara, 2016)

Experimental variants performed on the peeling installation (Zăpodeanu Cezara, 2016)

Variantele experimentale	Factori variați	
	Turația rotorului, n [rot/min]	Distanța dintre mantale, d [mm]
V _{d1}	100	6
V _{d2}	150	6
V _{d3}	200	6
V _{d4}	250	6
V _{d5}	100	8
V _{d6}	150	8
V _{d7}	200	8
V _{d8}	250	8
V _{d9}	100	10
V _{d10}	150	10
V _{d11}	200	10
V _{d12}	250	10
V _{d13}	100	12
V _{d14}	150	12
V _{d15}	200	12
V _{d16}	250	12
VdM	-	-

4.5. METODE DE ANALIZĂ ȘI INTERPRETARE STATISTICĂ A REZULTATELOR

Prelucrarea datelor experimentale a fost impusă de necesitatea analizării rezultatelor în vederea verificării unor ipoteze și s-a bazat pe progresele din domeniul probabilității și a teoriei statisticii matematice.

Obiectivul experimentului propus spre analiză este de a măsura cu precizie conținutul de boabe sparte ce reprezintă o variabilă dependentă de cei doi parametri de lucru debitul de aspirație și turația rotorului care sunt considerați variabile independente.

Varianța (s^2) este o măsură a neomogenității datelor experimentale, fiind de fapt, abaterea medie pătratică și se calculează prin raportarea sumei pătratelor abaterilor de la medie (**SP**) la numărul gradelor de libertate (**GL**).

Pentru calcularea sumei pătratelor abaterilor de la medie (**SP**) și a gradelor de libertate (**GL**) se utilizează mai multe formule astfel:

- dispersia totală:

$$SP_T = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} \quad (4.1)$$

unde N reprezintă numărul total al conținuturilor de boabe sparte din experiență.

- variația între repetiții:

$$SP_r = \frac{\sum R^2}{V} - \frac{(\sum x)^2}{N} \quad (4.2)$$

unde V reprezintă numărul variantelor.

- suma pătratelor abaterilor

$$SP_v = \frac{\sum V^2}{R} - \frac{(\sum x)^2}{N} \quad (4.3)$$

- suma pătratelor abaterilor pentru eroare

$$SP_e = SP_T - (SP_r + SP_v) \quad (4.4)$$

- numărul total de grade de libertate

$$GL_t = N - 1 \quad (4.5)$$

- numărul gradelor de libertate pentru repetiții

$$GL_r = R - 1 \quad (4.6)$$

- numărul gradelor de libertate pentru variante

$$GL_v = V - 1 \quad (4.7)$$

- numărul gradelor de libertate pentru eroare

$$GL_e = GL_t - (GL_r + GL_v) \quad (4.8)$$

- Calculul varianței pentru variante

$$S_v^2 = \frac{SP_v}{GL_v} \quad (4.9)$$

- Calculul varianței pentru eroare

$$S_e^2 = \frac{SP_e}{GL_e} \quad (4.10)$$

Testul „F” pune în evidență diferențele reale dintre varianța erorii și variantele cercetate. Varianța erorii arată doar efectul fluctuației întâmplătoare, iar varianța variantelor cuprinde și efectul factorilor cercetați.

Testul „F” se calculează cu relația:

$$F = \frac{S_v^2}{S_e^2} = 60,87 \quad (4.11)$$

Valoarea „F” înregistrează modificări odată cu reducerea gradelor de libertate. Pentru interpretare se compară valoarea „F” calculată cu valoarea teoretică „F”, extrasă din tabelul statistic de probabilități pentru distribuția „F”, în funcție de gradele de libertate ale erorii (**GLE**) și gradele de libertate ale variantelor (**GLv**).

Pentru evidențierea semnificației diferențelor de conținut de boabe sparte medii se determină diferențele limită (**DL**) pentru probabilități de transgresiune (**P**) de 5%, 1% și 0,1%.

Diferența limită (**DL**) se calculează cu formula:

$$DL = \bar{s}_d \times t \quad (4.12)$$

unde: s_d eroarea diferențelor conținutului de boabe sparte se calculează cu formula:

$$\bar{s}_d = \pm \sqrt{\frac{2 \times S_e^2}{R}} \quad (4.13)$$

t abaterea normală, ale cărei valori se obțin din tabele statistice în funcție de (GLE).

CAPITOLUL V CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE LUCRU AL INSTALAȚIEI DE PERIERE

CHAPTER V RESEARCHES REGARDING OPTIMIZATION OF THE WORK PROCESS OF THE BRUSHING INSTALLATION

5.1. ANALIZA INFLUENȚEI PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI APARATULUI DE PERIAT ASUPRA CONȚINUTULUI DE BOABE SPARTE

În urma operațiilor tehnologice de curățare și condiționare efectuate asupra boabelor de grâu se obține un anumit procent de boabe sparte, care influențează în mod negativ atât procesul propriu-zis de măcinare cât și indicii calitativi ai produsului finit.

În vederea stabilirii influenței parametrilor constructivi și funcționali ai mașinii de periat asupra conținutului de boabe sparte s-au prelevat probe din toate cele 144 de variante experimentale și ulterior, pentru fiecare, s-a determinat procentul de spărtură.

Rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu sită din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $L \times l = 10 \text{ mm} \times 1,10 \text{ mm}$, la debitul de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, respectiv $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ sunt prezentate în fig. 5.1 și fig. 5.2.

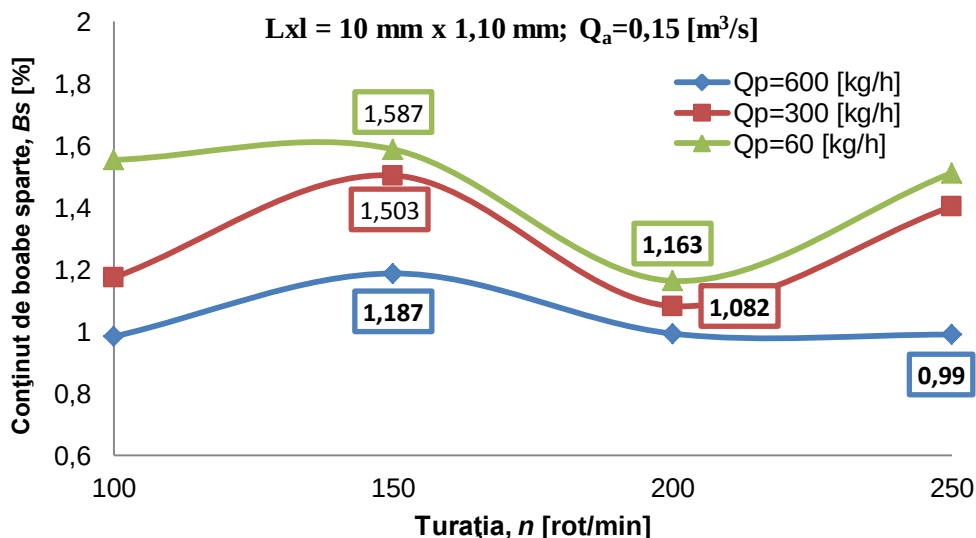


Fig. 5.1. Variația conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunea orificiilor de $10 \text{ mm} \times 1,10 \text{ mm}$, $Q_a=0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

Fig. 5.1. Variation of broken grain content using perforated sheet sieve with elongated orifices of $10 \text{ mm} \times 1,10 \text{ mm}$, $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

În cazul sitei perforate cu orificii alungite, având un debit de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, procentul de boabe sparte a înregistrat cele mai mici valori, și anume, 1,163% pentru turația de 200 rot/min și debit de alimentare de 60 kg/h; 1,082% pentru turația de 200 rot/min și debit de alimentare de 300kg/h, respectiv 0,99% pentru turația mantalei de 250

rot/min și debit de alimentare cu semințe de cereale de 600 kg/h.

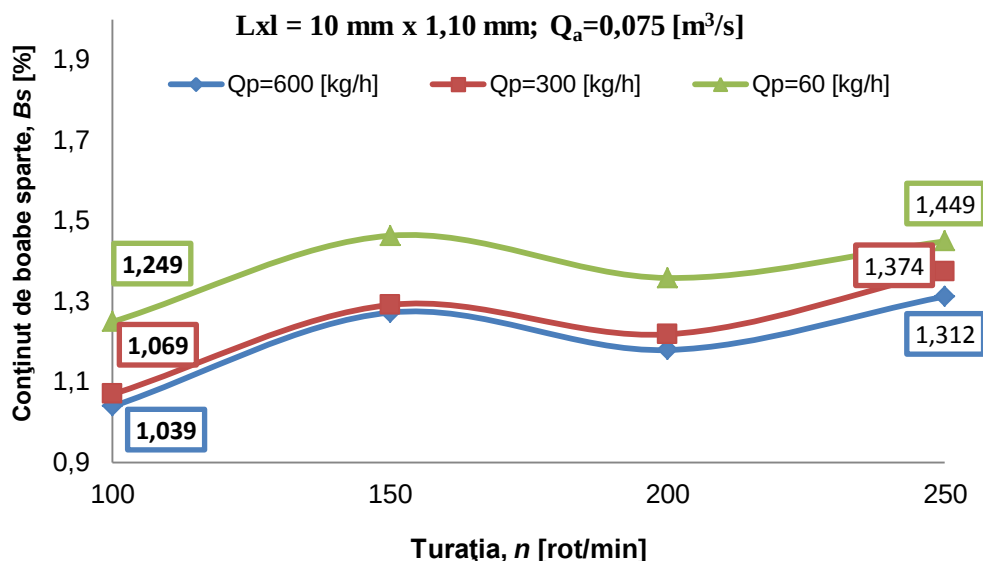


Fig. 5.2. Variația conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunea orificiilor de 10 mm x 1,10 mm, $Q_a=0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.2. Variation of broken grain content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 10 mm x 1,10 mm, $Q_a=0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

În ceea ce privește debitul de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$, cele mai bune rezultate au fost înregistrate în cazul utilizării instalației de periere la turația de 100 rot/min pentru toate cele trei debite de alimentare, și anume 1,249%; 1,069%, respectiv 1,039% (60kg/h; 300kg/h, respectiv 600 kg/h). Cele mai ridicate valori au fost înregistrate pentru turația de 250 rot/min pentru toate cele trei debite de alimentare.

În urma cercetărilor efectuate pe mașina de periat echipată cu manta din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor de 10 mm x 1,10 mm s-a constatat că variantele optime de funcționare ale instalației, în care s-a înregistrat un grad de vătămare scăzut asupra boabelor, sunt obținute la debitul de aspirație $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, turațiile de 100, 200 respectiv 250 rot/min și debitul de alimentare cu produs $Q_p = 600 \text{ kg/h}$.

În toate cele trei variante menționate procentul de boabe sparte s-a situat în jurul valorii de 1%.

În cazul folosirii sitei perforate cu orificii alungite cu dimensiunea orificiilor de 10 mm x 1,10 mm cele mai bune rezultate s-au obținut la debitul maxim de alimentare, respectiv la 600 kg/h pentru ambele debite de aspirație utilizate.

În fig. 5.3 și 5.4 sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu manta din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $Lxl = 20 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$, la debitele de aspirație de $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ respectiv $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

Procentele cele mai scăzute s-au înregistrat la debitul de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, respectiv de 0,621 % conținut de boabe sparte pentru turația de 250 rot/min și debitul de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$.

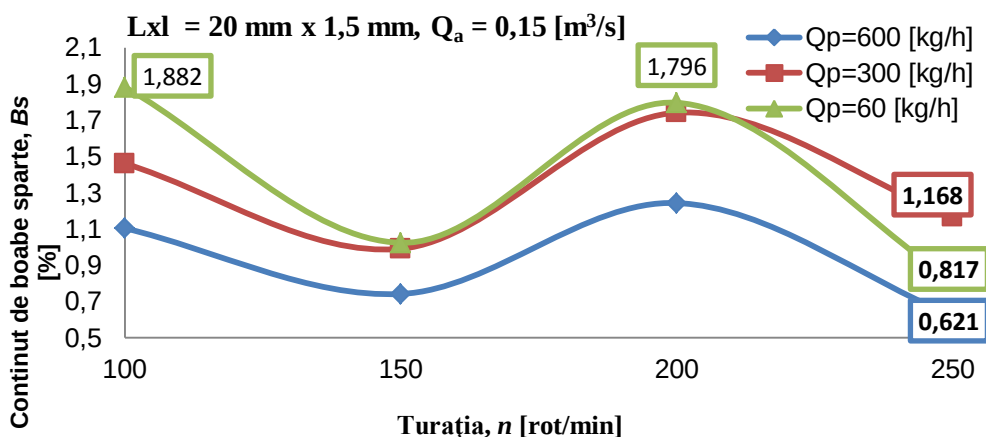


Fig. 5.3. Variatia conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunea orificiilor de 20 mm x 1,5 mm, $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$
 Fig. 5.3. Variation of broken grain content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 20 mm x 1,5 mm, at a suction flow $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu manta din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $L \times l = 20 \text{ mm} \times 1,5 \text{ mm}$ și debit de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ au evidențiat valori ridicate înregistrate la turația de 150 rot/min pentru fiecare debit de alimentare cu produs.

În acest caz, s-a obținut un procent de boabe sparte de 1,395% (pentru $Q_p = 60 \text{ kg/h}$), 1,355% (pentru $Q_p = 300 \text{ kg/h}$), respectiv 1,245 (pentru $Q_p = 600 \text{ kg/h}$).

Cele mai bune rezultate pentru debitul de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ au fost înregistrate pentru varianta în care turația rotorului instalației a fost de 100 rot/min iar debitul de alimentare a fost maximum (cu un procent de boabe sparte $B_s = 0,72\%$) și la turația de 250 rot/min și debit de alimentare de 300 kg/h (cu un procent de boabe sparte $B_s = 0,896\%$).

Pentru sita cu orificii alungite de 20 mm x 1,5 mm cele mai scăzute valori ale conținutului de boabe sparte s-au înregistrat pentru ambele debite de aspirație la utilizarea debitului de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$.

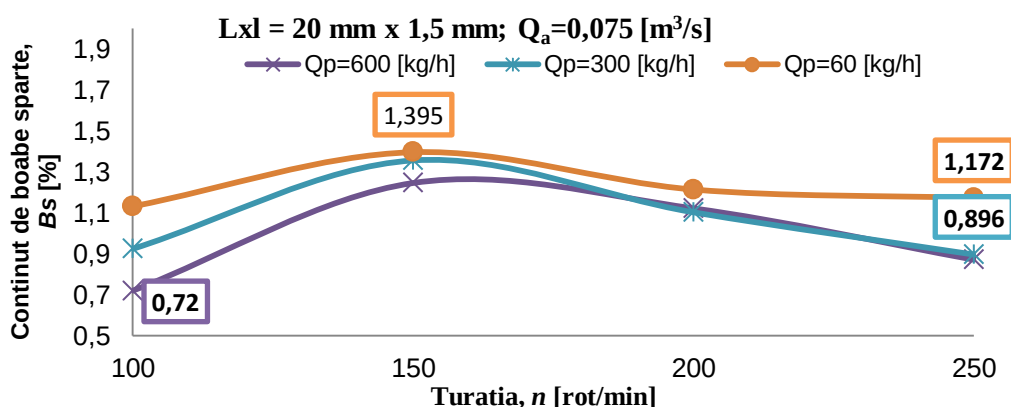


Fig. 5.4. Variatia conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunea orificiilor de 20 mm x 1,5 mm, $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$
 Fig. 5.4. Variation of broken grain content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 20 mm x 1,5 mm, at a suction flow $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Procentele cele mai mari de boabe sparte s-au obținut la turațiile de 100 rot/min, respectiv 200 rot/min în cazul debitului de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ și alimentare minimă cu produs a mașinii, $Q_p = 60 \text{ kg/h}$.

În fig. 5.5 sunt prezentate conținuturile de boabe sparte rezultate obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu sită din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $L \times l = 20 \text{ mm} \times 1,75 \text{ mm}$, debitul de aspirație fiind de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$.

În cazul debitului de alimentare de $Q_p = 60 \text{ kg/h}$, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 100 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,438\%$), cel mai scăzut fiind de $0,913\%$ (pentru turația rotorului de 200 rot/min).

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300 \text{ kg/h}$, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 100 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,429\%$), cel mai scăzut fiind de $0,825\%$ (pentru turația rotorului de 250 rot/min).

În cazul variantei experimentale în care debitul de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, valorile cele mai ridicate ale conținutului de boabe sparte au fost înregistrate pentru turația rotorului de 100 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,203\%$), față de $0,75\%$ înregistrat pentru turația rotorului de 250 rot/min.

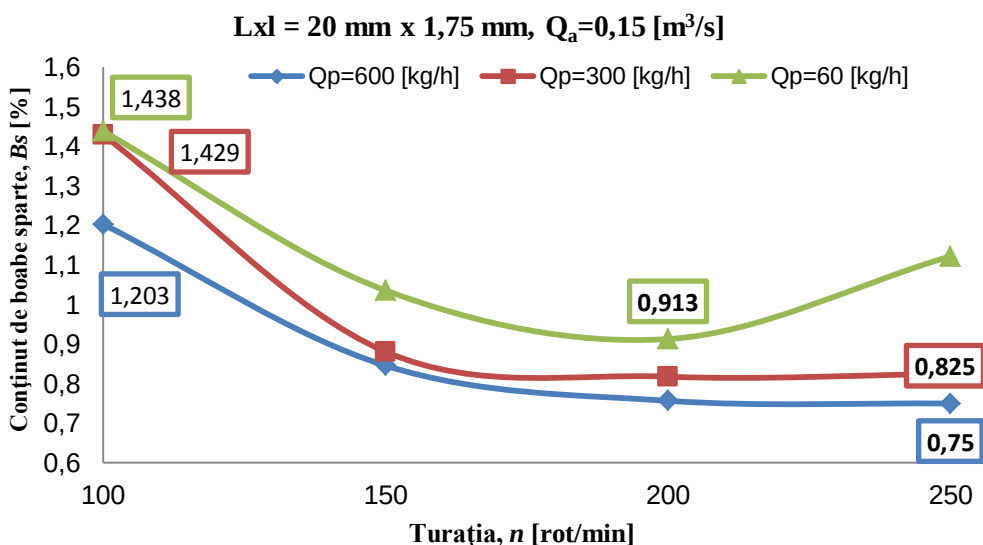


Fig. 5.5. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunea orificiilor de $20 \text{ mm} \times 1,75 \text{ mm}$, $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.5. Variation of broken grain content using perforated sheet sieve with elongated orifices of $20 \text{ mm} \times 1,75 \text{ mm}$, at a suction flow $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

În fig. 5.6. sunt prezentate conținuturile de boabe sparte rezultate obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu sită din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $L \times l = 20 \text{ mm} \times 1,75 \text{ mm}$ la debitul de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

Astfel, în cazul alimentării cu produs, $Q_p = 60 \text{ kg/h}$, procentul cel mai ridicat de boabe sparte în urma procesului de periere a fost înregistrat la turația rotorului de 100 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,094\%$), în timp ce valoarea cea mai scăzută a fost de $0,943\%$ conținut de boabe sparte, rezultat înregistrat la turației instalației la 250 rot/min.

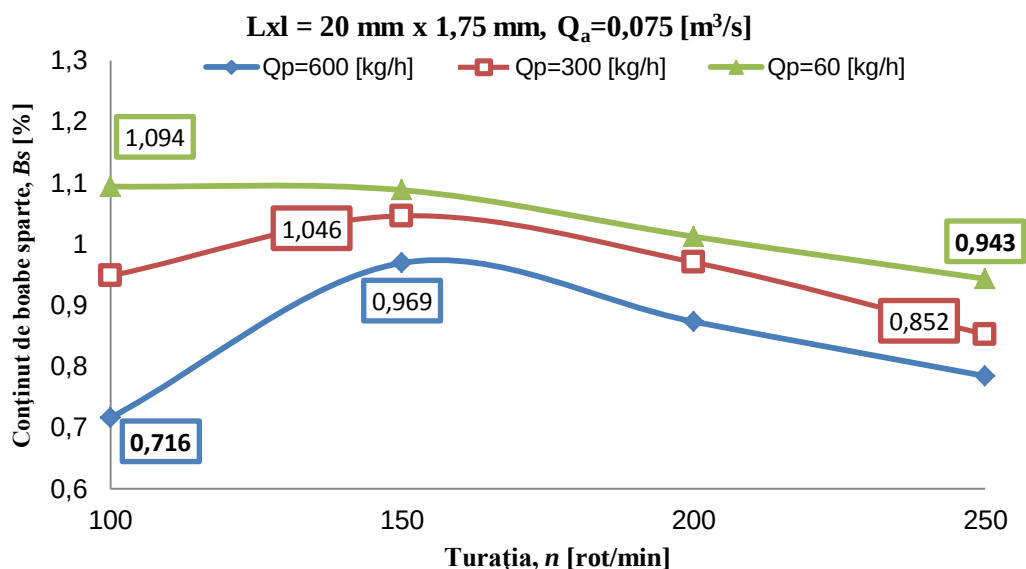


Fig. 5.6. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunea orificiilor de 20 mm x 1,75 mm, $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.6. Variation of broken grain content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 20 mm x 1,75 mm, at a suction flow $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

În cel de-al doilea caz, la debitul de alimentare de $Q_p = 300 \text{ kg/h}$, valorile cele mai mici au fost înregistrate în cazul variantei cu turația de 250 kg/h (conținut de boabe sparte $B_s = 0,852\%$), cea mai ridicată valoare (conținut de boabe sparte $B_s = 1,046\%$) fiind obținută la turația de 150 rot/min.

Pentru $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, cele mai bune rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 100 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 0,716\%$), cel mai ridicat fiind de 0,969% (pentru turația rotorului de 150 rot/min).

Încercările de laborator efectuate pe mașina de periat grâu echipată cu manta din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,75 mm au relevat că cele mai scăzute valori ale conținutului de boabe sparte se obțin la debitul maxim de alimentare cu produs, la turația rotorului de 100 rot/min în cazul debitului de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ și la 250 rot/min pentru debitul de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Gradul cel mai ridicat de spargere a boabelor s-a înregistrat la debitul minim de alimentare cu produs ($Q_p = 60 \text{ kg/h}$) la turația de 100 de rot/min pentru ambele debite de aspirație utilizate.

În urma încercărilor efectuate cu sita perforată cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,75 mm cele mai bune rezultate pentru procentul de boabe sparte s-au obținut la o alimentare cu prods $Q_p = 600 \text{ kg/h}$ atât în cazul debitului de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ cât și în cazul debitului de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

În fig. 5.7 sunt prezentate rezultate obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu sită din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $\phi = 1,75 \text{ mm}$, pentru cele două debite de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ respectiv $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

În cazul utilizării instalației de periere la turația de 100 rot/min, au fost înregistrate

următoarele valori ale conținutului de boabe sparte: de 1,110% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 60$ kg/h); de 1,078% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 300$ kg/h); respectiv de 1,203% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 600$ kg/h).

În ceea ce privește rezultatele obținute la turația de 150 rot/min, valorile conținutului de boabe sparte au fost de 1,175% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 60$ kg/h), de 1,357% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 300$ kg/h), respectiv de 0,998% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 600$ kg/h).

Referitor la turația instalației de periere de 200 rot/min, cele mai ridicate valori ale conținutului de boabe sparte au fost înregistrate în cazul alimentării instalației la $Q_p = 300$ kg/h (unde s-a obținut o valoare a $B_s = 1,659\%$), în timp ce valoarea cea mai scăzută a fost înregistrată la debitul de alimentare cu produs de 600 kg/h, unde conținutul de boabe sparte a fost de 1,332%.

Cu privire la conținutul de boabe sparte obținut pentru turația instalației de periere de 250 rot/min, au fost înregistrate valori ale conținutului de boabe sparte de 0,897% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 60$ kg/h), de 1,276% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 300$ kg/h), respectiv de 1,155% (în cazul debitului de alimentare $Q_p = 600$ kg/h).

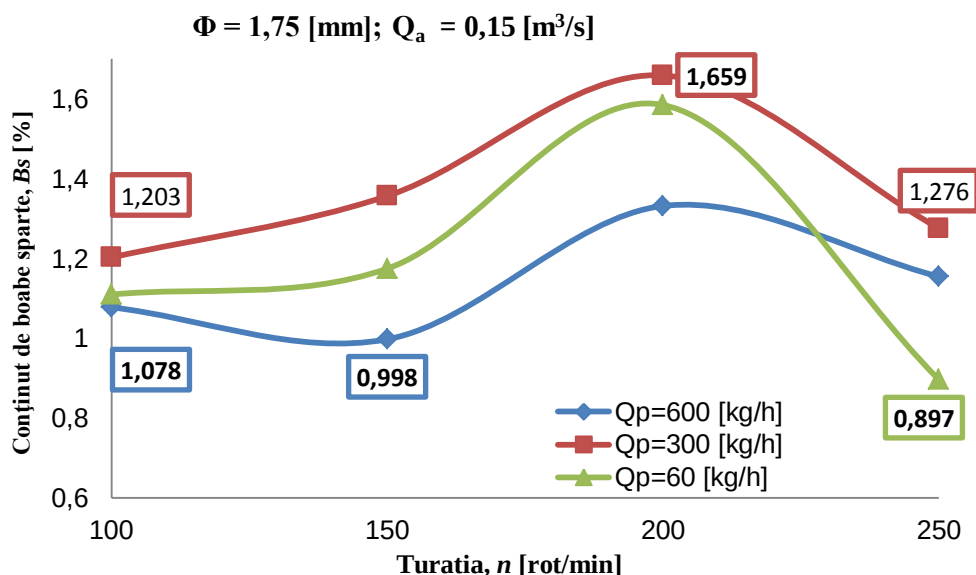


Fig. 5.7. Variația conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,75 mm, $Q_a = 0,15$ [m³/s]

Fig. 5.7. Variation of the content of broken grains using the perforated sheet sieve with round orifices with diameter of 1,75 mm, $Q_a = 0,15$ [m³/s]

Rezultatele încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu sită din tablă perforată cu orificii rotunde cu $\phi = 1,75$ mm, la debitul de aspirație de 0,075 m³/s sunt prezentate în fig. 5.8.

În cazul debitului de alimentare $Q_p = 60$ kg/h, cele mai bune rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 100 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 0,936\%$), cel mai ridicat fiind de 1,449% (pentru turația rotorului de 250 rot/min).

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300$ kg/h, cele mai mari rezultate au fost

înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,336\%$), cel mai scăzut fiind de 0,872% (pentru turația rotorului de 100 rot/min).

În cazul variantei experimentale în care debitul de alimentare a fost $Q_p = 600$ kg/h, valorile cele mai scăzute ale conținutului de boabe sparte au fost înregistrate pentru turația rotorului de 100 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 0,895\%$), cele mai mari rezultate fiind înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min, unde conținutul de boabe sparte a fost de 1,472%.

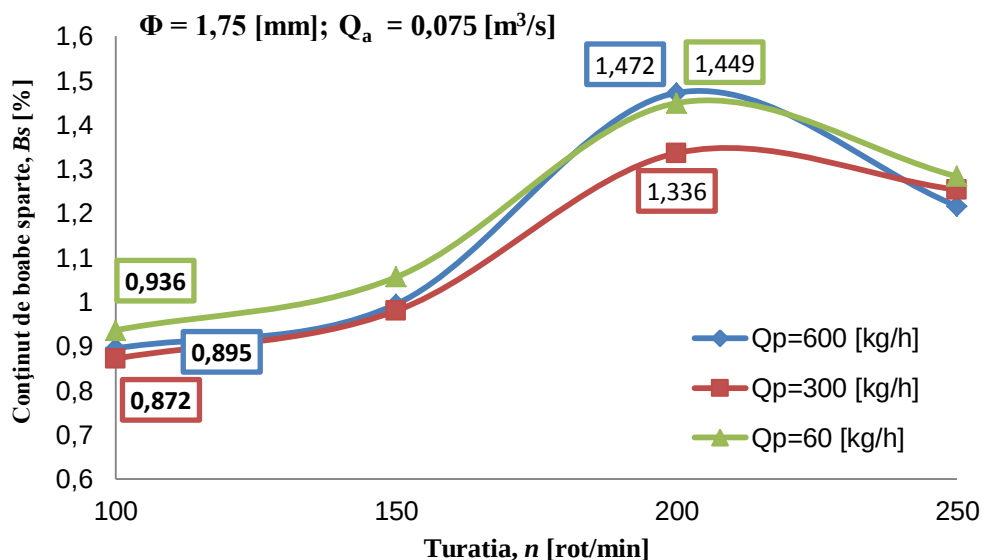


Fig. 5.8. Variația conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,75 mm, $Q_a = 0,075$ [m³/s]

Fig. 5.8. *Variation of the content of broken grains using the perforated sheet sieve with round orifices with diameter of 1,75 mm, $Q_a = 0,075$ [m³/s]*

În urma cercetărilor s-a constatat că la utilizarea sitei cu orificii perforate cu diametrul de 1,75 mm, gradul cel mai ridicat de boabe sparte s-a înregistrat pentru toate cele trei debite de alimentare cu produs la turația de 200 rot/min atât în cazul debitului de aspirație de 0,15 m³/s, cât și pentru cel de 0,075 m³/s.

De asemenea, în urma încercărilor efectuate pe mașina de periat echipată cu manta din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul de 1,75 mm s-a stabilit că regimul optim de funcționare al acestora se obține la o turație a rotorului de 250 rot/min și capacitatea de prelucrare de 600 kg/h în cazul debitului de aspirație de 0,15 m³/s, iar pentru debitul de aspirație de 0,075 m³/s regimul optim de funcționare s-a înregistrat la turația de 100 rot/min la debitul de alimentare $Q_p = 300$ kg/h.

În fig. 5.9 sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu sită din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $\phi = 1,5$ mm și debit de aspirație de 0,15 m³/s.

În cazul utilizării instalației de periere la turația rotorului de 100 rot/min, cele mai bune rezultate au fost obținute pentru debitul de alimentare $Q_p = 600$ kg/h unde conținutul de boabe sparte a fost de 1,185%, iar cel mai ridicat conținut de 1,476% a fost obținut

pentru debitul de alimentare de $Q_p = 60 \text{ kg/h}$.

La turația instalației de 150 rot/min, conținut scăzut de boabe sparte a fost obținut în cazul alimentării instalației cu un debit de 600 kg/h, unde conținutul de boabe sparte a fost de 1,251%.

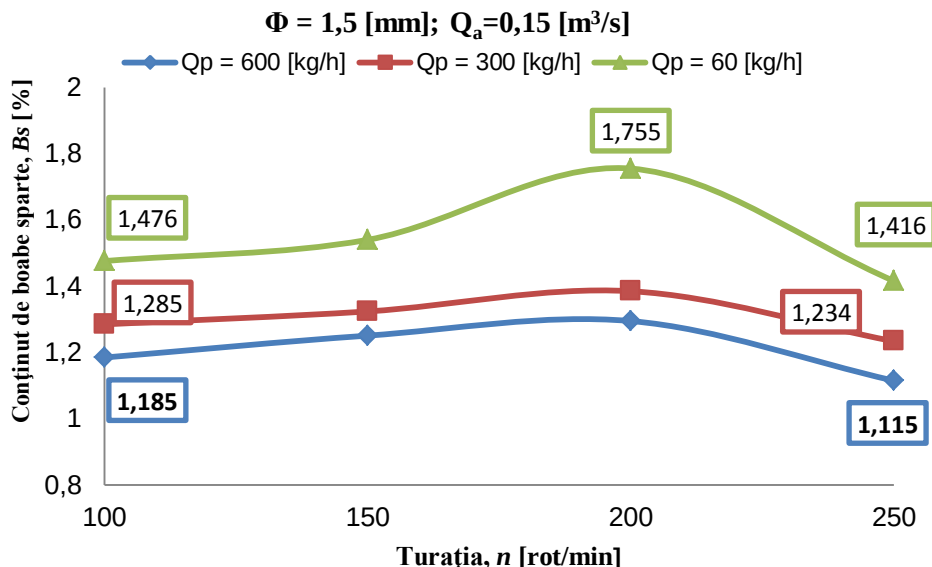


Fig. 5.9. Variația conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,5 mm, $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.9. Variation of the content of broken grains using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter of 1,5 mm, $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

De asemenea, valori scăzute ale conținutului de boabe sparte au fost înregistrate și în cazul turației de 200 rot/min, respectiv 250 rot/min, când s-a obținut un procent de boabe sparte de 1,295%, respectiv 1,115%.

Totodată, cele mai ridicate valori ale conținutului de boabe sparte a fost înregistrat pentru varianta în care turația instalației de periere a fost de 200 rot/min iar debitul de alimentare de 60 kg/h.

În fig. 5.10 sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu sită din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $\phi = 1,5 \text{ mm}$ și debit de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

În cazul debitului de alimentare de $Q_p = 60 \text{ kg/h}$, cele mai bune rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 250 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,390\%$), cel mai ridicat fiind de 1,545% (pentru turația rotorului de 200 rot/min).

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300 \text{ kg/h}$, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,300\%$), cel mai scăzut fiind de 1,007% (pentru turația rotorului de 100 rot/min).

În cazul variantei experimentale în care debitul de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, valorile cele mai scăzute ale conținutului de boabe sparte au fost înregistrate pentru turația rotorului de 150 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 0,953\%$), cele mai mari rezultate fiind înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min, unde conținutul de boabe sparte a fost de 1,045%.

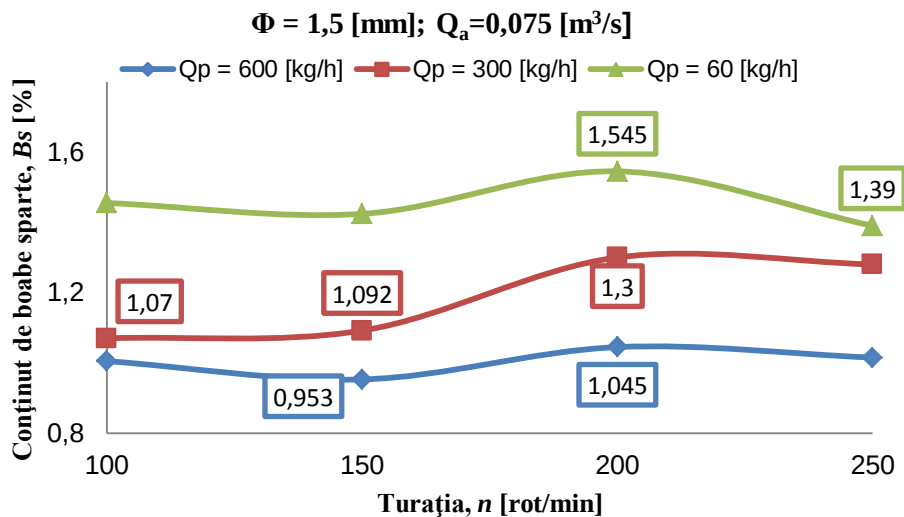


Fig. 5.10. Variația conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,5 mm, $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.10. Variation of the content of broken grains using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter of 1,5 mm, $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

În urma cercetărilor efectuate pe mașina de periat echipată cu manta din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul de 1,5 mm, s-a constatat că varianta optimă de funcționare a utilajului, în care procentul de boabe sparte s-a situat sub valoarea de 1%, s-a obținut la folosirea unui debit de aspirație $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$, turația rotorului de 150 rot/min și debit de alimentare cu produs de 600 kg/h.

Rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu mașina de periat echipată cu sită din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor $\phi = 1,00 \text{ mm}$ sunt prezentate în fig. 5.11 (la $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$), respectiv fig. 5.12 ($Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$).

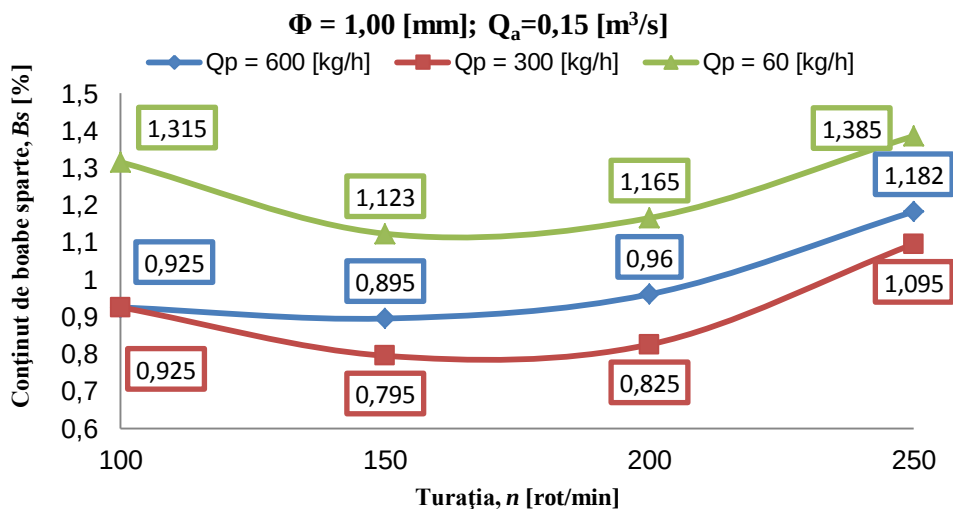


Fig. 5.11. Variația conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,00 mm, $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.11. Variation of the content of broken grains using the perforated sheet sieve with round orifices with diameter of 1,00 mm, $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

În cazul debitului de alimentare de $Q_p = 60$ kg/h, cele mai bune rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 150 rot/min (unde procentul de boabe sparte a fost $B_s = 1,123\%$), cel mai ridicat fiind de 1,385% (pentru turația rotorului de 250 rot/min).

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300$ kg/h, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 250 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,095\%$), cel mai scăzut fiind de 0,795% (pentru turația rotorului de 150 rot/min).

În cazul variantei experimentale în care debitul de alimentare $Q_p = 600$ kg/h, valorile cele mai scăzute ale conținutului de boabe sparte au fost înregistrate pentru turația rotorului de 150 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 0,895\%$), cele mai mari rezultate fiind înregistrate la turația rotorului de 250 rot/min, unde conținutul de boabe sparte a fost de 1,182%.

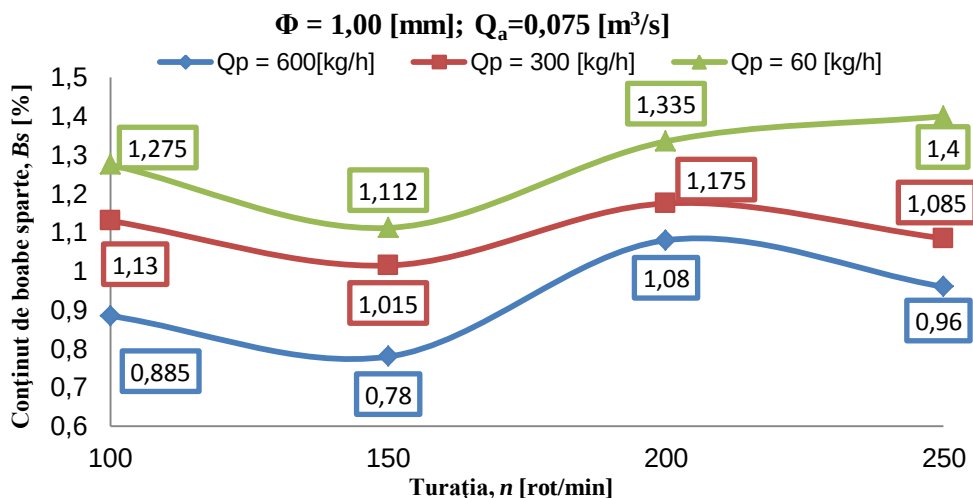


Fig. 5.12. Variația conținutului de boabe sparte la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1 mm, $Q_a = 0,075$ [m³/s]

Fig. 5.12. Variation of the content of broken grains using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter of 1 mm, $Q_a = 0,075$ [m³/s]

Cu privire la debitul de aspirație Q_a de 0,075 m³/s și debitul de alimentare de Q_p de 60 kg/h, cele mai bune rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 150 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,112\%$), cel mai ridicat fiind de 1,400% pentru turația rotorului de 250 rot/min (fig. 5.12).

Pentru debitul de alimentare Q_p de 300 kg/h, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 1,175\%$), cel mai scăzut fiind de 1,015% (pentru turația rotorului de 150 rot/min).

În cazul variantei experimentale în care debitul de alimentare Q_p a fost 600 kg/h, valorile cele mai scăzute ale conținutului de boabe sparte au fost înregistrate pentru turația rotorului de 150 rot/min (cu un procent de boabe sparte $B_s = 0,780\%$), cele mai mari rezultate fiind înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min, unde conținutul de boabe sparte a fost de 1,080%.

Gradul cel mai crescut de vătămare a boabelor, pentru ambele debite de aspirație la ($Q_a = 0,15$ m³/s; $Q_a = 0,075$ m³/s), s-a înregistrat la turația rotorului cu perii de 250 rot/min

și la un debit de alimentare cu produs $Q_p = 60$ kg/h.

Prin cercetările efectuate în laborator pe mașina de periat echipată cu manta din tablă perforată cu orificii cu diametrul de 1,00 mm s-a stabilit că regimul optim de funcționare al utilajului se obține la debitul de alimentare cu produs de 600 kg/h, turația rotorului de 150 rot/min și debitul de aspirație de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, iar pentru debitul de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ varianta optimă se înregistrează tot la turația de 150 rot/min, însă la un debit minim de alimentare ($Q_p = 60$ kg/h).

5.2. ANALIZA INFLUENȚEI PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI APARATULUI DE PERIAT ASUPRA CONȚINUTULUI DE CENUȘĂ

În general, conținutul de cenușă specific grâului are valori cuprinse între 1,5 % și 2,00 %, din care circa 0,35 % se regăsește în endosperm, iar restul în stratul aleuronic, pericarp și germeni (*Wheat Quality & Carbohydrate Research*, 2015).

În cadrul analizelor de laborator efectuate asupra probelor martor, reprezentate de boabele de grâu ce nu au fost supuse operației de periere, a rezultat un conținut de cenușă 1,65404 %.

În *fig. 5.13* sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator privind influența debitului de alimentare cu produs, a debitului de aspirație și a turațiilor rotorului cu perii asupra conținutului de cenușă pentru sita cu orificii alungite cu dimensiunile de 20 mm x 1,5 mm și debitul de aspirație de $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

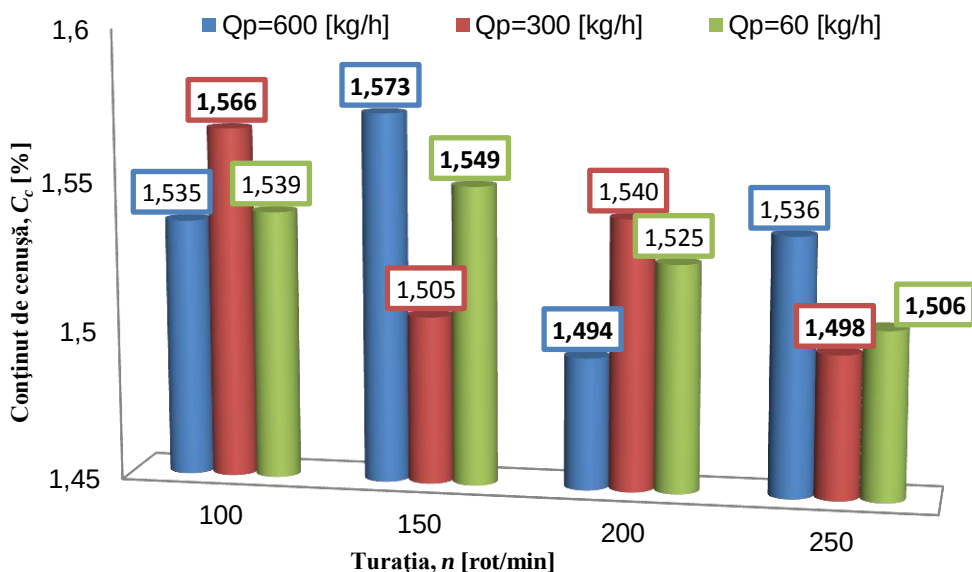


Fig. 5.13. Variația conținutului de cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,5 mm, $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

Fig. 5.13. Variation of ash content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 20 mm x 1,5 mm, at a suction flow $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

Conținutul de cenușă al boabelor periate cu ajutorul instalației de periat având

debitul de alimentare $Q_p = 60$ kg/h a înregistrat cele mai ridicate rezultate la turația de 150 rot/min (conținut de cenușă $C_c = 1,549\%$), cele mai scăzute fiind în cazul utilizării instalației de periere la turația de 250 rot/min, unde conținutul de cenușă a înregistrat valoarea de 1,506%.

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300$ kg/h, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 100 rot/min (cu un conținut de cenușă $C_c = 1,566\%$), cel mai scăzut fiind de 1,498% (pentru turația rotorului de 250 rot/min).

Referitor la debitul de alimentare $Q_p = 600$ kg/h, valorile cele mai scăzute ale conținutului de cenușă au fost înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min (cu un conținut de cenușă $C_c = 1,494\%$), cele mai mari rezultate fiind înregistrate pentru turația rotorului de 150 rot/min, unde conținutul de cenușă a fost de $C_c = 1,573\%$.

În *fig. 5.14* sunt prezentate rezultatele privind conținutul de cenușă, rezultate obținute în urma încercărilor de laborator privind influența debitului de alimentare cu produs, a debitului de aspirație și a turațiilor rotorului cu perii pentru sita cu orificii alungite cu dimensiunile perforațiilor de 20 mm x 1,5 mm și debitul de aspirație de 0,075 m³/s.

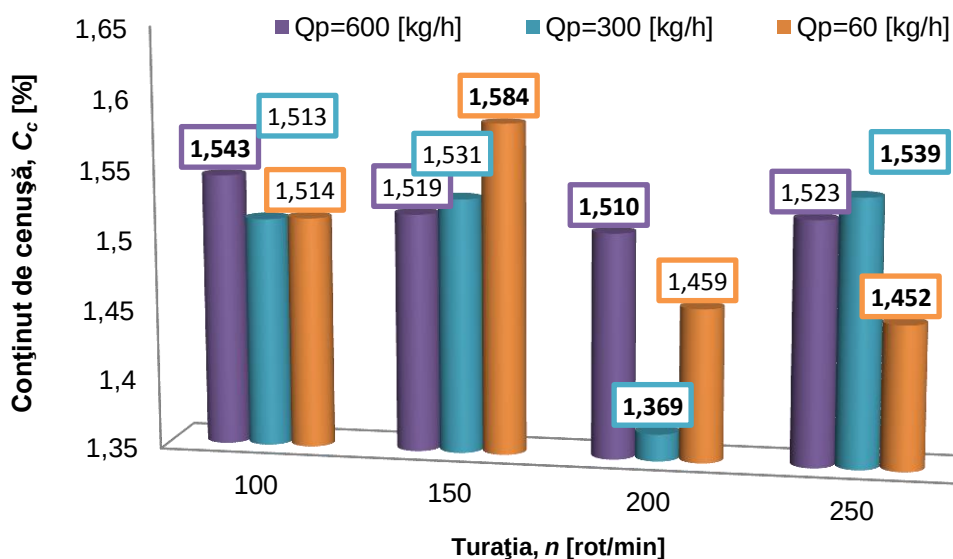


Fig. 5.14. Variația conținutului de cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,5 mm, $Q_a = 0,075$ [m³/s]

Fig. 5.14. Variation of ash content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 20 mm x 1,5 mm, at a suction flow $Q_a = 0,075$ [m³/s]

În cazul debitului de alimentare de $Q_p = 60$ kg/h, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 150 rot/min (unde conținutul de cenușă C_c a avut valoarea de 1,584%), cel mai scăzut fiind de 1,452% (pentru turația rotorului de 250 rot/min).

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300$ kg/h, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 250 rot/min (conținutul de cenușă înregistrat a fost de 1,539%), cel mai scăzut fiind de 1,369% (pentru turația rotorului de 200 rot/min).

În cazul variantei experimentale în care debitul de alimentare a fost $Q_p = 600$ kg/h, valorile cele mai scăzute ale conținutului de cenușă au fost înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min (unde conținutul de cenușă a fost de $C_c = 1,510\%$), cele mai mari rezultate fiind înregistrate pentru turația rotorului de 100 rot/min, unde conținutul de cenușă a fost de 1,543%.

La perierea boabelor de grâu cu instalația de laborator echipată cu manta din tablă perforată cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,5 mm s-a constatat o scădere a procentului de cenușă de până la 0,23 %, în cazul utilizării debitului de aspirație de 0,15 m³/s, la turația de 200 rot/min și la un debit de alimentare cu produs de 300 kg/h.

Cele mai ridicate valori pentru conținutul de cenușă s-au înregistrat la turația rotorului de 150 rot/min și debit de alimentare de 600 kg/h în cazul debitului de aspirație de 0,15 m³/s, iar pentru $Q_a = 0,075$ m³/s cele mai bune rezultate au fost înregistrate la debitul de alimentare cu produs de 60 kg/h.

În fig. 5.15 și 5.16 sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator privind influența debitului de alimentare cu produs, a debitului de aspirație și a turațiilor rotorului cu perii asupra conținutului de cenușă pentru sita cu orificii alungite cu dimensiunile perforațiilor de 20 mm x 1,75 mm pentru debitele de aspirație $Q_a = 0,15$ m³/s, respectiv $Q_a = 0,075$ m³/s.

În cazul folosirii acestui tip de manta din tablă perforată s-a remarcat că toate valorile obținute în urma încercărilor de laborator în ceea ce privește conținutul de cenușă s-au situat sub nivelul stabilit la proba martor, respectiv $C_c = 1,654$ %.

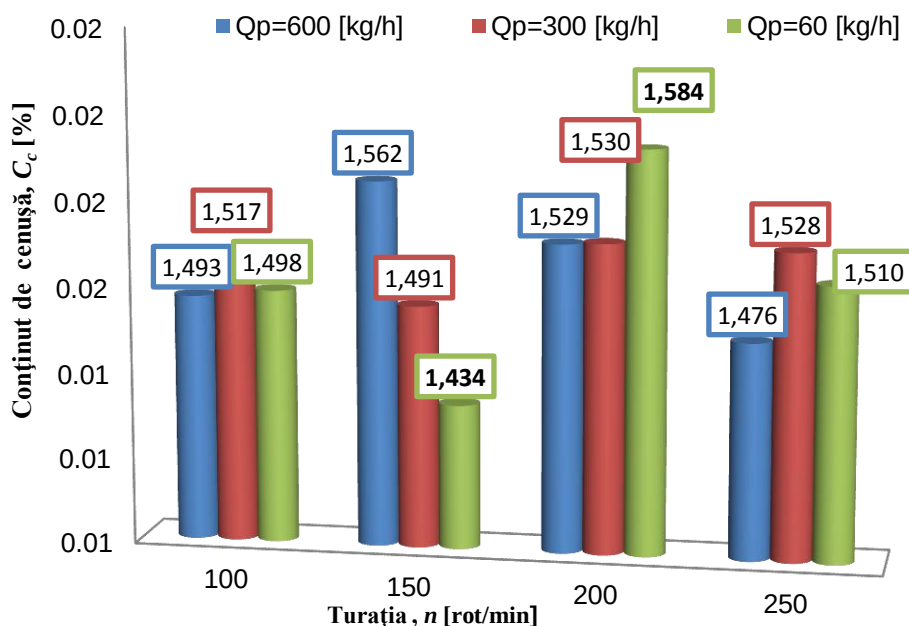


Fig. 5.15. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,75 mm, $Q_a = 0,15$ [m³/s]

Fig. 5.15. Variation of ash content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 20 mm x 1,75 mm, at a suction flow $Q_a = 0,15$ [m³/s]

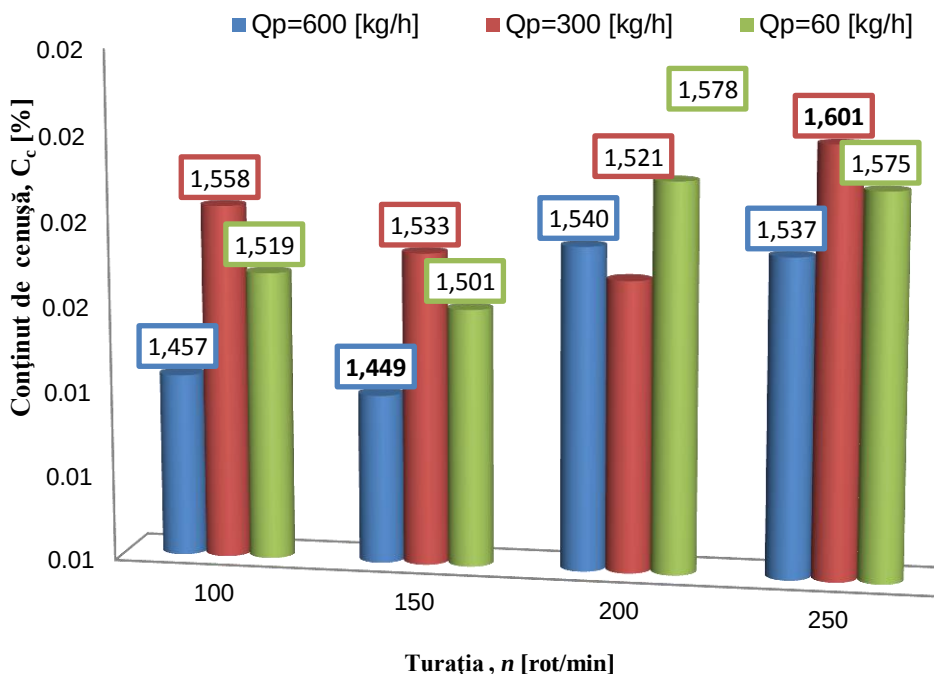


Fig. 5.16. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,75 mm, $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.16. Variation of ash content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 20 mm x 1,75 mm, at a suction flow $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Cea mai mare valoare a conținutului de cenușă ($C_s = 1,601\%$) s-a înregistrat la debitul de alimentare cu produs $Q_p = 300 \text{ kg/h}$, turația rotorului de 250 rot/min și un debit de aspirație de $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$. Această valoare crescută a conținutului de cenușă s-a datorat debitului de alimentare relativ scăzut și turației crescute a rotorului, parametri ce au determinat o dezvoltare intensă a prafului din interiorul carcasei. De asemenea, praful și impuritățile generate în urma operației de periere nu au fost eliminate corespunzător, fapt cauzat de debitul de aspirație scăzut.

Încercările efectuate în laborator pe mașina de periat echipată cu manta perforată cu orificii alungite ($L \times l = 20 \text{ mm} \times 1,75 \text{ mm}$) au relevat că cel mai scăzut conținut de cenușă se obține, la turația rotorului de 150 rot/min și debitul de alimentare $Q_p = 60 \text{ kg/h}$ pentru $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ unde conținutul de cenușă a fost $C_c = 1,434\%$, iar pentru $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ la debitul maxim de alimentare cu produs, respectiv $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, unde conținutul de cenușă a fost de $C_c = 1,449\%$.

În fig. 5.17 și 5.18 sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator privind influența debitului de alimentare cu produs (Q_p), a debitului de aspirație (Q_a) și a turațiilor rotorului cu perii (n) asupra conținutului de cenușă pentru sita cu orificii alungite cu dimensiunile perforațiilor de 10 mm x 1,10 mm.

Cea mai ridicată valoare a conținutului de cenușă ($C_c = 1,570\%$) a fost la turația rotorului de 200 rot/min și debitul de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, în timp ce valoarea cea mai scăzută a fost obținută la turația de 200 rot/min și debit de alimentare $Q_p = 60 \text{ kg/h}$.

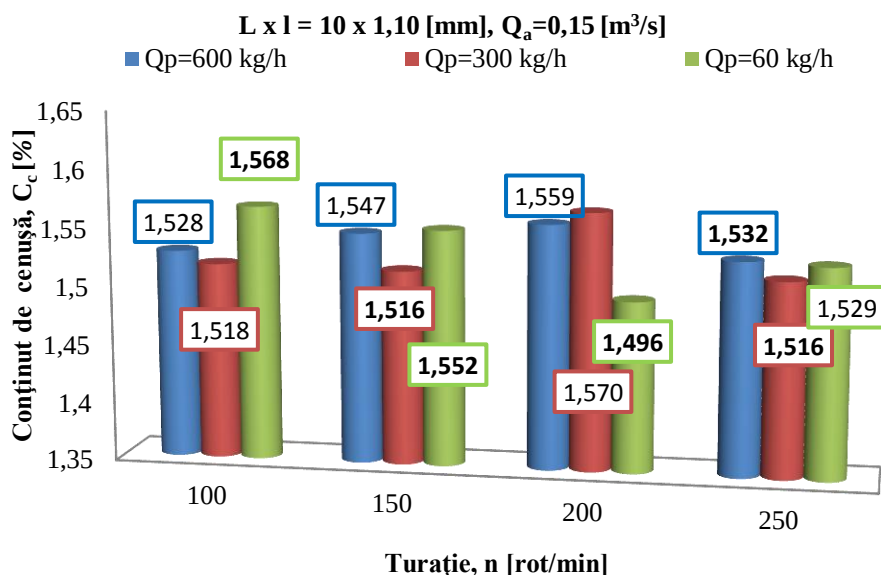


Fig. 5.17. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 10 mm x 1,10 mm, $Q_a = 0,15$ [m³/s]

Fig. 5.17. Variation of ash content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 10 mm x 1,10 mm, at a suction flow $Q_a = 0,15$ [m³/s]

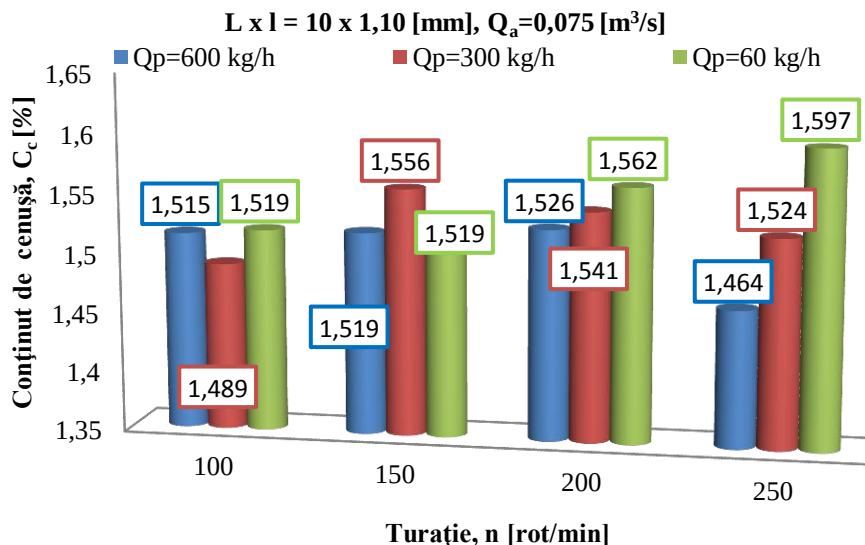


Fig. 5.18. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 10 mm x 1,10 mm, $Q_a = 0,075$ [m³/s]

Fig. 5.18. Variation of ash content using perforated sheet sieve with elongated orifices of 10 mm x 1,10 mm, at a suction flow $Q_a = 0,075$ [m³/s]

Rezultatele încercărilor de laborator efectuate pe instalația de periat grâu IPG, echipată cu manta din tablă perforată cu orificii alingite cu dimensiunea acestora de 10 mm x 1,10 mm, au relevat că procentul cel mai mic de cenușă, respectiv $C_c = 1,464$ %, se

obține la utilizarea debitului de aspirație de $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$, turația rotorului $n = 250$ rot/min și $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, iar în cazul debitului minim de alimentare cu produs ($Q_p = 60 \text{ kg/h}$) se obține cel mai ridicat conținut de cenușă $C_c = 1,597\%$.

În *fig. 5.19* sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator privind influența debitului de alimentare cu produs, a debitului de aspirație și a turațiilor rotorului cu perii asupra conținutului de cenușă pentru sita cu orificii rotunde cu diametrul de $1,75 \text{ mm}$, la debitul de aspirație $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$.

În cazul debitului de alimentare de $Q_p = 60 \text{ kg/h}$, cele mai mari rezultate au fost înregistrate la turația rotorului de 250 rot/min (unde conținutul de cenușă a fost $C_c = 1,598\%$), cel mai scăzut fiind de $1,487\%$ (pentru turația rotorului de 150 rot/min).

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300 \text{ kg/h}$, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 200 rot/min (cu un conținut de cenușă a fost de $C_c = 1,583\%$), cel mai scăzut fiind de $1,513\%$ (pentru turația rotorului de 100 rot/min).

În cazul variantei experimentale în care debitul de alimentare a fost $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, cele mai bune rezultate privind conținutul de cenușă au fost obținute pentru turația rotorului de 200 rot/min (unde conținutul de cenușă a fost de $C_c = 1,450\%$), cele mai mari rezultate fiind înregistrate pentru turația rotorului de 250 rot/min , unde conținutul de cenușă a fost $C_c = 1,563\%$.

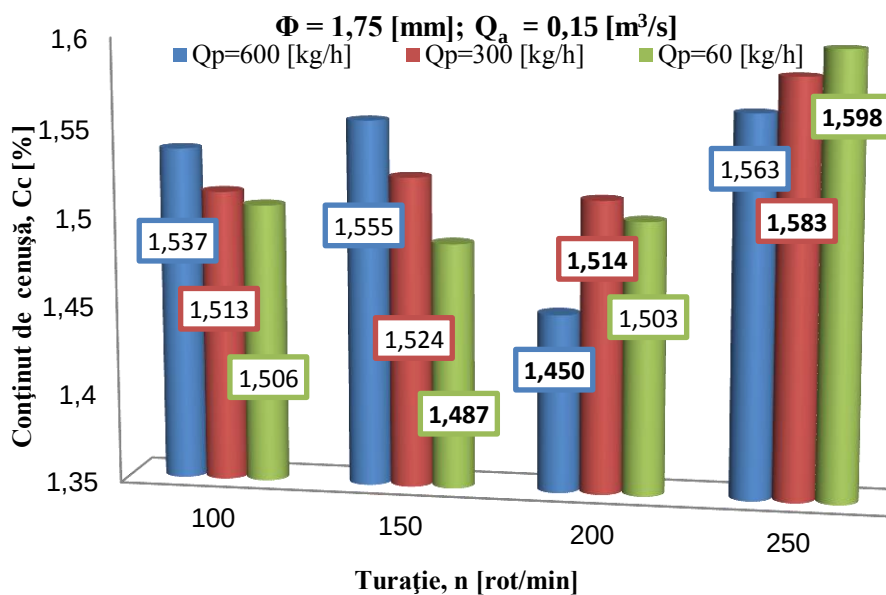


Fig. 5.19. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,75 \text{ mm}$, $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

Fig. 5.19. Variation of ash content using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter $\phi = 1,75 \text{ mm}$, at a suction flow $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$

În *fig. 5.20* sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator privind influența debitului de alimentare cu produs, a debitului de aspirație și a turațiilor rotorului cu perii asupra conținutului de cenușă pentru sita cu orificii rotunde cu diametrul de $1,75 \text{ mm}$, la debitul de aspirație $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cea mai mare valoare a conținutului de cenușă ($C_s = 1,585\%$) s-a înregistrat la debitul de alimentare cu produs $Q_p = 300$ kg/h, turația rotorului de 150 rot/min și un debit de aspirație de $Q_a = 0,075$ m³/s. Această valoare crescută a conținutului de cenușă s-a datorat debitului de alimentare relativ scăzut ce a determinat dezvoltarea prafului în interiorul instalației, o altă cauză fiind debitul de aspirație scăzut, deoarece praful și impuritățile generate în urma operației de periere nu au putut fi eliminate corespunzător din instalație.

Încercările efectuate în laborator pe mașina de periat echipată cu manta perforată cu orificii rotunde (diametrul orificiilor de 1,75 mm) au relevat că cel mai scăzut conținut de cenușă se obține la turația rotorului de 100 rot/min și debitul de alimentare $Q_p = 300$ kg/h, unde conținutul de cenușă a fost $C_c = 1,436\%$. Rezultate sub valoarea de 1,5% au fost înregistrate și la turațiile instalației de periere de 100 rot/min și $Q_p = 600$ kg/h, respectiv 200 rot/min și $Q_p = 60$ kg/h, unde conținuturile de cenușă ale semințelor de cereale periate au fost de 1,470% respectiv 1,496%.

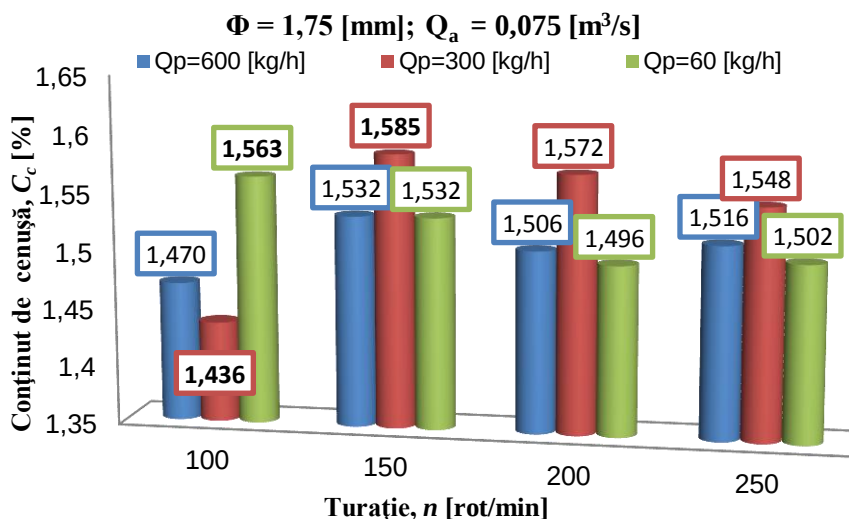


Fig. 5.20. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,75$ mm, $Q_a = 0,075$ [m³/s]

Fig. 5.20. Variation of ash content using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter $\phi = 1,75$ mm, at a suction flow $Q_a = 0,075$ [m³/s]

În cazul utilizării sitei perforate cu orificii rotunde cu diametrul de 1,75 mm, rezultatele obținute privind conținutul de cenușă s-au situat sub nivelul valorii probei martor, respectiv de 1,654%, pentru toate variantele experimentale efectuate. La debitul de aspirație $Q_a = 0,15$ m³/s, cel mai scăzut procent de cenușă s-a înregistrat la turația rotorului de 200 rot/min și debitul de alimentare cu produs de 600 kg/h.

Cele mai ridicate valori ale conținutului de cenușă s-au consemnat la turația de 250 rot/min, pentru toate cele trei debite de alimentare cu produs. La debitul de aspirație de 0,075 m³/s, valoarea minimă a procentului de cenușă s-a înregistrat la debitul de alimentare cu produs de 300 kg/h și o turație a rotorului cu perii de 100 rot/min.

În fig. 5.21 sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator privind influența debitului de alimentare cu produs, a debitului de aspirație și a turațiilor

rotorului cu perii asupra conținutului de cenușă pentru sita cu orificii rotunde cu diametrul de 1,00 mm.

Pentru debitul de aspirație $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ și debitul de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$ cele mai bune rezultate au fost înregistrate în cazul utilizării instalației de periere la turația de 200 rot/min (unde conținutul de cenușă a avut valoarea de 1,458%), cel mai ridicat procent fiind înregistrat pentru turația de 100 rot/min ($C_c = 1,561\%$).

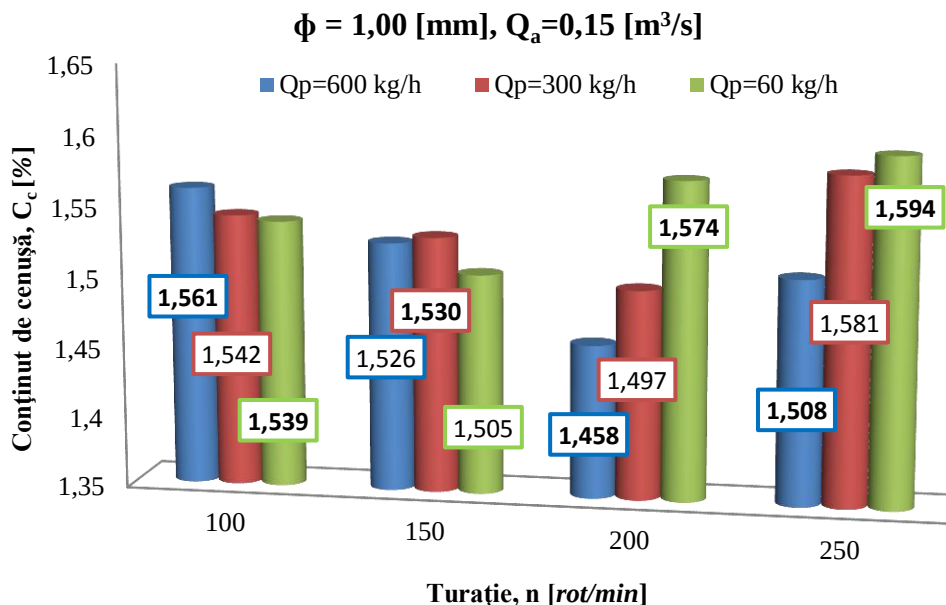


Fig. 5.21. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,00 \text{ mm}$, $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.21. Variation of ash content using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter $\phi = 1,00 \text{ mm}$, at a suction flow $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300 \text{ kg/h}$ cele mai bune rezultate au fost înregistrate în cazul utilizării instalației de periere la turația de 200 rot/min (unde conținutul de cenușă al grâului periat a avut valoarea de 1,497%), cel mai ridicat procent fiind înregistrat pentru turația de 100 rot/min ($C_c = 1,581\%$).

Cu privire la debitul de alimentare $Q_p = 60 \text{ kg/h}$, cele mai ridicate valori ale conținutului de cenușă au fost înregistrate în cazul utilizării instalației de periere la turația de 250 rot/min (unde $C_c = 1,594\%$), cel mai scăzut procent fiind înregistrat pentru turația de 150 rot/min (unde conținutul de cenușă a fost $C_c = 1,581\%$).

În fig. 5.22 sunt prezentate rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator pentru sita cu orificii rotunde cu diametrul de 1,00 mm și debitul de aspirație $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cea mai ridicată valoare a conținutului de cenușă a fost obținut pentru grâul periat la turația instalației de 250 rot/min și debitul de alimentare cu produs de 300 kg/h, unde valoarea conținutului de cenușă a fost de 1,596%.

Cel mai scăzut procent de cenușă s-a înregistrat la utilizarea debitului de aspirație $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$, turația rotorului 100 rot/min respectiv 200 rot/min și debit de alimentare $Q_p =$

300 kg/h unde valoarea conținutului de cenușă al grâului periat a fost de 1,535%.

În urma echipării instalației de periat cu sită din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul de 1 mm s-a constatat o tendință de creștere a procentului de cenușă funcție turația rotorului, în cazul ambelor debite de aspirație.

$$\phi = 1,00 \text{ [mm]}, Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

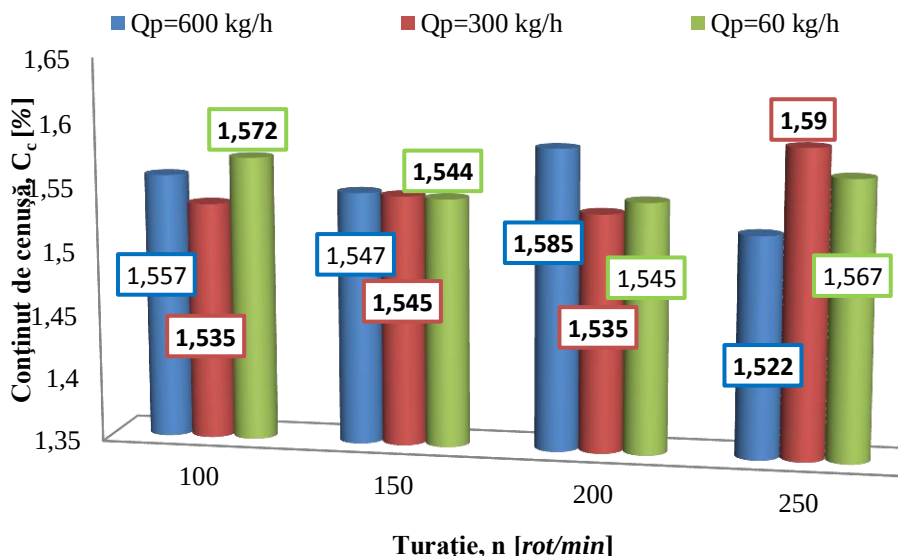


Fig. 5.22. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,00 \text{ mm}$, $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.22. Variation of ash content using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter $\phi = 1,00 \text{ mm}$, at a suction flow $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Creșterea conținutului de cenușă în masa de boabe se explică prin faptul că odată cu mărirea turației se dezvoltă mai mult praf, iar suprafața totală a găurilor de pe sita cu diametrul orificiilor de 1 mm scade considerabil față de mantalele perforate cu orificii alungite, împiedicând astfel aspirația prafului și impurităților din interiorul instalației.

Rezultatele obținute în urma încercărilor de laborator privind influența debitului de alimentare cu produs, a debitului de aspirație și a turațiilor rotorului cu perii asupra conținutului de cenușă pentru sita cu orificii rotunde cu diametrul de 1,5 mm sunt prezentate în fig. 5.23 (pentru $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$) respectiv fig. 5.24 (pentru $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$).

În cazul debitului de alimentare de $Q_p = 60 \text{ kg/h}$, cele mai ridicate valori ale conținutului de cenușă au fost înregistrate la turația rotorului de 250 rot/min (unde conținutul de cenușă a fost $C_c = 1,621\%$), cel mai scăzut fiind de 1,499% (la turația rotorului de 100 rot/min).

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300 \text{ kg/h}$, cele mai mari rezultate au fost înregistrate pentru turația rotorului de 250 rot/min (cu un conținut de cenușă a fost de $C_c = 1,594\%$), cel mai scăzut fiind de 1,515% (pentru turația rotorului de 100 rot/min).

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, cele mai bune rezultate privind conținutul de cenușă au fost obținute pentru turația rotorului de 150 rot/min (unde conținutul de cenușă a fost de $C_c = 1,501\%$), cele mai mari rezultate fiind înregistrate pentru turația rotorului de 250 rot/min, unde conținutul de cenușă a fost $C_c = 1,589\%$.

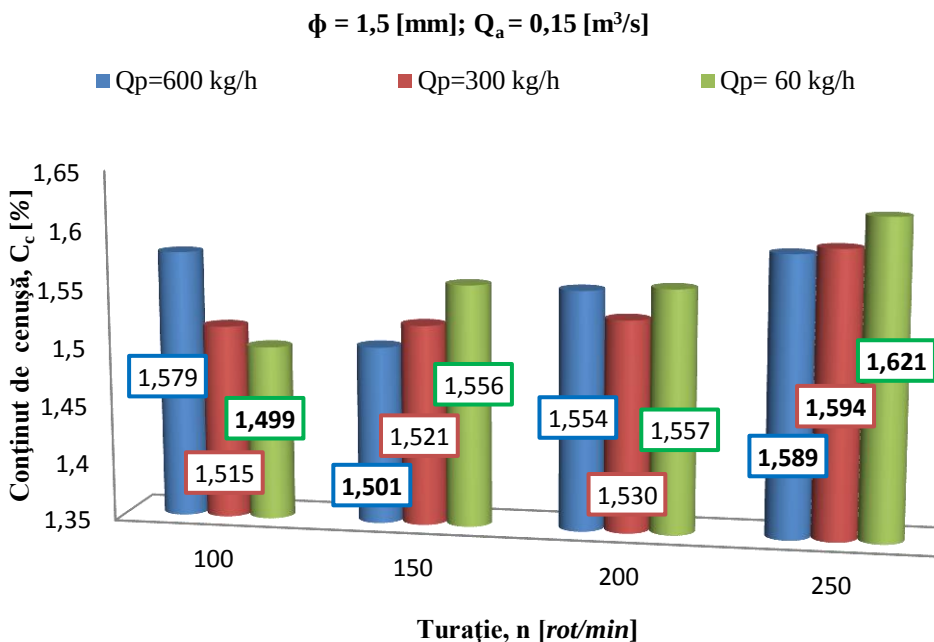


Fig. 5.23. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,75 \text{ mm}$, $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.23. Variation of ash content using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter $\phi = 1,75 \text{ mm}$, at a suction flow $Q_a = 0,15 \text{ [m}^3/\text{s]}$

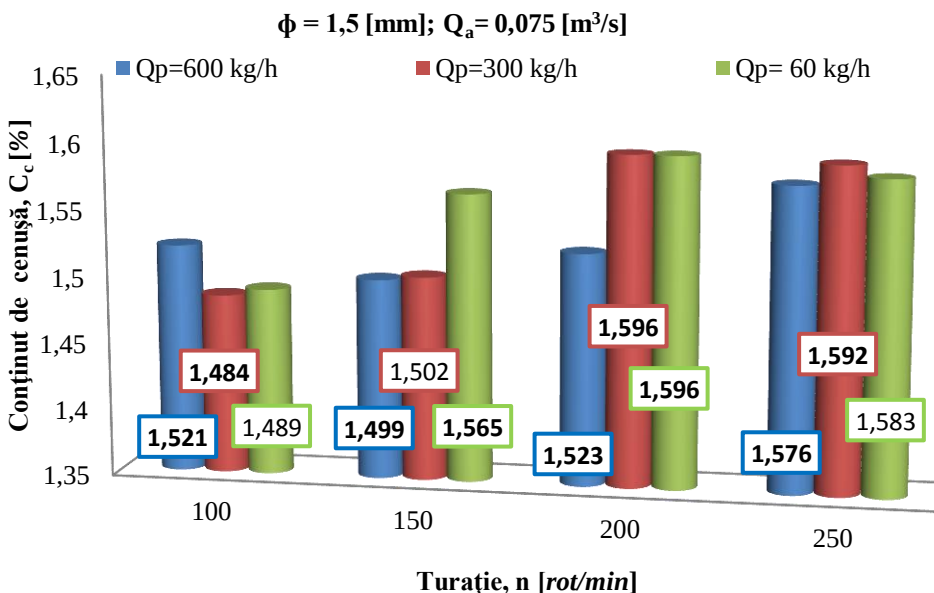


Fig. 5.24. Variația conținutului cenușă la utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,5 \text{ mm}$, $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Fig. 5.24. Variation of ash content using perforated sheet sieve with round orifices with a diameter $\phi = 1,5 \text{ mm}$, at a suction flow $Q_a = 0,075 \text{ [m}^3/\text{s]}$

Pentru debitul de aspirație $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ și debitul de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$ cele mai bune rezultate au fost înregistrate în cazul utilizării instalației de periere la turația de 150 rot/min (unde conținutul de cenușă a avut valoarea de 1,499%), cel mai ridicat procent fiind înregistrat pentru turația de 250 rot/min, unde $C_c = 1,576\%$.

Pentru debitul de alimentare $Q_p = 300 \text{ kg/h}$, cele mai bune rezultate au fost înregistrate în cazul utilizării instalației de periere la turația de 100 rot/min (unde conținutul de cenușă al grâului periat a avut valoarea de 1,484%), cel mai ridicat procent fiind înregistrat pentru turația de 200 rot/min, unde $C_c = 1,596\%$.

Cu privire la debitul de alimentare $Q_p = 60 \text{ kg/h}$ cele mai ridicate valori ale conținutului de cenușă au fost înregistrate în cazul utilizării instalației de periere la turația de 200 rot/min (unde $C_c = 1,596\%$), cel mai scăzut procent fiind înregistrat la turația de 100 rot/min (unde conținutul de cenușă a fost $C_c = 1,489\%$).

În urma echipării instalației de periat cu manta din tablă perforată cu diametrul orificiilor de 1,5 mm, cel mai scăzut conținut de cenușă ($C_c = 1,499\%$) s-a consemnat la debitul de aspirație $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, turația rotorului de 150 rot/min și debitul de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$.

În cazul utilizării debitului de aspirație $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$, s-au constatat variații foarte mici ale conținutului de cenușă funcție de debitul de alimentare și turația rotorului, toate valorile situându-se peste nivelul de 1,5%. Această situație poate fi explicată prin faptul că suprafața totală a mantalei perforate ocupată de orificii este mai mică și debitul de aspirație relativ redus.

5.3. ANALIZA ȘI INTERPRETAREA STATISTICĂ A REZULTATELOR

Analiza statistică a datelor experimentale prin încercări ale mașinii de periat grâu la diferite debite de aspirație și turații de funcționare, impune utilizare metodei de analiza polifactorială (multifactorială).

Ca urmare a numărului mare de date ce urmează a fi gestionat s-a trecut la sistematizarea datelor experimentale funcție de factorii luați în studiu prin stabilirea numărului de variante conform *tabelului 5.1*.

Numărul variantelor pentru mașina de periat cu același tip de sită cu orificii alungite considerând două variabile independente (debitul de aspirație și turația rotorului).

Tabelul 5.1/ Table 5.1.

Variantele experimentale în funcție de debitul de aspirație Q_a [m^3/s] și turația rotorului n [rot/min]
Experimental variants depending on the suction flow Q_a [m^3/s] and the rotor speed n [rpm]

Debitul de aspirație, Q_a [m^3/h]	Variantele pentru sita cu orificii alungite, $L \times l = 20 \times 1,75$ [mm x mm] și cu debitul de alimentare al utilajului $Q_p = 600$ [kg/h]			
	Turația rotorului, n [rot/min]			
	n_1	n_2	n_3	n_4
Q_1	$V_{p25} (Q_1 n_1)$	$V_{p28} (Q_1 n_2)$	$V_{p31} (Q_1 n_3)$	$V_{p34} (Q_1 n_4)$
Q_2	$V_{p37} (Q_2 n_1)$	$V_{p40} (Q_2 n_2)$	$V_{p43} (Q_2 n_3)$	$V_{p46} (Q_2 n_4)$

Fiecare variantă în parte obținută pentru un cuplu de debit și turația de lucru reprezintă conținutul de boabe sparte. Valorile debitelor de aspirație utilizate în experiment au fost de $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ respectiv $0,075 \text{ m}^3/\text{s}$, iar pentru turație 100, 150, 200 respectiv 250

rot/min. Conținutul de boabe sparte este exprimat în grame. Pentru evitarea unor erori de măsură toate instrumentele de măsură utilizate au fost calibrate, iar pentru a obține o precizie ridicată în analiza statistică au fost realizate câte trei repetiții pentru fiecare variantă din *tabelul 5.1*.

Conținutul boabelor sparte la periere cu utilajul echipat cu sită cu orificii alungite cu dimensiunea orificiilor, $L \times l = 20 \times 1,75$ [mm x mm] și debit de alimentare al utilajului $Q_p = 600$ [kg/h] sunt redată în *tabelul 5.2*.

Tabelul 5.2/Table 5.2

Conținutul de boabe sparte în procesul de periere
The content of broken grains in the brushing process

Varianta	Conținutul de boabe sparte, B_s [g]			
	Repetiții			ΣV
	1	2	3	
V_{p25}	1,195	1,208	1,206	3,609
V_{p28}	0,873	0,899	0,766	2,538
V_{p31}	0,735	0,761	0,775	2,271
V_{p34}	0,753	0,772	0,725	2,250
V_{p37}	0,720	0,728	0,700	2,148
V_{p40}	0,939	0,957	1,011	2,907
V_{p43}	0,881	0,843	0,895	2,619
V_{p46}	0,775	0,764	0,813	2,352

Obiectivul experimentului propus spre analiză este de a măsura cu precizie conținutul de boabe sparte (care reprezintă o variabilă dependentă de cei doi parametri de lucru, debitul de aspirație și turația rotorului, care sunt considerați variabile independente).

Valoarea măsurată a conținutului de boabe sparte nu poate fi considerată satisfăcătoare dacă nu se fac precizări cu privire la intervalul de variație și probabilitatea corespunzătoare.

Utilizându-se formulele pentru calcularea sumei pătratelor abaterilor de la medie (**SP**) și a gradelor de libertate (**GL**) rezultă:

- suma pătratelor abaterilor pentru întreaga experiență sau dispersia totală

$$SP_T = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} = 0,555 \quad (5.1)$$

unde $N = 24$ reprezintă numărul total al conținuturilor de boabe sparte din experiență, *tabelul 5.2*.

- suma pătratelor abaterilor pentru repetiții sau variația între repetiții

$$SP_r = \frac{\sum R^2}{V} - \frac{(\sum x)^2}{N} = 0,069 \quad (5.2)$$

unde $V = 9$ reprezintă numărul variantelor din experiența, *tabelul 5.2*

- suma pătratelor abaterilor pentru variante

$$SP_v = \frac{\sum V^2}{R} - \frac{(\sum x)^2}{N} = 0,000241 \quad (5.3)$$

unde $R = 3$ reprezintă numărul repetițiilor din experiența, *tabelul 5.2*.

- suma pătratelor abaterilor pentru eroare

$$S_{Pe} = S_{P_T} - (S_{P_r} + S_{P_v} = 0,01773) \quad (5.4)$$

- numărul total de grade de libertate

$$GL_t = N - 1 = 23 \quad (5.5)$$

- numărul gradelor de libertate pentru repetiții

$$GL_r = R - 1 = 2 \quad (5.6)$$

- numărul gradelor de libertate pentru variante

$$GL_v = V - 1 = 7 \quad (5.7)$$

- numărul gradelor de libertate pentru eroare

$$GL_e = GL_t - (GL_r + GL_v) = 14 \quad (5.8)$$

- Calculul varianței pentru variante

$$s_v^2 = \frac{S_{P_v}}{GL_v} = 0,0767 \quad (5.9)$$

- Calculul varianței pentru eroare

$$s_e^2 = \frac{S_{P_e}}{GL_e} = 0,0012 \text{ g} \quad (5.10)$$

Dacă varianța erorii este cu mult mai mică față de varianța variantelor, înseamnă că diferențele se datorează factorilor cercetați (debit, turație) și ele se vor menține la repetarea experiențelor.

Dacă varianța erorii este mai mare sau apropiată de varianța variantelor, atunci influența factorilor cercetați nu este sigură și se datorează unor cauze întâmplătoare.

Variațiile conținutului de boabe sparte între repetiții cât și de la o experiență la alta sunt datorate următoarelor cauze:

- neuniformității distribuției boabelor de grâu în interiorul mașinii de periat pentru aceleași condiții de funcționare;
- interacțiunii între factori, care se manifestă în experiențele polifactoriale în cazul de față între debitul de aspirație în mașina de periat și turația rotorului cu perii utilizate la periere;
- erorilor experimentale, în special cele accidentale.

Interpretarea rezultatelor experimentale prezentate în *tabelul 5.2.* s-a realizat cu ajutorul testului „*F*”, acesta fiind calculat cu relația 5.11:

$$F = \frac{s_v^2}{s_e^2} = 60,87 \quad (5.11)$$

Pentru $GL_e = 14$ și $GL_v = 7$ valoarea teoretică a lui $F_t = 3,53$. Prin comparație rezultă că $F > F_t$ iar **testul este semnificativ**, diferențele trec peste limita erorilor, *factorii cercetați (debit de aspirație, turația rotorului) contribuind în măsură mai mare la variația conținutului de boabe sparte decât factorii accidentali.*

La determinarea gradului de semnificație cu ajutorul diferențelor limită se calculează în prima etapă media conținutului de boabe sparte în grame pentru fiecare variantă în parte, valoarea medie totală pentru întreaga experiență din *tabelul 5.2.* și diferențele față de valoarea medie pentru fiecare variantă, *tabelul 5.3.*

Tabelul 5.3./Table 5.3.

Parametrii de calcul
Calculation parameters

Variante n	$V_n = \frac{\sum V}{R}, g$	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}, g$	$d = V_n - \bar{x}, g$
Vp₂₅	1,2030	0,8622	0,34075
Vp₂₈	0,8460	0,8622	-0,01625
Vp₃₁	0,7570	0,8622	-0,10525
Vp₃₄	0,7500	0,8622	-0,11225
Vp₃₇	0,7160	0,8622	-0,14625
Vp₄₀	0,9690	0,8622	0,10675
Vp₄₃	0,8730	0,8622	0,01075
Vp₄₆	0,7840	0,8622	-0,07825

Pentru evidențierea semnificației diferențelor de conținut de boabe sparte medii se determină diferențele limită (**DL**) pentru probabilități de transgresiune (**P**) de 5%, 1% și 0,1%.

Diferența limită (**DL**) se calculează cu formula:

$$DL = \overline{s_d} \times t \quad (5.12)$$

unde: s_d eroarea diferențelor conținutului de boabe sparte se calculează cu formula:

$$\overline{s_d} = \pm \sqrt{\frac{2 \times s_e^2}{R}} = \pm 0,029 g \quad (5.13)$$

t abaterea normală .

La gradul de libertate a erorii $GLE = 14$ valorile abaterii normale **t** sunt 2,15; 2,98 și 4,14 pentru probabilitatea de a fi depășite datorită fluctuației întâmplătoare **P** de 5%, 1% și 0,1% (tab. 5.4).

Tabel 5.4/Table 5.4

Valorile diferențelor limită pentru cele trei probabilități
The values of the limit differences for the three probabilities

	DL	
	g	%
P 5%	±0,0624	7,24
P 1%	±0,0865	10,04
P 0,1%	±0,1202	13,95

Diferențele de conținut de boabe sparte dintre variantele cercetate și varianta martor se compară cu diferențele limită sau diferențele minime semnificative în vederea stabilirii semnificației acestora. Aprecierea se face în funcție de gradul de semnificație conform notărilor specifice prezentate în tabelul 5.5.

Tabelul 5.5./Table 5.5.

Grade de semnificație și notări
The significance degree and notations

Valoarea d (g)	Grade de semnificație	Notări	
		+	-
d < DL 5 %	nesemnificativ		
DL 5 % < d < DL 1%	semnificativ	x	o
DL 1 % < d < DL 0,1%	distinct semnificativ	xx	o o
d > DL 0,1 %	foarte semnificativ	xxx	o o o

Valorile diferenței medii **d** (tabelul 5.3.) și a diferențelor limită **DL** (g) (tabelul 5.4.) corelate cu gradele de semnificație (tabelul 5.5.) conduc la următorul tabel de sinteză a rezultatelor experimentale pentru cele opt variante prezentate în tabelul 5.6.

Tabelul 5.6./Table 5.6.

Sinteza rezultatelor experimentale
Synthesis of experimental results

Varianta	Conținutul de boabe sparte mediu		d (g)	Semnificația
	g	%		
Vp₂₅	1,203	139,5	+0,34075	xxx
Vp₄₀	0,969	112,4	+0,10675	xx
Vp₄₃	0,873	101,2	+0,01075	nesemnificativ
$\bar{X}$	0,862	100	-	-
Vp₂₈	0,846	98,1	-0,01625	nesemnificativ
Vp₄₆	0,784	90,9	-0,07825	o
Vp₃₁	0,757	87,8	-0,10525	o o
Vp₃₄	0,750	87,0	-0,11225	o o
Vp₃₇	0,716	84,6	-0,14625	o o o

Din analiza rezultatelor experimentale se observă:

- un **grad foarte semnificativ** pentru variantele **Vp₂₅** (la debitul de aspirație $Q_1 = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru turația $n_1 = 100 \text{ rpm}$) și respectiv **Vp₃₇** (la debitul de aspirație $Q_2 = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru turația $n_1 = 100 \text{ rpm}$);
- un **grad distinct semnificativ** pentru variantele **Vp₄₀** (la debitul de aspirație $Q_2 = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru turația $n_2 = 150 \text{ rpm}$), **Vp₃₁** (la debitul de aspirație $Q_1 = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru turația $n_3 = 200 \text{ rpm}$), **Vp₃₄** (la debitul de aspirație $Q_1 = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru turația $n_4 = 250 \text{ rpm}$);
- un **grad semnificativ** pentru varianta **Vp₄₆** (la debitul de aspirație $Q_2 = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru turația $n_4 = 250 \text{ rpm}$), iar la variantele **Vp₄₃** (la debitul de aspirație $Q_2 = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru turația $n_3 = 200 \text{ rpm}$);
- la **Vp₂₈** (variantă cu debitul de aspirație $Q_1 = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ pentru turația $n_2 = 150 \text{ rpm}$) rezultatele sunt **nesemnificative**, așa cum este prezentat în tabelul 5.6.

Aceasta arată că debitele **Q₁**, **Q₂** în combinație cu cele patru turații **n₁**, **n₂**, **n₃**, **n₄** au avut un efect **foarte semnificativ** sau **distinct semnificativ asupra conținutului de boabe sparte**.

5.4. CONCLUZII PARȚIALE

Analizând rezultatele parametrilor fizici obținuți în urma experimentărilor se poate afirma că atât procentul de boabe sparte cât și conținutul de cenușă sunt influențate de: dimensiunile și forma orificiilor sitelor perforate din construcția mașinii; debitul de alimentare cu produs; debitul de aspirație și turația rotorului cu perii.

Pentru nouă variante: **Vp₄**, **Vp₁₀**, **Vp₁₃**, **Vp₃₁**, **Vp₃₄**, **Vp₃₇**, **Vp₄₆**, **Vp₁₂₅** și **Vp₁₃₆** s-a înregistrat un procent foarte scăzut de boabe sparte de sub 0,8 %, opt dintre acestea fiind

obținute la debitul de alimentare de 600 kg/h.

Doar în cazul a două variante experimentale efectuate pe sitele cu orificii rotunde s-a înregistrat un procent de boabe sparte de sub 0,8 %, lucru ce se justifică prin faptul că fragmentele mai mari de spărtură nu reușesc să treacă prin găurile mantalei tronconice (la sitele confecționate din tablă perforată cu orificii rotunde, găurile sunt mult mai mici și mai rare).

În cazul a 26 de variante experimentale (Vp_7 , Vp_{11} , Vp_{20} , Vp_{21} , Vp_{24} , Vp_{25} , Vp_{27} , Vp_{29} , Vp_{30} , **Vp_{34}** , **Vp_{37}** , Vp_{40} , Vp_{57} , Vp_{62} , Vp_{70} , Vp_{78} , Vp_{79} , Vp_{85} , Vp_{86} , Vp_{93} , Vp_{103} , Vp_{104} , Vp_{123} , Vp_{134} , Vp_{135} , **Vp_{136}**), valorile conținutului de cenușă s-au situat sub 1,5%, înregistrându-se deci o scădere a conținutului de cenușă de peste 0,1% față de grâul ce nu a fost supus operației de periere (Zăpodeanu Cezara, 2016).

Se recomandă folosirea sitelor cu orificii alungite, deoarece în urma încercărilor experimentale s-a constatat că prin utilizarea acestora se reușește îndepărtarea în totalitate a plevei, aristelor și a impurităților cu dimensiuni mai mici decât a bobului de grâu, iar conținutul de cenușă a fost redus semnificativ și gradul de vătămare a semințelor a fost minim.

În urma comparării datelor cercetărilor privind regimul optim de funcționare al instalației de periere în vederea obținerii unor conținuturi de boabe sparte și a unor procente de cenușă cât mai reduse, au rezultat trei variante care au înregistrat valori reduse în ambele cazuri, și anume: **Vp_{34}** (unde $B_s = 0,75 \%$, $C_c = 1,4763\%$), **Vp_{37}** (unde $B_s = 0,716 \%$, $C_c = 1,4576 \%$) și Vp_{136} (unde $B_s = 0,78 \%$ și $C_c = 1,4995 \%$).

Deoarece în cazul **Vp_{136}** se folosește manta din tablă perforată cu orificii rotunde, de dimensiuni reduse, care nu asigură eliminarea corespunzătoare a plevei, varianta nu îndeplinește condițiile pentru realizarea regimului optim de funcționare al instalației de periere.

În urma cercetărilor efectuate au rezultat două variante care pot asigura regimul optim de funcționare al instalației de periat, și anume: **Vp_{34}** unde s-a folosit sita perforată cu orificii alungite cu dimensiunile $L \times l = 20 \text{ mm} \times 1,75 \text{ mm}$, debit de aspirație $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, debitul de alimentare cu produs de circa $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, turația rotorului $n = 250 \text{ rot/min}$ și **Vp_{37}** unde s-a utilizat un debit de aspirație $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$, debit de alimentare $Q_p = 600 \text{ kg/h}$, sita perforată cu orificii alungite cu dimensiunile $L \times l = 20 \text{ mm} \times 1,75 \text{ mm}$ și o turație a rotorului de 100 rot/min.

După stabilirea pe cale experimentală a variantelor cu cele mai bune rezultate s-a realizat interpretarea statistică a datelor obținute cu ajutorul testului “F”.

Analiza și interpretarea statistică a rezultatelor experimentale a evidențiat **grad foarte semnificativ** pentru variantele **Vp_{25}** și **Vp_{37}** ; un **grad distinct semnificativ** pentru variantele **Vp_{40}** , **Vp_{31}** , **Vp_{34}** , un **grad semnificativ** pentru varianta **Vp_{46}** , iar la variantele **Vp_{43}** și **Vp_{28}** rezultatele sunt **nesemnificative**.

Prin urmare se poate afirma că debitele $Q_1 = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2 = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ în combinație cu cele patru turații $n_1 = 100 \text{ rot/min}$, $n_2 = 100 \text{ rot/min}$, $n_3 = 100 \text{ rot/min}$, $n_4 = 100 \text{ rot/min}$ au avut un efect **foarte semnificativ** sau **distinct semnificativ asupra conținutului de boabe sparte**.

CAPITOLUL VI

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE LUCRU AL INSTALAȚIEI DE UMECTARE ÎN SISTEMUL CONVENȚIONAL ȘI NECONVENȚIONAL

CHAPTER VI

EXPERIMENTAL RESEARCHES REGARDING OPTIMIZATION OF THE WORK PROCESS OF THE MOISTENING INSTALLATION IN THE CONVENTIONAL AND NON-CONVENTIONAL SYSTEM

Condiționarea determină o serie de transformări ale proprietăților mecano-structurale și biochimice ale boabelor de grâu, iar unul din principalii factori de influență asupra indicilor calitativi ai grâului destinat măcinării îl reprezintă procesul de umectare.

În scopul îmbunătățirii proprietăților de măcinăș ale cerealelor s-a realizat analiza modului de pătrundere a apei în bobul de grâu, a vitezei de penetrare și, în final, prin încercări experimentale, s-au stabilit parametrii optimi de funcționare ai instalației de umectare.

6.1. DETERMINAREA CARACTERISTICILOR DIMENSIONALE ALE BOABELOR UTILIZATE ÎN CERCETĂRILE EXPERIMENTALE PRIVIND PROCESUL DE UMECTARE

După cum au demonstrat studiile realizate până în prezent, mărimea, forma și structura suprafeței boabelor stau la baza proiectării și dimensionării utilajelor atât din liniile de curățare, cât și a celor de condiționare.

Măsurătorile au fost realizate prin intermediul imaginilor capturate de microscopul marca Aigo, cu ajutorul soft-ului Aigo Scope Image versiunea 9.0 (fig. 6.1).



a



b



c



d

Fig. 6.1. Măsurarea în secțiune a boabelor cu ajutorul softului Aigo Scope Image 9.0
a, b - în secțiune transversală (măsurarea lățimii și grosimii boabelor); c, d - măsurarea în secțiune longitudinală (măsurarea lungimii)

Fig. 6.1. Sectional Measurement of wheat kernels with Aigo Scope Image 9.0
a, b - in cross-section (measuring width and thickness of grain); c, d - longitudinal section measurement (length measurement)

Cercetările au evidențiat o strânsă legătură între mărimea boabelor și cantitatea de apă absorbită, boabele mai mici având o suprafață mai mare de contact, abosorbind o cantitate mai mare de apă față de boabele mari. Din acest motiv s-a impus măsurarea boabelor de grâu utilizate în experiențe.

Valorile lungimilor obținute în urma măsurării boabelor de grâu sunt prezentate în fig. 6.2. Valorile diametrelor medii obținute în urma măsurării boabelor (diametrul mediu reprezintă media aritmetică dintre grosimea și lățimea unui bob) sunt prezentate în fig. 6.3.

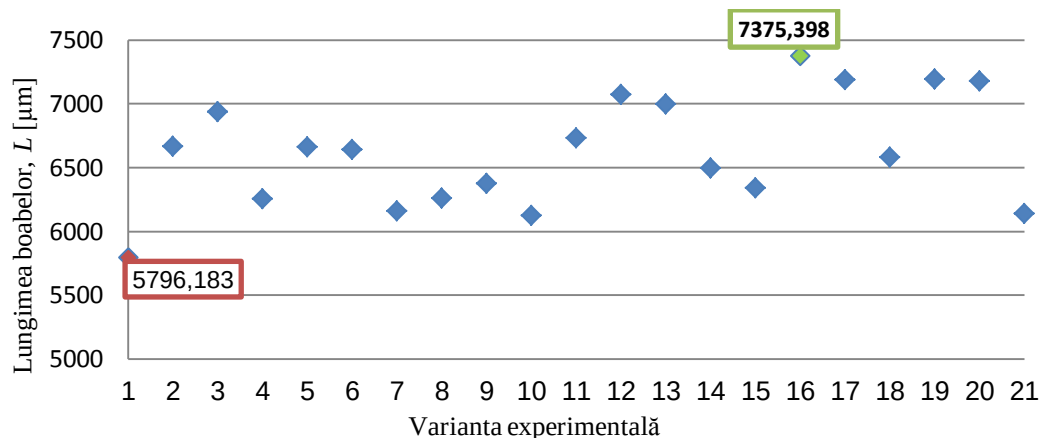


Fig. 6.2. Lungimile medii ale boabelor de grâu utilizate în cercetările experimentale

Fig. 6.2. *The average lengths of wheat kernels used in the experimental research*

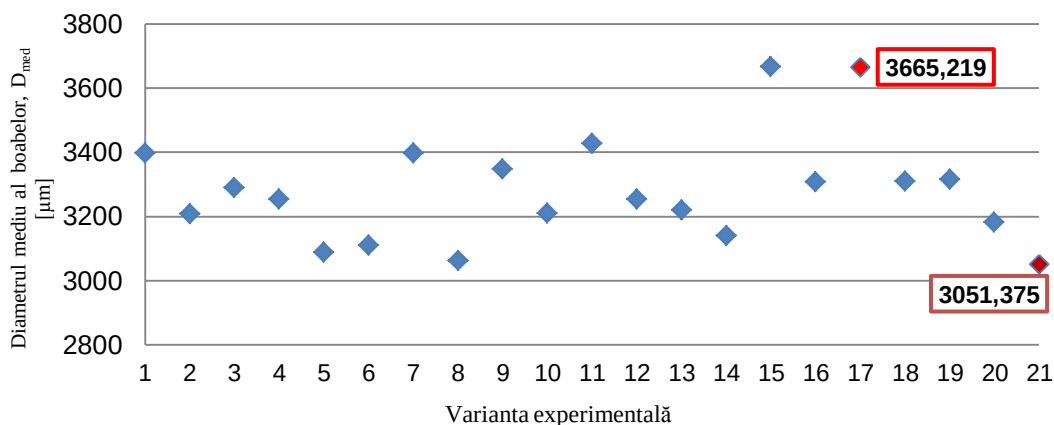


Fig. 6.3. Valorile diametrelor medii ale boabelor de grâu utilizate în cercetări

Fig. 6.3. *The average diameter values of wheat grains used in the research*

În ceea ce privește dimensiunile boabelor de grâu supuse procesului de umectare, lungimea medie a boabelor de grâu măsurată prin intermediul soft-ului Aigo Scope Image a fost de 6626,640 μm , cea mai ridicată valoare a fost obținută pentru varianta experimentală 16 unde $L = 7375,398 \mu\text{m}$, cea mai mica fiind de 5796,183 μm .

Cu privire la diametrul mediu al semințelor de grâu, aceasta a avut valoarea de 3280,577 μm , cu cea mai scăzută valoare de 3051,755 μm , respectiv o valoare maximă de 3665,219 μm .

6.2. DETERMINAREA UMIDITĂȚII ȘI A MODULUI DE PĂTRUNDERE A APEI ÎN BOABELE DE GRÂU ÎN TIMPUL PROCESULUI DE UMECTARE NECONVENȚIONALĂ

Pentru stabilirea influenței timpului de staționare a boabelor în zona vaporilor nesaturați și a temperaturii apei din instalația de tratare hidro-termică a boabelor de grâu, s-a determinat umiditatea semințelor pentru fiecare variantă experimentală.

Variația umidității boabelor funcție de parametrii funcționali ai instalației de laborator utilizate pentru tratarea hidro-termică a semințelor de cereale este prezentată în fig. 6.4.

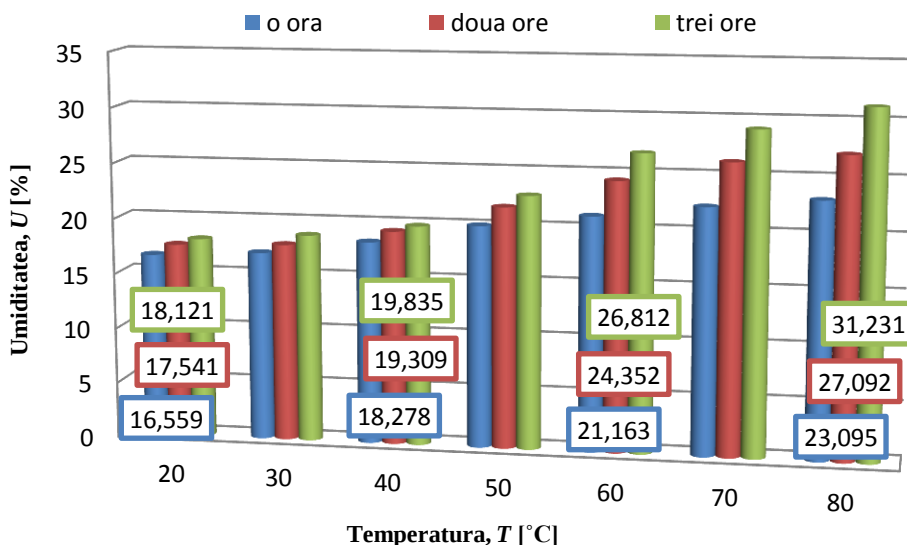


Fig. 6.4. Variația umidității boabelor în funcție de timpul de staționare și temperatura apei din instalație

Fig. 6.4. Grain moisture variation depending on the resting time and water temperature of the plant

După cum se poate observa, timpul de staționare și temperatura apei din instalație influențează în mod direct umiditatea boabelor, aceasta fiind direct proporțională cu parametrii funcționali ai instalației de tratare hidro-termică a boabelor.

De asemenea, se poate observa că odată cu creșterea timpului de staționare a boabelor și a temperaturii din baia de apă crește și umiditatea acestora, de la 16,55% la temperatura de 20°C la valori de peste 23% conținut de umiditate la staționarea timp de o oră în zona vaporilor la temperatura de 80°C.

La temperaturi ale apei de până la 40°C, umiditatea boabelor crește cu 2 - 3 procente față de proba martor (18,27% la 1 oră; 19,30% la 2 ore, respectiv 19,83% la 3 ore).

La temperatura apei de 50°C, conținutul de umiditate al boabelor de grâu crește până la 20,06% la o oră; până la 21,75% la două ore, respectiv 22,82% la trei ore), iar la temperatura de 80°C se constată creșteri ale valorilor umidității de peste 15 procente față de proba martor, umiditatea ajungând la valori de 31,23% în cazul staționării pentru o durată de 3 ore.

După stabilirea variației umidității funcție de parametrii instalației de tratare hidro-termică a semințelor, boabele au fost secționare transversal și studiate la microscop.

Gradul de pătrundere a apei în bob a fost măsurat prin metoda fotometrică cu ajutorul soft-ului Aigo Scope Image 9.0, pentru fiecare variantă experimentală, în ceea ce privește aria totală a fiecărui bob și aria neumectată, așa cum se poate observa în *fig. 6.5*.



Fig. 6.5. Determinarea suprafețelor umectate din boabele de grâu cu ajutorul softului Aigo Scope 9.0
Fig. 6.5. Determination of wetted surfaces from wheat grains with the Aigo Scope 9.0 software

În vederea stabilirii gradului de umectare au fost măsurate și calculate următoarele dimensiuni:

- suprafața totală a bobului: S_{tot} [μm^2];
- suprafața neumectată din bob: S_{int} [μm^2];
- suprafața umectată din bob:

$$S_{apă} = S_{tot} - S_{int} [\mu\text{m}^2];$$

- gradul de umectare:

$$G_u = \frac{S_{apă}}{S_{tot}} \times 100 [\%]$$

Valorile obținute pentru dimensiunile amintite anterior sunt prezentate în *tabelul 6.1*.

Tabelul 6.1/ Table 6.1

Valorile suprafețelor boabelor și a gradului de umectare
The values of the grain surfaces and of the wetting degree

Nr. var.	Temperatură [°C]	Timp de odihnă [h]	S_{tot} [μm^2]	S_{int} [μm^2]	$S_{apă}$ [μm^2]	G_u [%]
Vu1	20	1	8763621,83	7277668,78	1485953,04	16,9559238
Vu2		2	8309378,73	6164655,61	2144723,12	25,8108722
Vu3		3	7387260,06	5332233,55	2055026,51	27,8185213
Vu4	30	1	7314566,82	5349909,29	1964657,53	26,8595199
Vu5		2	9230022,54	6658214,97	2571807,57	27,8635025
Vu6		3	9018998,21	6243028,56	2775969,65	30,7791352
Vu7	40	1	7387260,06	5332144,55	2055115,51	27,819726
Vu8		2	8143702,97	5606348,63	2537354,34	31,1572555
Vu9		3	8300410	4549074,47	3751335,53	45,1945811
Vu10	50	1	8639707,15	4495700,54	4144006,61	47,9646652
Vu11		2	8895628,3	4468488,74	4427139,56	49,7675871
Vu12		3	8016998,02	3672729,56	4344268,46	54,1882192
Vu13	60	1	8470888,52	4121204,47	4349684,05	51,3486164
Vu14		2	8626876,02	3972321,56	4654554,46	53,9541133
Vu15		3	8986528,3	3759498,74	5227029,56	58,1651711
Vu16	70	1	8016998,02	3672729,56	4344268,46	54,1882192
Vu17		2	7361745,62	3021305,4	4340440,22	58,9593887
Vu18		3	8016998,02	3172729,56	4844268,46	60,4249676
Vu19	80	1	8983674,52	2609904,81	6373769,71	70,9483596
Vu20		2	8390545,53	1621305,4	6769240,13	80,6769965
Vu21		3	9316787,11	1372729,56	7944057,55	85,2660628

Variația gradului de umectare în funcție de timpul de staționare și de temperatura apei din instalația de tratare hidro-termică a boabelor de grâu este prezentată în *fig. 6.6*.

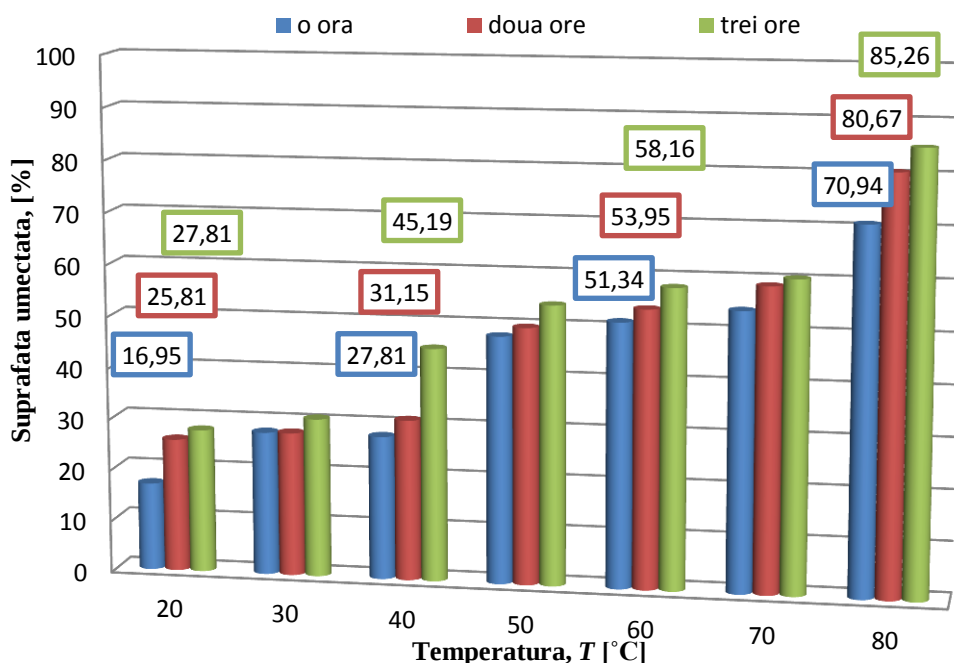


Fig. 6.6. Variația gradului de umectare funcție de timpul de staționare și de temperatura apei

Fig. 6.6. *Variation of wetting degree depending on resting time and water temperature*

Ca și în cazul umidității, cercetările demonstrează faptul că timpul de staționare și temperatura din baia de apă influențează în mod direct gradul de umectare.

În timp ce la temperaturi de până la 30°C se observă valori apropiate ale gradului de umectare, la depășirea valorii de peste 40°C a temperaturii apei se constată un grad de absorbție al apei mai rapid, pentru toate variantele experimentale, când suprafața umectată crește rapid indiferent de durata de staționare în baia de apă.

Prin încercările efectuate pe instalația de tratare hidro-termică a semințelor la temperaturi de 80°C s-a constatat o distrugere totală a structurii boabelor de grâu, ca efect al supraumectării, acestea fiind moi și deformate.

De asemenea, la utilizarea temperaturilor ridicate, de peste 50°C, gradul de umectare are valori de peste 50%, observându-se o deplasare avansată a apei înspre interiorul bobului, intrând adânc în endosperm, fapt ce este de evitat în procesul tehnologic de condiționare a cerealelor destinate măcinării.

Cercetările efectuate arată că variantele optime de tratare hidro-termică a boabelor destinate măcinării în instalația de laborator sunt obținute la temperaturi ale apei de 20°C pentru toți cei trei timpi de staționare și 30°C la timpi de staționare de 2 și 3 ore.

Încercările efectuate pe instalația de umectare arată că apa pătrunde mai repede în zona germenului și foarte greu în zona șanțulețului bobului de grâu, așa cum se poate observa în *fig. 6.7*.



a



b

Fig. 6.7. Modul de pătrundere a apei în bobul de grâu

a. detaliu în secțiune longitudinală privind pătrunderea apei în zona germenului; b. detaliu în secțiune transversală privind pătrunderea apei în zona șanțulețului bobului

Fig. 6.7. *The way of penetration of the water into the wheat grain*

a. detail in a longitudinal section on the penetration of water into the germ area; b. detail in cross section of the water penetration into the area of the bean groove

Trebuie menționat că aceste variante optime obținute în urma cercetărilor experimentale sunt exclusiv valabile pentru soiul de grâu utilizat în experiențe, și anume *Glossa*, cu caracteristicile specifice prezentate în capitolele anterioare, deoarece forma, caracteristicile dimensionale sticlozitatea, duritatea și umiditatea boabelor pot influența viteza de pătrundere a apei în bob și modul de migrare a apei.

6.3. DETERMINAREA VARIAȚIEI UMIDITĂȚII ȘI A MASEI HECTOLITRICE LA UMECTAREA ÎN SISTEM CONVENȚIONAL

În sistemul convențional de umectare, cercetările s-au efectuat pentru trei domenii de temperaturi ale masei de boabe. Prin urmare, au fost alese trei tranșe de temperatură, cuprinse între 10°C și 15°C, 15°C și 20°C respectiv 20°C și 25°C.

Valoarea umidității a fost înregistrată din oră în oră pe parcursul timpului de odihnă, acestea fiind evidențiate în graficul din fig. 6.8.

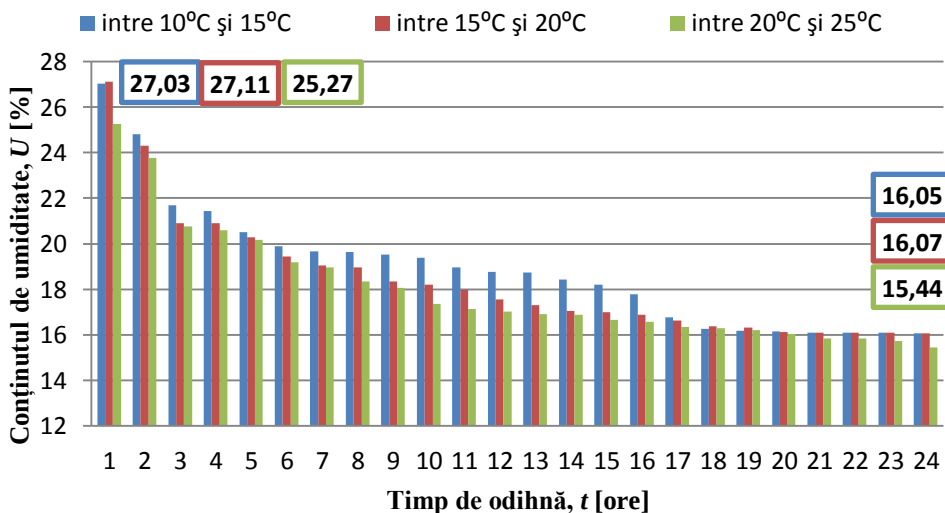


Fig. 6.8. Variația umidității funcție de timpul de odihnă și temperatura din masa de boabe

Fig. 6.8. *Variation of humidity depending on the rest time and temperature of the grain mass*

Astfel, se poate observa că la început (prima oră) conținutul de umiditate al boabelor a avut valori de 25,27% (pentru pragul de temperatură cuprins între 20° și 25°C), 27,03% (pentru pragul de temperatură cuprins între 10° și 15°C) respectiv 27,11% (pentru pragul de temperatură cuprins între 15° și 20°C).

La finalul celor 24 de ore de odihnă, conținutul de umiditate al boabelor de grâu a prezentat valori de 16,05% (pentru pragul de temperatură cuprins între 10° și 15°C), 16,07% (pentru pragul de temperatură cuprins între 15° și 20°C) respectiv 15,44% (pentru pragul de temperatură cuprins între 20° - 25°C).

Rezultatele cercetărilor experimentale privind variația masei volumice în funcție de timpul de odină și temperatura din masa de boabe sunt prezentate în fig. 6.9.

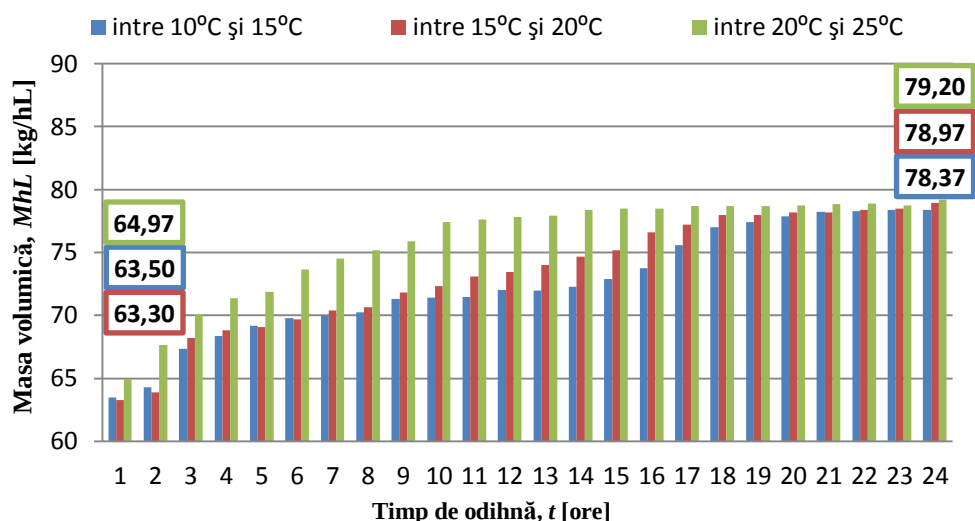


Fig. 6.9. Variația masei volumice funcție de timpul de odihnă și temperatura din masa de boabe

Fig. 6.9. *The variation of the hectolitre mass depends on the rest time and the temperature of the grain mass*

În ceea ce privește masa volumică a semințelor de grâu umectate, se poate observa că în prima oră de odihnă acest indice de calitate al boabelor a avut valori de 63,30 kg/hl (pentru intervalul de temperatură cuprins între 15° și 20°C), 63,50 kg/hl (pentru intervalul de temperatură cuprins între 10° și 15°C) respectiv 64,97 kg/hl (pentru intervalul de temperatură cuprins între 20° și 25°C). Valorile rezultate din experiențele realizate relevă o scădere a indicelui masei volumice în primele ore de odihnă cu până la 4% față de proba martor (masa volumică în cazul grâului neumectat fiind de 81,6 kg/hL)

La finalul celor 24 de ore de odihnă, masa hectolitrică a semințelor umectate a crescut, până la valori de 78,37 kg/hl (pentru pragul de temperatură cuprins între 10° și 15°C), 78,97 kg/hl (pentru pragul de temperatură cuprins între 15° și 20°C) respectiv 79,20 kg/hl (pentru pragul de temperatură cuprins între 20° și 25°C).

Evoluția temperaturii semințelor pe parcursul perioadei de odihnă este prezentată în fig. 6.10.

Cu privire la temperatura semințelor de grâu umectate, se poate observa că în prima oră de odihnă temperatura semințelor a fost de 11,43°C (pentru pragul de temperatură cuprins între 10° și 15°C), crescând până la valoarea de 13,73°C la finalul celor 24 ore de

odihnă.

Temperatura semințelor în cazul intervalului de temperaturi cuprins între 15° și 20°C a fost de 16,4°C, iar la finalul timpul de odihnă a suferit o ușoară scădere până la 16,03°C.

Referitor la pragul de temperaturi cuprins între 20° și 25°C, se poate menționa că temperatura semințelor a fost de 22,27°C, după finalizarea perioadei de odihnă înregistrând o valoare de 21,73°C.

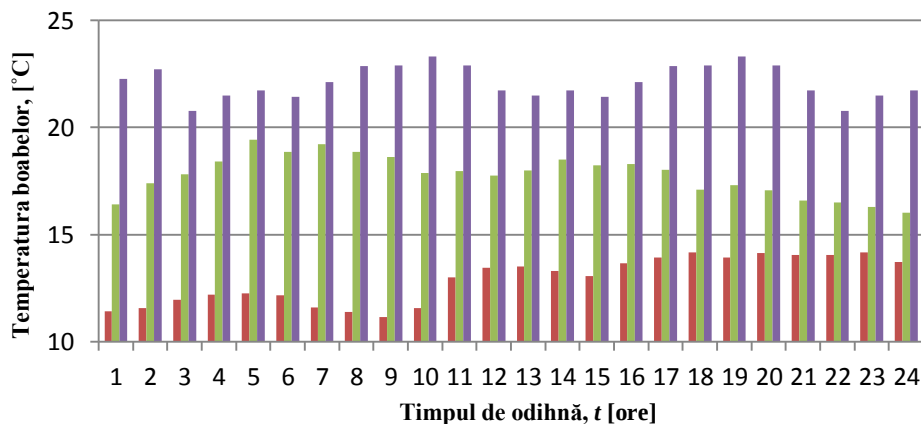


Fig. 6.10. Temperatura semințelor de grâu pe durata umectării

Fig. 6.10. *Temperature of wheat seeds during wetting*

6.4 MODELAREA MATEMATICĂ A PROCESULUI DE LUCRU PRIVIND TRATAREA HIDROTERMICĂ A SEMINȚELOR DE GRÂU ÎN SISTEM NECONVENȚIONAL

În vederea realizării modelării matematice a procesului de umectare în sistem neconvențional s-a considerat secțiunea transversală pe mijlocul bobului de grâu, care ulterior a fost desfășurată după lungimea circumferinței sale, iar ca date inițiale s-au utilizat măsurătorile efectuate în timpul cercetărilor, așa cum se evidențiază în fig. 6.11.

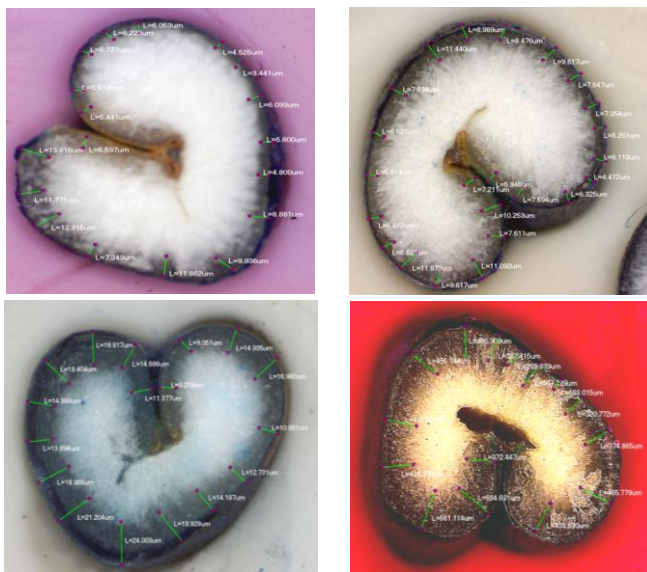


Fig. 6.11. Secțiune transversală pe bobul de grâu

Fig. 6.11. *Cross section of wheat*

Pentru stabilirea modului de migrare a apei în boabele de grâu (*fig. 6.12*), prin metoda teoretică, s-au realizat măsurători în intervalul de temperaturi 20°C – 60°C, deoarece s-a constatat faptul că la temperaturi de peste 60°C boabele erau în mare parte distruse, iar rezultatele neconcludente.

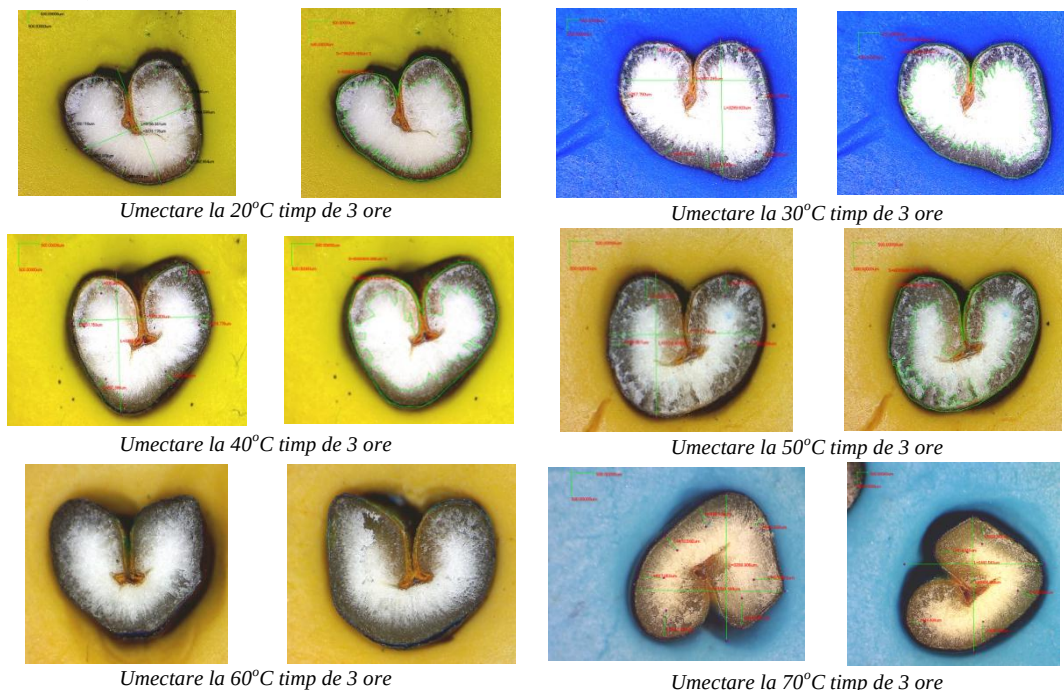


Fig. 6.12. Migrația apei pe suprafața bobului
Fig. 6.12. Water migration on the grain surface

În *tabelul 6.2* sunt prezentate datele privind migrația apei în boabe prin metoda neconvențională obținute prin calcul.

Tabelul 6.2/Table 6.2

Migrația apei în boabe
Water migration on the grain

Nr. var.	Temperatură [°C]	Timp de odihnă [h]	S_{tot} [μm^2]	$S_{apă\ calculat}$ [μm^2]	$G_u = \frac{S_{apă\ ca}}{S_{tot}} \times 100$ [%]
Vu1	20	1	8763621,83	1485953,04	16,9559238
Vu2		2	8309378,73	2144723,12	25,8108722
Vu3		3	7387260,06	2055026,51	27,8185213
Vu4	30	1	7314566,82	1964657,53	26,8595199
Vu5		2	9230022,54	2571807,57	27,8635025
Vu6		3	9018998,21	2775969,65	30,7791352
Vu7	40	1	7387260,06	2055115,51	27,819726
Vu8		2	8143702,97	2537354,34	31,1572555
Vu9		3	8300410	3751335,53	45,1945811
Vu10	50	1	8639707,15	4144006,61	47,9646652
Vu11		2	8895628,3	4427139,56	49,7675871
Vu12		3	8016998,02	4344268,46	54,1882192
Vu13	60	1	8470888,52	4349684,05	51,3486164
Vu14		2	8626876,02	4654554,46	53,9541133
Vu15		3	8986528,3	5227029,56	58,1651711

În scopul obținerii unor rezultate relevante s-au creat modele matematice pentru boabele de grâu prin desfășurarea suprafeței secțiunii transversale după circumferința acestora.

În vederea comparării rezultatelor obținute prin metoda fotometrică a ariilor umectate modelele matematice s-au obținut cu ajutorul softului **GraphPrism**, stabilindu-se astfel modul de migrare a apei în boabe, așa cum este prezentat în fig. 6.13.

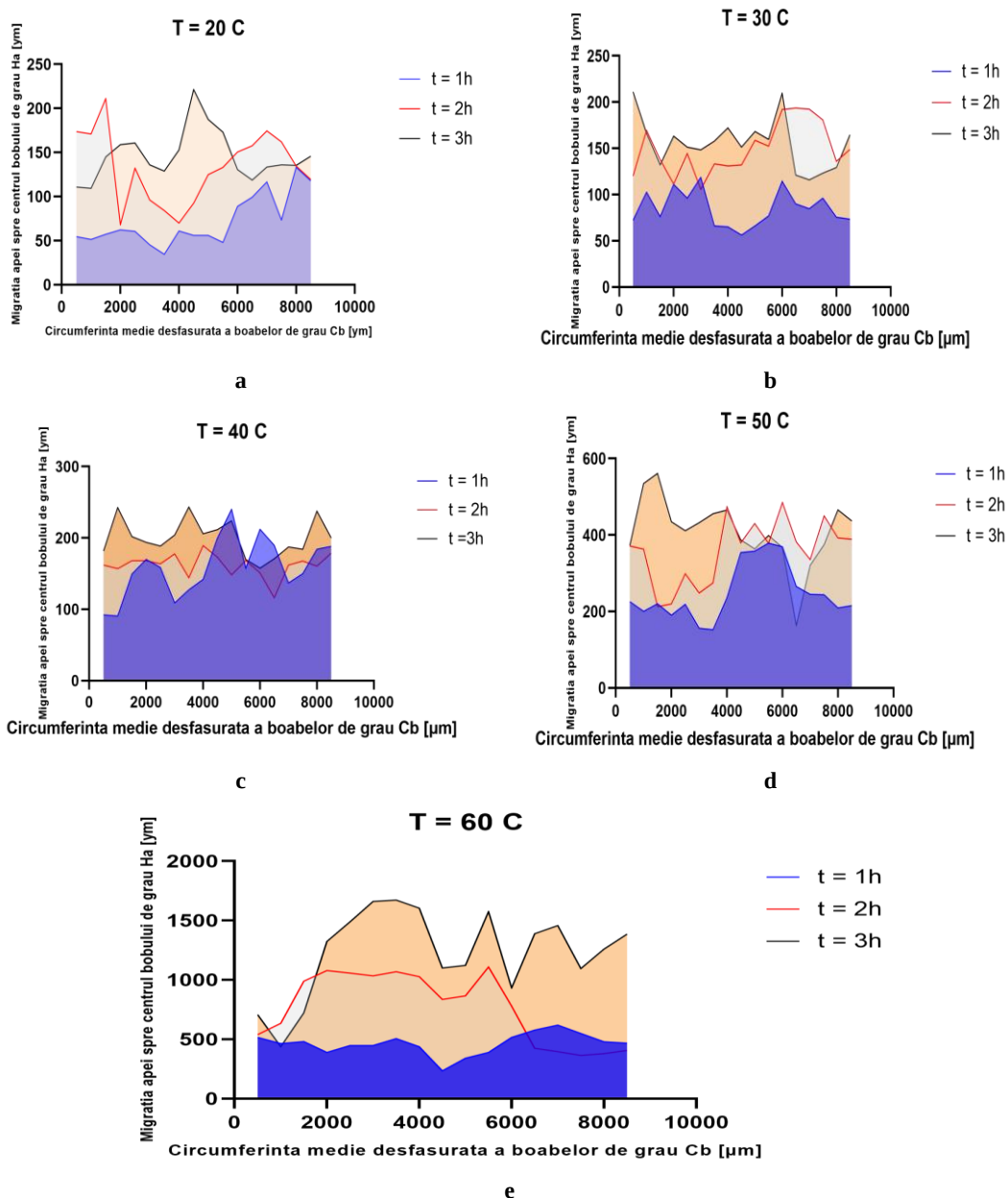


Fig. 6.13. Migrația apei în bobul de grâu, în funcție de temperatura apei de umectare
a – la 20°C, b – la 30°C, c – la 40°C, d – la 50°C, e – la 60°C

Fig. 6.13. Migration of water in the wheat grain, depending on the temperature of water
a – at 20°C, b – at 30°C, c – at 40°C, d – at 50°C, e – at 60°C

Graficele generate și prezentate anterior indică o strânsă dependență a suprafeței umectate în raport cu timpul și temperatura utilizate pe parcursul cercetărilor. Astfel, odată cu creșterea temperaturii din baia de apă și a timpului de menținere a boabelor în zona vaporilor nesaturați, graficele relevă creșteri semnificative ale vitezei de pătrundere a apei în boabe. Conform graficelor, creșterea cea mai mare a suprafețelor umectate din boabele de grâu se obține la temperaturi de peste 50°C pentru toți cei 3 timpi de staționare utilizați în experiențe.

Pentru obținerea unei imagini mai clare asupra migrației apei spre centrul bobului de grâu și pentru a putea compara factorul cu cel mai mare impact în procesul de umectare, în *fig. 6.14* este modelat matematic fenomenul pătrunderii apei în înveliș funcție de timpul de staționare la diferitele temperaturi ale băii de apă.

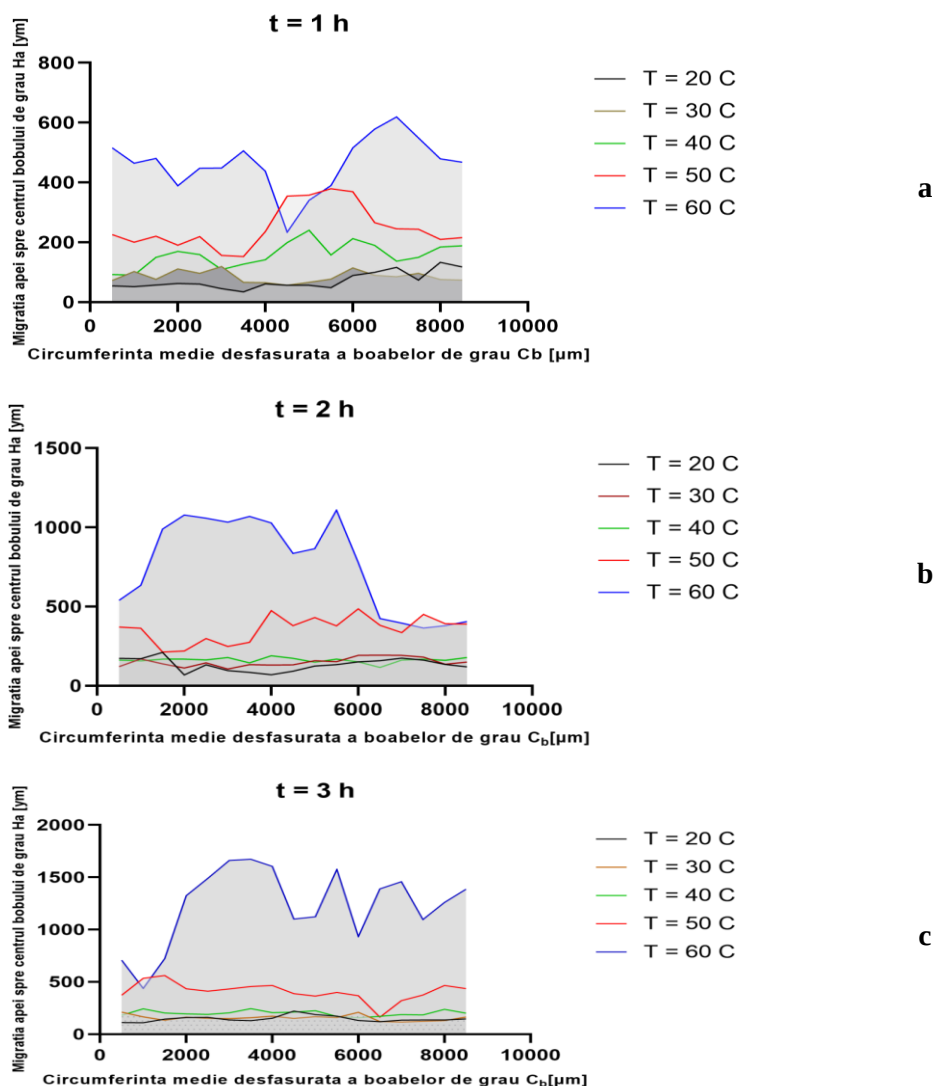


Fig. 6.14. Migrația apei în bobul de grâu, în funcție de timpul de odihnă
a – la 1 oră, b – la 2 ore, c – la 3 ore.

Fig. 6.14. Migration of water in the grain of wheat, depending on the rest time
a – at 1 h; b – at 2 h, c – at 3 h.

În urma analizei graficelor din figurile 6.13 și 6.14 s-a concluzionat că ambii parametri studiați influențează într-o mare măsură procesul de umectare în sistem neconvențional. Totuși, s-a observat că, indiferent de timpul de staționare a boabelor în zona vaporilor nesaturați la temperaturi înalte de peste 50°C, apa trece de învelișul exterior al bobului, pătrunzând în endosperm.

Conform graficelor prezentate în figura 6.14 se poate observa că temperatura băii de apă determină o creștere a vitezei de pătrundere a soluției de la exteriorul bobului spre interiorul acestuia, și anume: la temperatura apei de 60°C se constată o distanță medie parcursă de substanța de contrast de 500 μm într-un timp de staționare de o oră, circa 900 μm în 2 ore și aproximativ 1300-1400 μm în 3 ore de staționare în zona vaporilor nesaturați. Făcând o medie a distanțelor străbătute de soluție înspre centrul bobului la temperatura apei de 60°C, rezultă o viteză medie a substanței de circa 450 $\mu\text{m}/\text{h}$. Analizând traseul substanței în cazul temperaturii băii de apă la 50°C se constată că la o oră de staționare distanța medie parcursă (de la exteriorul bobului spre interiorul acestuia) este de aproximativ 200 μm , la două ore de circa 350 μm , iar la trei ore de 500 μm . Corelând valorile vitezei medii obținute pentru cele două situații se observă o scădere considerabilă a vitezei de migrare a substanței de contrast la utilizarea temperaturii băii de apă de 50°C față de viteza constatată la 60°C: de la 450 $\mu\text{m}/\text{h}$ la 350 $\mu\text{m}/\text{h}$. De asemenea, în ambele cazuri soluția parcurge o distanță mai mare în prima oră de staționare față de următoarele; acest fenomen fiind explicat prin diferența structurală existentă la nivelul bobului, și anume: rezistența la înaintare este mai mare în straturile exterioare ale bobului față de cele interioare.

Pentru următoarele intervale de temperaturi, respectiv 20°C – 40°C, viteza medie de pătrundere a soluției de contrast spre interiorul boabelor se menține relativ constantă: între 100 μm și 150 $\mu\text{m}/\text{h}$, indiferent de timpul de staționare.

De asemenea, cercetările inițiale au fost efectuate și la temperaturi ale băii de apă de 70°C și 80°C, însă în aceste cazuri s-a constatat o distrugere aproape totală a boabelor de grâu, gradul de umectare al acestora (G_u) depășind 70-80 % din suprafața internă a boabelor de grâu supusă studiului. În figura 6.15 sunt prezentate boabele distruse în urma supunerii la temperaturi înalte ale băii de apă



Fig. 6.15 – Boabe de grâu supuse umectării la temperatura din baia de apă de 80°C: a) – în secțiune transversală; b) – în secțiune longitudinală

Fig. 6.15 – Wheat kernels subjected to wetting at a temperature of 80°C in the water bath: a) – in cross section; b) – in longitudinal section

6.5. CONCLUZII PARȚIALE

Cercetările efectuate cu ajutorul standului experimental de umectare în sistem neconvențional au avut drept scop urmărirea modului de pătrundere a apei în bobul de grâu și stabilirea parametrilor optimi de condiționare, astfel încât apa să afecteze doar învelișul exterior al cerealelor pentru a facilita și maximiza efectele următorului proces din fluxul tehnologic, și anume: descojirea. Prin umectarea corespunătoare a exteriorului bobului de grâu, procesul de descojire ce urmează în fluxul tehnologic va reuși să îndepărteze corespunzător învelișul cerealelor, astfel încât la final se vor obține făinuri de calitate superioară în urma măcinării.

Având în vedere cerințele tehnologice pe care boabele de grâu destinate măcinării trebuie să le îndeplinească, și anume, conținutul de umiditate a semințelor înainte de măcinare nu trebuie să depășească 16 - 17 %, funcție de soi, se stabilesc ca fiind regimuri optime de funcționare ale instalației de tratare hidro-termice cele obținute la temperatura apei de 20°C pentru toți cei trei timpi de staționare încercați și la 30°C pentru timpii de staționare de o oră și de două ore, și anume, variantele V_{u1} , V_{u2} , V_{u3} , V_{u4} , V_{u5} .

Din punct de vedere al gradului de umectare cele mai bune rezultate s-au obținut în cadrul variantelor experimentale V_{u1} , V_{u2} , V_{u3} , V_{u4} , V_{u5} , V_{u6} , V_{u7} , V_{u8} , în aceste cazuri constatându-se pătrunderea apei doar în straturile exterioare ale bobului de grâu, aceasta fiind unul dintre criteriile impuse anterior procesului de măcinare.

În urma centralizării rezultatelor s-au stabilit vitezele medii de pătrundere a apei în boabele de grâu, și anume: 450 $\mu\text{m/h}$ la temperatura din baia de apă de 60°C, 350 $\mu\text{m/h}$ la temperatura din baia de apă de 50°C și între 100 $\mu\text{m/h}$ și 150 $\mu\text{m/h}$ în intervalul de temperatură 20°C – 40°C.

Corelând rezultatele cercetărilor privind variația umidității boabelor și variația gradului de umectare funcție de temperatura apei și timpul de staționare a acestora în zona vaporilor nesaturați, regimurile optime de funcționare ale instalației de tratare hidro-termică se obțin în cazul variantelor V_{u1} , V_{u2} , V_{u3} , V_{u4} , V_{u5} , adică la temperatura apei de 20°C pentru toți cei trei timpi de staționare încercați și la 30°C pentru timpii de staționare de o oră și de două ore.

Rezultatele obținute prin această metodă inovatoare de tratare hidro-termică a semințelor sunt de mare interes deoarece stabilesc cu exactitate viteza și modul de migrare a apei în bobul de grâu, funcție de timpul de staționare și de temperatura băii de apă.

Umectarea în sistem convențional relevă o strânsă legătură între umiditatea boabelor și valoarea masei volumice. Cercetările efectuate au conchis că în prima fază a procesului masa volumică scade brusc, iar după ce apa începe să pătrundă în semințe valoarea masei hectolitrică începe din nou să crească, ajungând la finalul umectării să fie cu 2-3 % sub nivelul inițial (masa volumică a probei martor fiind de 81,6 kg/hL).

Dezavantajul umectării în sistem convențional îl reprezintă timpul îndelungat de odihnă necesar pentru tratarea boabelor, și anume, minim 8-9 ore în vederea pătrunderii apei în straturile exterioare ale semințelor.

CAPITOLUL VII CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND OPTIMIZAREA PROCESULUI DE LUCRU AL DESCOJITORULUI

CAPITOLUL VII EXPERIMENTAL RESEARCH ON WORK PROCESS OPTIMIZATION OF THE DEBRANING INSTALLATION

7.1. ANALIZA INFLUENȚEI PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI DESCOJITORULUI ASUPRA CONȚINUTULUI DE BOABE SPARTE

În urma operațiilor tehnologice de curățare și condiționare efectuate asupra boabelor de grâu destinate măcinării, se obține un anumit procent de boabe sparte, care influențează în mod negativ atât procesul propriu-zis de măcinare cât și indicii calitativi ai produsului finit.

În vederea stabilirii influenței parametrilor constructivi și funcționali ai descojitorului asupra conținutului de boabe sparte s-au prelevat probe din toate cele 16 de variante experimentale și, ulterior, pentru fiecare variantă experimentală s-a determinat procentul de spărtură.

În *fig. 7.1* sunt prezentate conținuturile de boabe sparte rezultate obținute în urma încercărilor de laborator efectuate cu instalația de descojire, parametrii variați fiind distanța dintre mantale (d) și turația rotorului (n).

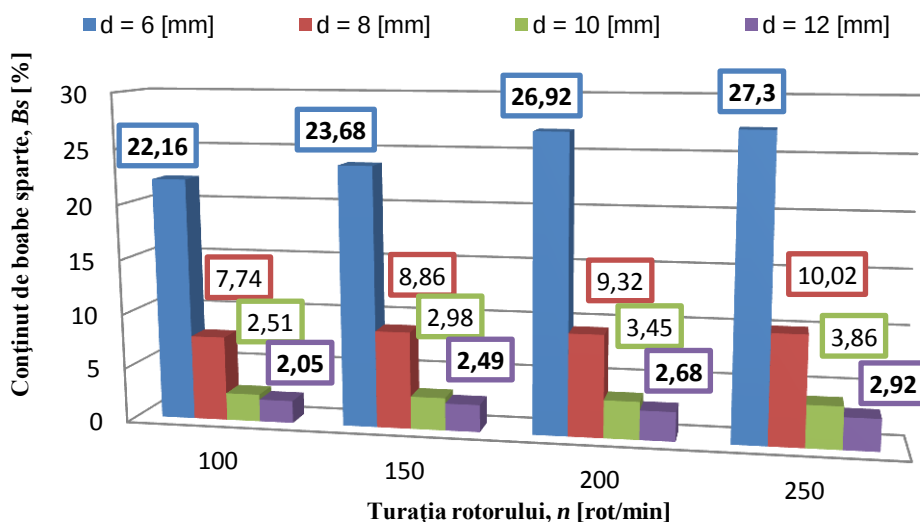


Fig. 7.1. Variația conținutului de boabe sparte, B_s [%]

Fig. 7.1. Variation of broken grain content, B_s [%]

Din cercetările experimentale efectuate pe descojitorul realizat s-a constatat faptul că procentul boabelor sparte este direct proporțional cu turația mantalei interioare și invers proporțional cu distanța dintre cele două tobe tronconice din țesătură din sârmă.

Gradul cel mai accentuat de vătămare a semințelor s-a înregistrat în cazul reglării distanței dintre cele două mantale la 6 mm, unde procentul de boabe sparte a fost de

22,16% (pentru turația rotorului de 100 rot/min), 23,68% (pentru turația rotorului de 150 rot/min), 26,92% (pentru turația rotorului de 200 rot/min) respectiv 27,30% (pentru turația rotorului de 250 rot/min).

La utilizarea distanței de 8 mm dintre cele două mantale s-a observat o diminuare a conținutului de boabe sparte de peste 60% față de variantele în care s-a folosit distanța de 6 mm între tobe. Deși a fost observată o reducere semnificativă a procentului de boabe vătămate, valorile obținute pentru conținutul de boabe sparte sunt ridicate, pornind de la 7,74% în cazul turației rotorului de 100 rot/min și ajungând la peste 10% la turația de 250 rot/min.

Valorile cele mai scăzute ale procentului de boabe sparte s-au înregistrat la distanțele dintre mantale de 10 mm, respectiv 12 mm, la toate turațiile utilizate în încercări.

Cel mai mic conținut de boabe sparte s-a înregistrat în cazul variantei experimentale V_{d13} , unde s-a utilizat o distanță dintre mantale de 12 mm și o turație a rotorului de 100 rot/min, conținutul de boabe sparte fiind de 2,05%.

7.2. ANALIZA INFLUENȚEI PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI DESCOJITORULUI ASUPRA CONȚINUTULUI DE CENUȘĂ

În fig. 7.2 este prezentată variația conținutului de cenușă în funcție de turația rotorului descojitorului și a distanței dintre cele două tobe.

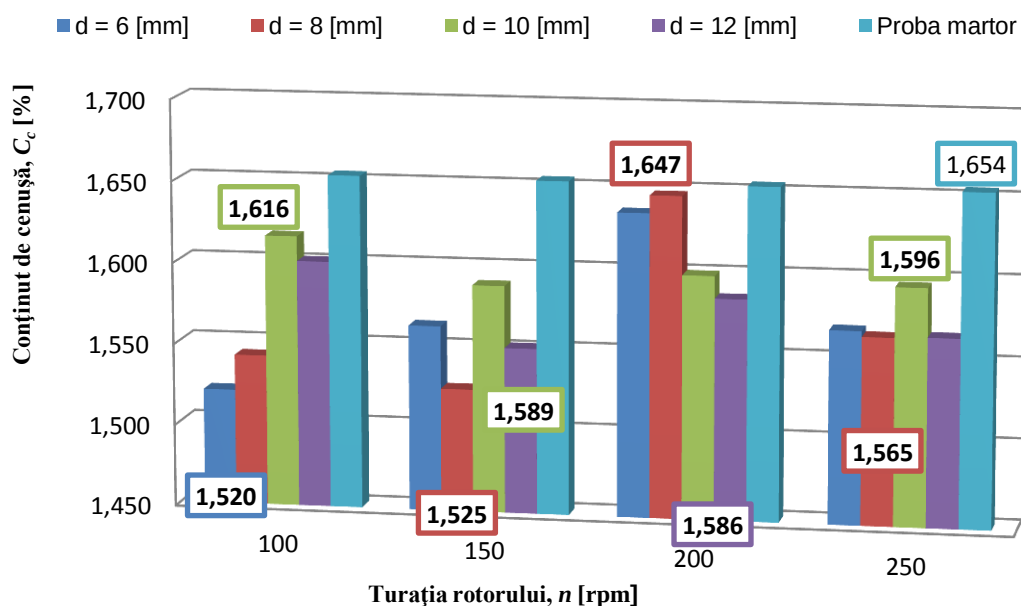


Fig. 7.2. Variația conținutului de cenușă, C_c [%]

Fig. 7.2. Variation in ash content, C_c [%]

În cadrul analizelor de laborator efectuate asupra probelor martor, reprezentate de boabele de grâu ce nu au fost supuse operației de descojire, a rezultat un conținut de cenușă de 1,654%.

În general, conținutul de cenușă specific grâului are valori cuprinse între 1,5% și 2,00%, din care circa 0,35% se regăsește în endosperm, iar restul în stratul aleuronic, pericarp și germeni (*Wheat Quality & Carbohydrate Research*, 2015).

În urma încercărilor experimentale efectuate pe descojitor s-a constatat că în toate cele 16 variante studiate, procentul de cenușă a înregistrat valori mai scăzute decât în cazul probei martor.

Cele mai ridicate valori ale conținutului de cenușă s-au înregistrat la turația rotorului de 200 rot/min și distanțele dintre mantale de 6, respectiv 8 mm (conținutul de cenușă a fost de 1,636%, respectiv 1,647%). Procentele cele mai reduse ale conținutului de cenușă s-au înregistrat la turații mici ale rotorului, respectiv la 100 rot/min și la 150 rot/min și la distanțele dintre mantale de 6 și 8 mm, unde conținutul de cenușă a avut valori de 1,520% și 1,525%.

La turația rotorului de 250 rot/min s-au constatat valori relativ apropiate ale procentului de cenușă, situate între 1,565% și 1,596%.

7.3. ANALIZA INFLUENȚEI PARAMETRIILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI DESCOJITORULUI ASUPRA CONȚINUTULUI DE ÎNVELIȘ DESCOJIT

În vederea stabilirii efectului tehnologic realizat la descojirea grâului cu ajutorul utilajului proiectat și realizat în cadrul prezentei lucrări, s-a analizat procentual conținutul de înveliș obținut, funcție de parametrii constructivi și funcționali ai standului de descojire a grâului.

În *fig. 7.3* este prezentată variația conținutului de înveliș descojit în funcție de turația mantalei interioare și de distanța dintre cele două tobe din componența descojitorului.

Conținut ridicat de înveliș a semințelor descojite s-a înregistrat în cazul reglării mantalelor descojitorului la distanța de 6 mm una față de cealaltă, unde procentul de boabe sparte a fost de 0,76% (pentru turația descojitorului de 100 rot/min), 0,81% (pentru turația descojitorului de 150 rot/min), 0,96% (pentru turația descojitorului de 200 rot/min), respectiv 1,42% (pentru turația descojitorului de 250 rot/min).

La utilizarea distanței de 8 mm dintre cele două mantale s-a observat o scădere a procentului de înveliș descojit de peste 45% față de variantele în care s-a folosit distanța de 6 mm între tobe. Deși s-a observat o reducere semnificativă a conținutului de înveliș, valorile obținute poronesc de la 0,35% în cazul turației rotorului de 100 rot/min și ajung la 0,97% la turația de 250 rot/min.

La utilizarea distanței de 10 mm dintre cele două mantale conținutul de înveliș a înregistrat valori de 0,12% (pentru turația de 100 rot/min), 0,18% (pentru turația de 150 rot/min), 0,28% (pentru turația de 200 rot/min), respectiv 0,32% în cazul utilizării turației de 250 rot/min.

Din punct de vedere al variației cantității de înveliș descojit, în urma încercărilor realizate pe standul experimental, s-a constatat faptul că în cazul reglării distanței dintre mantalele utilajului la 12 mm, respectiv în cazul variantelor V_{d13} , V_{d14} , V_{d15} , V_{d16} , efectul tehnologic asupra boabelor supuse procesului de descojire a fost inexistent, neremarcându-

se diferențe în urma analizării rezultatelor experimentale, obținându-se un procent de înveliș descojit de 0,1%.

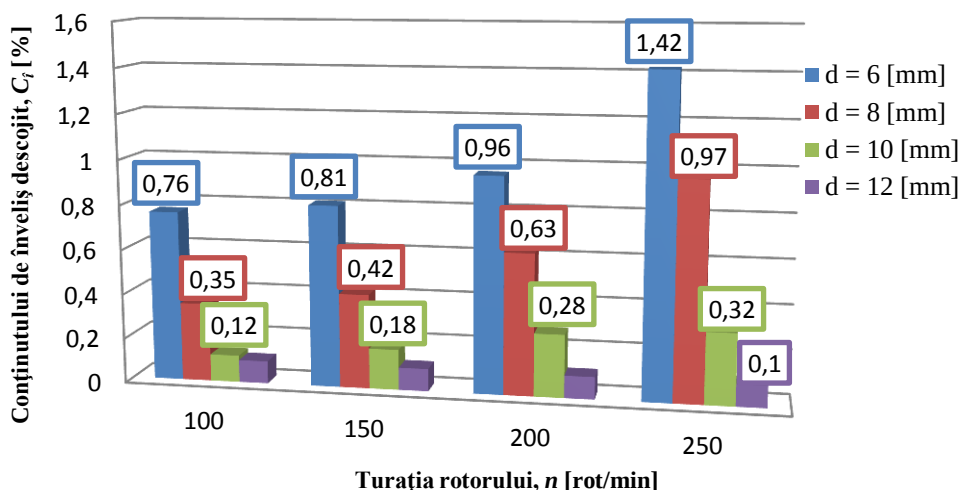


Fig. 7.3. Variația conținutului de înveliș descojit, C_i [%]

Fig. 7.3. *Variation of peeled shell content, C_i [%]*

Pe de altă parte, în cazul variantelor V_{d1} , V_{d2} , V_{d3} și V_{d4} , respectiv la distanța dintre generatoarele tobelor de 6 mm s-au înregistrat valori ridicate ale conținuturilor de înveliș descojit, de până la 1,42%.

Exceptând încercările realizate la distanța $d = 12$ mm, unde procentul de înveliș descojit a avut o valoare constantă, în cazul celorlalte variante studiate s-a constatat o creștere direct proporțională a cantității de înveliș descojit cu valoarea turației rotorului și invers proporțională cu distanța dintre mantalele tronconice ale utilajului.

7.4. ANALIZA INFLUENȚEI PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ȘI FUNCȚIONALI AI DESCOJITORULUI ASUPRA DIAMETRELOR MEDII ALE BOABELOR DE GRÂU

În cadrul cercetărilor experimentale au fost măsurate dimensiunile boabelor de grâu din lotul utilizat în cadrul cercetărilor, obținându-se astfel valori exacte ale diametrelor medii pentru particulele supuse experiențelor, rezultatele pentru turația de 100 rot/min fiind prezentate în fig. 7.4.

Astfel, cel mai ridicat procent în funcție de dimensiunea particulelor s-a înregistrat în cazul reglării celor două mantale ale descojitorului la distanța de 12 mm, unde procentul particulelor mai mari de 3,15 mm a fost de 69%, 30,5% fiind particule cu dimensiuni cuprinse între 2 și 3,15 mm, respectiv 0,6% particule cu dimensiuni mai mici de 2 mm.

La utilizarea distanței de 10 mm dintre cele două mantale s-a observat o diminuare a procentului de particule de dimensiuni mari, până la 58,9%, crescând atât procentul particulelor cu dimensiuni între 2 și 3,15 mm (39,1%) cât și cel al celor mai mici de 2 mm (2%).

Pentru distanța de 8 mm, ponderea particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm

a fost de 53,2%, a celor cu dimensiuni între 2 și 3,15 mm de 44,3%, iar a particulelor mai mici de 2 mm a fost de 2,4%.

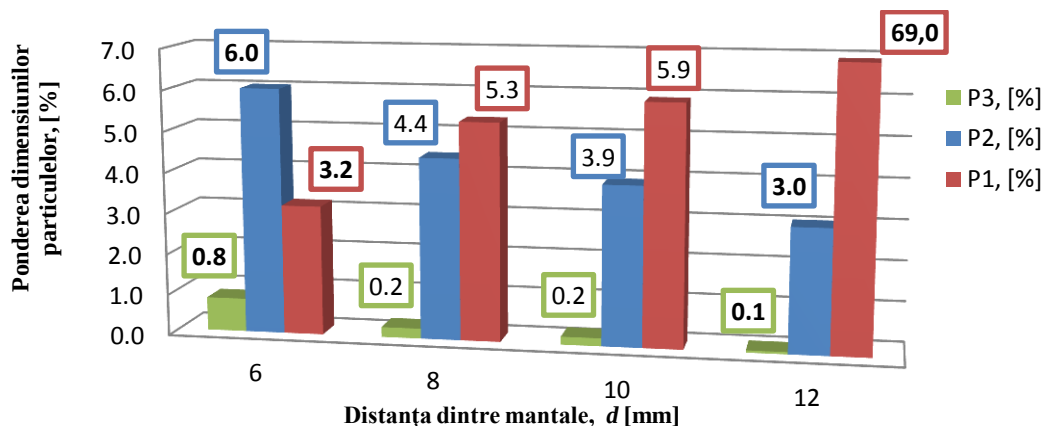


Fig. 7.4. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=100$ [rot/min]

P1 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm; P2 – procentul particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 mm și 3,15 mm, P3 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm

Fig. 7.4. Variation in grain size for speed rotation $T=100$ [rpm]

P1 – percentage of particles larger than 3,15 mm; P2 – percentage of particle size between 2 mm and 3,15 mm; P3 – percentage of particles smaller than 2 mm

De asemenea, în cazul utilizării distanței de 6 mm între cele două mantale, s-a înregistrat un procent de 31,7% particule cu dimensiuni mari, 60,2% particule cu dimensiuni cuprinse între 2 și 3,15 mm, respectiv 8,1% particule mai mici de 2 mm.

Pentru turația descojitorului de 150 rot/min au fost obținute următoarele valori, prezentate în fig. 7.5.

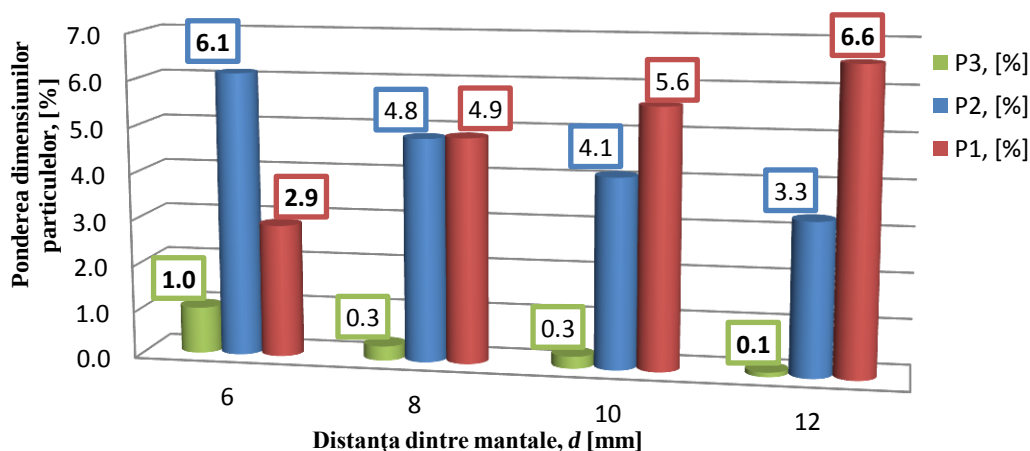


Fig. 7.5. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=150$ [rot/min]

P1 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm; P2 – procentul particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 mm și 3,15 mm, P3 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm

Fig. 7.5. Variation in grain size for speed rotation $T=150$ [rpm]

P1 – percentage of particles larger than 3,15 mm; P2 – percentage of particle size between 2 mm and 3,15 mm; P3 – percentage of particles smaller than 2 mm

În ceea ce privește particulele de semințe cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm, procentul cel mai ridicat a fost obținut în cazul utilizării instalației de descojire la turația 152

de 150 rot/min și distanța dintre mantale de 12 mm, unde procentul a fost de 65,9%.

Ponderea particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 și 3,15 mm a avut valori între 33,2% (pentru distanța de 12 mm) și 61,3% (pentru distanța de 6 mm).

Cu privire la particulele cu dimensiuni mai mici de 2 mm, cel mai ridicat rezultat a fost înregistrat în cazul utilizării instalației unde distanța între mantale era de 6 mm.

În fig. 7.6 sunt prezentate rezultatele privind dimensiunile boabelor de grâu din lotul utilizat în cadrul cercetărilor, în ceea ce privește diametrele medii ale particulelor supuse experiențelor la turația de 200 rot/min.

În cazul utilizării distanței de 6 mm dintre mantale, procentul cel mai ridicat a fost obținut de particulele cu dimensiuni între 2 și 3,15 mm cu o pondere de 61,3%, urmată de particulele cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm (28,7%), respectiv particulele cu dimensiuni mai mici de 2 mm (cu un procent de 10%).

Procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm a fost asemănător cu cel al particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 și 3,15 mm în cazul utilizării standului având 8 mm distanța între cele două mantale (48,6% respectiv 48,3%).

Cel mai mare procent de particule cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm a fost obținut în cazul utilizării instalației de descojire unde distanța dintre mantale a fost de 12 mm (65,9%).

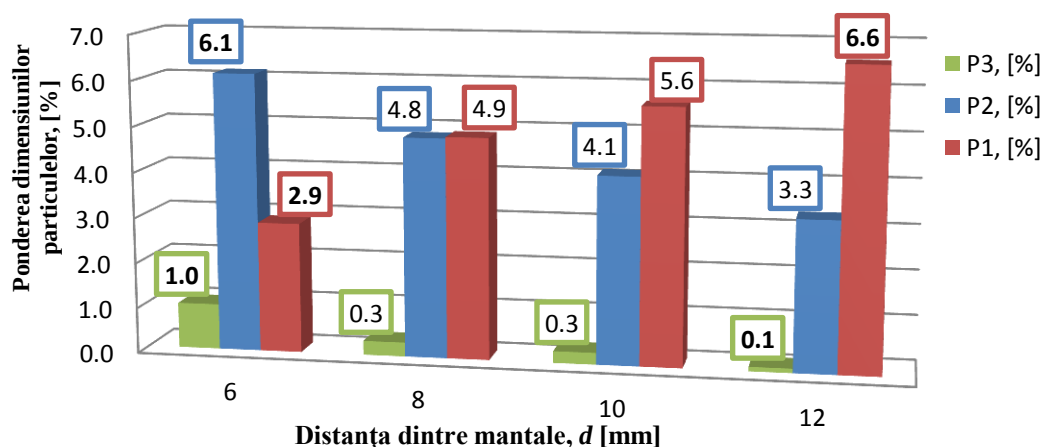


Fig. 7.6. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=200$ [rot/min]

P1 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm; P2 – procentul particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 mm și 3,15 mm, P3 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm

Fig. 7.6. Variation in grain size for speed rotation $T=200$ [rpm]

P1 – percentage of particles larger than 3,15 mm; P2 – percentage of particle size between 2 mm and 3,15 mm; P3 – percentage of particles smaller than 2 mm

În fig. 7.7 sunt prezentate rezultatele privind dimensiunile boabelor de grâu în ceea ce privește diametrele medii ale particulelor supuse experiențelor la turația de 250 rot/min.

Pentru distanța de 6 mm dintre mantale, procentul cel mai ridicat a fost obținut de particulele cu dimensiuni între 2 și 3,15 mm cu o pondere de 61,9%, urmată de particulele cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm (27,8%), respectiv particulele cu dimensiuni mai mici de 2 mm (cu un procent de 10,3%).

Procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm a fost, și în acest caz, asemănător cu cel al particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 și 3,15 mm în cazul

utilizării distanței dintre mantale de 8 mm (47,5% respectiv 49,2%).

Cel mai mare procent de particule cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm a fost obținut în cazul utilizării instalației de descojire unde distanța dintre mantale a fost de 12 mm (65%), urmat de varianta în care distanța dintre mantale a fost de 10 mm, cu un procent de 55,6%.

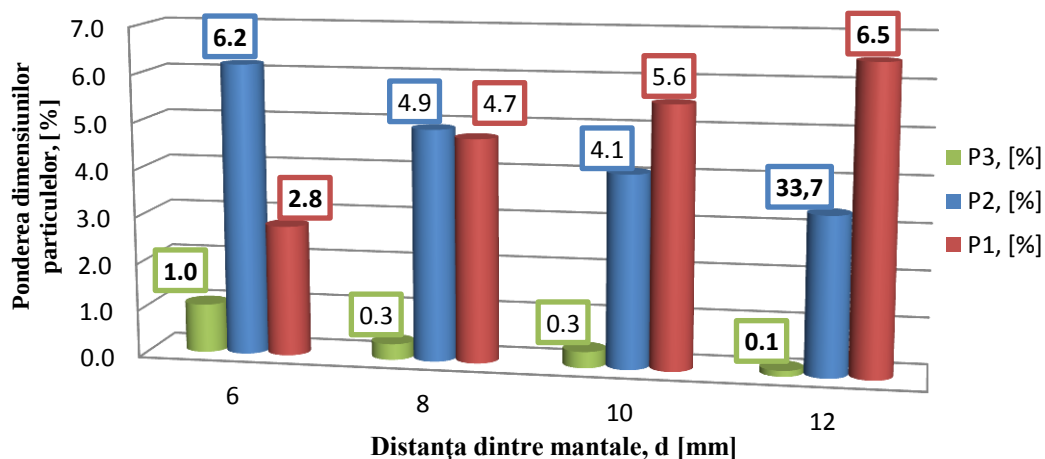


Fig. 7.7. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația T=250 [rot/min]

P1 - procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm; P2 - procentul particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 mm și 3,15 mm; P3 - procentul particulelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm

Fig. 7.7. Variation in grain size for speed rotation T=250 [rpm]

P1 - percentage of particles larger than 3,15 mm; P2 - percentage of particle size between 2 mm and 3,15 mm; P3 - percentage of particles smaller than 2 mm

Rezultatele privind dimensiunile boabelor de grâu din lotul utilizat în cadrul cercetărilor, în ceea ce privește diametrele medii ale particulelor supuse experiențelor la turația de 300 rot/min sunt prezentate în fig. 7.8.

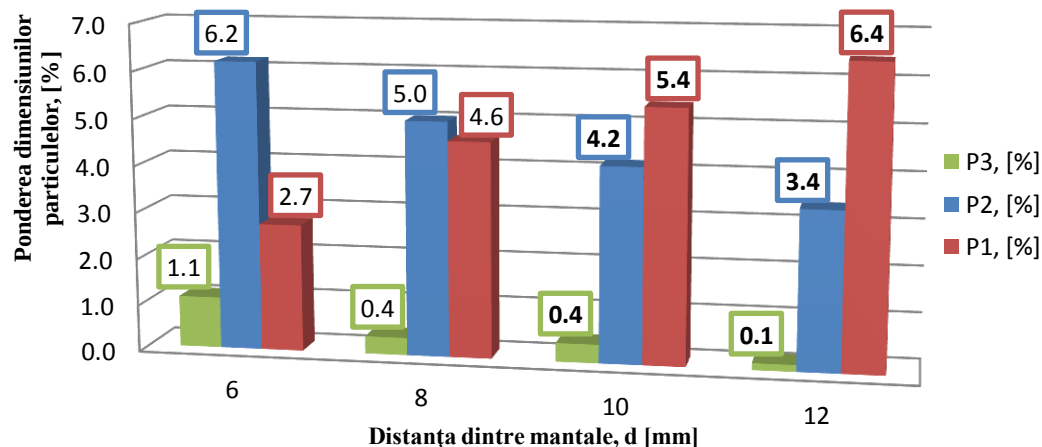


Fig. 7.8. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația T=300 [rot/min]

P1 - procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm; P2 - procentul particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 mm și 3,15 mm; P3 - procentul particulelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm

Fig. 7.8. Variation in grain size for speed rotation T=300 [rpm]

P1 - percentage of particles larger than 3,15 mm; P2 - percentage of particle size between 2 mm and 3,15 mm; P3 - percentage of particles smaller than 2 mm

În ceea ce privește particulele cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm, procentul cel mai ridicat a fost obținut pentru varianta în care se utilizează distanța de 12 mm între mantale, înregistrându-se un procent de 64,5%.

Referitor la particulele cu dimensiuni medii (2 – 3,15 mm), cel mai ridicat procent, de 61,9%, a fost obținut pentru varianta experimentală în care distanța dintre mantale a fost de 6 mm, iar pentru particulele cu dimensiuni mai mici de 2 mm a fost înregistrat pentru varianta experimentală în care distanța este de 12 mm între mantalele descojitorului.

În *fig. 7.9* sunt prezentate rezultatele privind dimensiunile boabelor de grâu în ceea ce privește diametrele medii ale particulelor supuse experiențelor la turația de 350 rot/min.

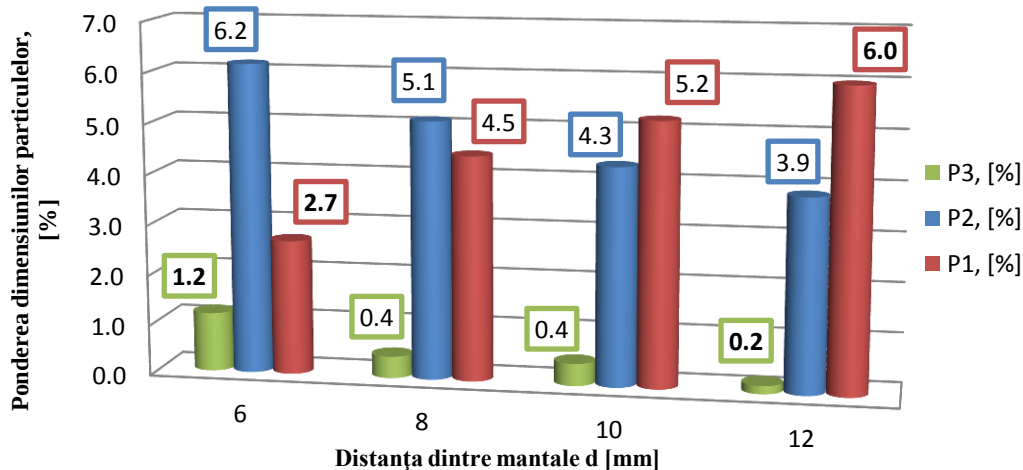


Fig. 7.9. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=350$ [rot/min]

P1 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm; P2 – procentul particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 mm și 3,15 mm; P3 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm

Fig. 7.9. Variation in grain size for speed rotation $T=350$ [rpm]:

P1 – percentage of particles larger than 3,15 mm; P2 – percentage of particle size between 2 mm and 3,15 mm; P3 – percentage of particles smaller than 2 mm

Pentru distanța de 6 mm dintre mantale, procentul cel mai ridicat a fost obținut de particulele cu dimensiuni între 2 și 3,15 mm cu o pondere de 61,6%, urmată de particulele cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm (26,7%), respectiv particulele cu dimensiuni mai mici de 2 mm (cu un procent de 11,7%).

În cazul utilizării distanței dintre mantale de 8 mm, procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm a fost de 44,6%, cel al particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 și 3,15 mm de 51,7%, respectiv 4,3% cel al particulelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm.

Cel mai mare procent de particule cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm a fost obținut în cazul utilizării instalației de descojire unde distanța dintre mantale a fost de 12 mm (59,9%), urmat de varianta în care distanța dintre mantale a fost de 10 mm, cu un procent de 52,3%.

Rezultatele privind dimensiunile boabelor de grâu din lotul utilizat în ceea ce privește diametrele medii ale particulelor supuse experiențelor la turația de 400 rot/min sunt prezentate în *fig. 7.10*.

Astfel, în cazul distanței de 6 mm dintre mantale, procentul cel mai ridicat a fost cel al particulelor cu dimensiuni între 2 și 3,15 mm cu o pondere de 61,9%, urmată de particulele cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm (24,7%), respectiv particulele cu dimensiuni mai mici de 2 mm (cu un procent de 13,4%).

Pentru distanța dintre mantale de 8 mm, procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm a fost de 44,0%, cel al particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 și 3,15 mm de 51,4%, respectiv 4,6% cel al semințelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm.

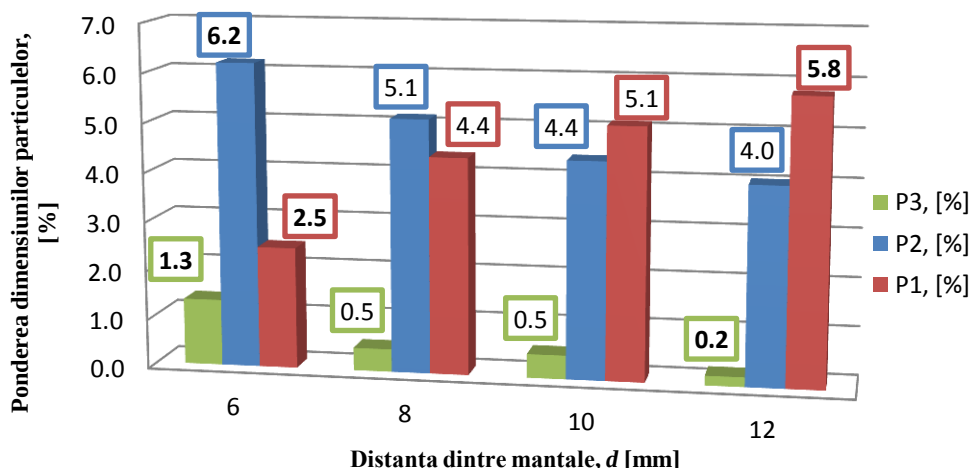


Fig. 7.10. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=400$ [rot/min]

■ P1 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm; ■ P2 – procentul particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 mm și 3,15 mm, ■ P3 – procentul particulelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm

Fig. 7.10. Variation in grain size for speed rotation $T=400$ [rpm]

■ P1 – percentage of particles larger than 3,15 mm; ■ P2 – percentage of particle size between 2 mm and 3,15 mm; ■ P3 – percentage of particles smaller than 2 mm

În cazul utilizării standului de descojire, unde distanța dintre mantale era de 10 mm, cel mai mare procent a fost obținut cel al particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm (51,1%), urmat de particulele cu dimensiuni medii (44,1%), respectiv particule de dimensiuni mici cu un procent de 4,8%.

Pentru distanța dintre mantale de 12 mm, procentul particulelor cu dimensiuni mai mari de 3,15 mm a fost de 57,8%, cel al particulelor cu dimensiuni cuprinse între 2 și 3,15 mm de 40,3%, respectiv 2% cel al semințelor cu dimensiuni mai mici de 2 mm.

Rezultatele obținute au fost folosite pentru alegerea dimensiunilor orificiilor sitelor de laborator în scopul clasării boabelor de grâu în funcție de diametrele medii, după ce anterior au fost supuse procesului de descojire.

7.5. ANALIZA ȘI INTERPRETAREA STATISTICĂ A REZULTATELOR

Analiza statistică a datelor experimentale prin încercări ale mașinii de descojit la diferite turații de funcționare și diferite distanțe dintre mantale, impune utilizare metodei de analiza polifactorială (multifactorială).

Numărul variantelor pentru mașina de descojit cu același tip de manta considerând două variabile independente, reprezentate de turația rotorului și distanța dintre mantale

sunt prezentate în tabelul 7.1.

Tabelul 7.1/Table 7.1.

Variantele experimentale în funcție de turația rotorului n [ot/min] și distanța dintre mantale d [mm]

(Zăpodeanu Cezara, 2015)

Experimental variants depending on the rotor speed n [rpm] and the distance between the sheaths d [mm]

(Zăpodeanu Cezara, 2015)

Turația rotorului	Variantele experimentale efectuate pe instalația pentru descojire			
	Distanța dintre mantale, d [mm]			
	d_1	d_2	d_3	d_4
n_1	V_{d1}	V_{d5}	V_{d9}	V_{d13}
n_2	V_{d2}	V_{d6}	V_{d10}	V_{d14}
n_3	V_{d3}	V_{d7}	V_{d11}	V_{d15}
n_4	V_{d4}	V_{d8}	V_{d12}	V_{d16}

Fiecare variantă în parte obținută pentru un cuplu de turația rotorului și distanță între mantale reprezintă conținutul de boabe sparte. Valorile turației rotorului utilizate în experiment au fost de 100, 150, 200 respectiv 250 rot/min, iar pentru distanța dintre mantale au fost de 6, 8, 10 respectiv 12 mm. Conținutul de boabe sparte este exprimat în g .

Pentru evitarea unor erori de măsurare toate instrumentele de măsură utilizate au fost calibrate, iar pentru a obține o precizie ridicată în analiza statistică au fost realizate câte trei repetiții pentru fiecare variantă din tabelul 7.1.

Conținutul boabelor sparte la descojire cu utilajul echipat cu manta tip Eureka și cu debitul de alimentare al utilajului $Q_p = 600$ [kg/h] sunt redată în tabelul 7.2.

Tabelul 7.2/Table 7.2

Conținutul de boabe sparte

The content of broken grains

Varianta	Conținutul de boabe sparte, B_s [g]			
	Repetiții			ΣV
	1	2	3	
V_{d1}	21,98	22,45	22,05	66,48
V_{d2}	23,02	24,12	23,9	71,04
V_{d3}	26,73	26,85	27,18	80,76
V_{d4}	27,24	27,93	26,73	81,9
V_{d5}	7,51	7,67	8,04	23,22
V_{d6}	8,76	9,05	8,77	26,58
V_{d7}	8,99	9,14	9,83	27,96
V_{d8}	9,79	10,28	9,99	30,06
V_{d9}	2,47	2,71	2,35	7,53
V_{d10}	2,86	3,15	2,93	8,94
V_{d11}	3,22	3,34	3,79	10,35
V_{d12}	4,05	4,11	3,42	11,58
V_{d13}	1,87	1,77	2,51	6,15
V_{d14}	2,26	2,85	2,36	7,47
V_{d15}	2,55	2,43	3,06	8,04
V_{d16}	2,48	2,67	3,61	8,76
V_{dM}	1,58	1,62	1,6	4,8

Obiectivul experimentului propus spre analiză este de a măsura cu precizie conținutul de boabe sparte ce reprezintă o variabilă dependentă de cei doi parametri de lucru turația rotorului și distanța dintre mantale care sunt considerați variabile

independente.

Valoarea măsurată a conținutului de boabe sparte nu poate fi considerată satisfăcătoare dacă nu se fac precizări cu privire la intervalul de variație și probabilitatea corespunzătoare.

Varianța (s^2) este o măsură a neomogenității datelor experimentale, fiind de fapt, abaterea medie pătratică și se calculează prin raportarea sumei pătratelor abaterilor de la medie (SP) la numărul gradelor de libertate (GL).

Pentru calcularea sumei pătratelor abaterilor de la medie (SP) și a gradelor de libertate (GL) se folosesc mai multe formule astfel:

- suma pătratelor abaterilor pentru întreaga experiență sau dispersia totală

$$SP_T = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} = 4014,46 \quad (7.1)$$

unde: $N = 48$ reprezintă numărul total al conținuturilor de boabe sparte din experiență, din *tabelul 7.2*.

- suma pătratelor abaterilor pentru repetiții sau variația între repetiții

$$SP_r = \frac{\sum R^2}{V} - \frac{(\sum x)^2}{N} = -171,71 \quad (7.2)$$

unde: $V = 16$ reprezintă numărul variantelor din experiență, din *tabelul 7.2*.

- suma pătratelor abaterilor pentru variante

$$SP_v = \frac{\sum V^2}{V} - \frac{(\sum x)^2}{N} = 4010,03 \quad (7.3)$$

unde: $R = 3$ reprezintă numărul repetițiilor din experiență, din *tabelul 7.2*.

- suma pătratelor abaterilor pentru eroare

$$SP_e = SP_T - (SP_r + SP_v) = 176,147 \quad (7.4)$$

- numărul total de grade de libertate

$$GL_t = N - 1 = 47 \quad (7.5)$$

- numărul gradelor de libertate pentru repetiții

$$GL_r = R - 1 = 2 \quad (7.6)$$

- numărul gradelor de libertate pentru variante

$$GL_v = V - 1 = 15 \quad (7.7)$$

- numărul gradelor de libertate pentru eroare

$$GL_e = GL_t - (GL_r + GL_v) = 30 \quad (7.8)$$

Calculul varianței pentru variante:

$$s_v^2 = \frac{SP_v}{GL_v} = 267,33 \quad (7.9)$$

Calculul varianței pentru eroare:

$$s_e^2 = \frac{SP_e}{GL_e} = 5,871 \text{ g} \quad (7.10)$$

În cazul în care varianța erorii este cu mult mai mică față de varianța variantelor, înseamnă că diferențele se datorează factorilor cercetați: turația rotorului și distanțele dintre mantale și ele se vor menține la repetarea experiențelor.

Variațiile conținutului de boabe sparte între repetiții cât și de la o experiență la alta sunt datorate următoarelor cauze:

- neuniformității distribuției boabelor de grâu în interiorul mașinii de descojit pentru aceleași condiții de funcționare;
- interacțiunii între factori, care se manifestă în experiențele polifactoriale în cazul de față între turația rotorului și distanța dintre tobele de descojire utilizate în procesul de lucru;
- erorilor experimentale.

Interpretarea rezultatelor experimentale prezentate în *tabelul 7.2.* s-a realizat folosind testul „ F ”, calculat conform relației de 7.11.

$$F = \frac{s_v^2}{s_e^2} = 45,53 \quad (7.11)$$

Pentru $GLE = 30$ și $GLv = 15$, valoarea teoretică a lui $F_t = 2,25$. Prin comparație rezultă că $F > F_t$, iar **testul este semnificativ**, diferențele trec peste limita erorilor, factorii cercetați: turația rotorului și distanța dintre mantale contribuind în măsură mai mare la variația conținutului de boabe sparte decât factorii accidentali.

La determinarea gradului de semnificație se calculează, în prima etapă, media conținutului de boabe sparte în grame pentru fiecare variantă în parte.

Valoarea medie totală pentru întreaga experiență din *tabelul 7.12* și diferențele față de valoarea medie pentru fiecare variantă, prezentate în *tabelul 7.13*. Pentru evidențierea semnificației diferențelor de conținut mediu de boabe sparte se determină diferențele limită (**DL**) pentru probabilități de transgresiune (**P**) de 5%, 1% și 0,1%.

Diferența limită (**DL**) se calculează cu formula:

$$DL = \bar{s}_d \times t \quad (7.12)$$

unde: s_d - eroarea diferențelor conținutului de boabe sparte se calculează cu formula:

$$\bar{s}_d = \pm \sqrt{\frac{2 \times s_e^2}{R}} = \pm 1,978 \text{ g} \quad (7.13)$$

t - abaterea normală în funcție de gradele de libertate ale erorii (**GLE**).

Tabelul 7.3/ Table 7.3.

Parametrii de calcul
Calculation parameters

Variante n	$V_n = \frac{\sum V}{R}, \text{ g}$	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}, \text{ g}$	$d = V_n - \bar{x}, \text{ g}$
Vd₁	22,16	9,933	12,226
Vd₂	23,68	9,933	13,746
Vd₃	26,92	9,933	16,986
Vd₄	27,3	9,933	17,366
Vd₅	7,74	9,933	-2,194
Vd₆	8,86	9,933	-1,074
Vd₇	9,32	9,933	-0,614
Vd₈	10,02	9,933	0,086
Vd₉	2,51	9,933	-7,424
Vd₁₀	2,98	9,933	-6,954
Vd₁₁	3,45	9,933	-6,484
Vd₁₂	3,86	9,933	-6,074
Vd₁₃	2,05	9,933	-7,884
Vd₁₄	2,49	9,933	-7,444
Vd₁₅	2,68	9,933	-7,254
Vd₁₆	2,92	9,933	-7,014

La gradul de libertate a erorii $GLe = 30$, valorile abaterii normale t sunt 2,04; 2,75 și 3,65 pentru probabilitatea de a fi depășite datorită fluctuației întâmplătoare P de 5%, 1% și 0,1% (tabelul 7.4.).

Tabelul 7.4./Table 7.4

Valorile diferențelor limită pentru cele trei probabilități
The values of the limit differences for the three probabilities

	DL	
	g	%
P 5%	±4,0361	40,63
P 1%	±5,4408	54,77
P 0,1%	± 7,2214	72,69

Diferențele de conținut de boabe sparte dintre variantele cercetate și varianta martor se compară cu diferențele limită sau diferențele minime semnificative în vederea stabilirii semnificației acestora. Se utilizează scara de apreciere prezentată în tabelul 5.5.

Valorile diferenței medii d (tabelul 7.3), și a diferențelor limită DL (g) (tabelul 7.14) corelate cu gradele de semnificație (tabelul 5.5) conduc la următorul tabel de sinteză a rezultatelor experimentale pentru cele 18 variante, (tabelul 7.5).

Tabelul 7.5./Table 7.5

Sinteza rezultatelor experimentale pentru cele 18 variante și gradele de semnificație
Experimental results for the 18 variants and degrees of significance

Varianta	Conținutul mediu de boabe sparte		d (g)	Semnificația
	g	%		
V_{d4}	27,3000	274,8	+17,3662	xxx
V_{d3}	26,9200	271,0	+16,9862	xxx
V_{d2}	23,6800	238,3	+13,7462	xxx
V_{d1}	22,1600	223,0	+12,2262	xxx
V_{d8}	10,0200	100,8	+0,0862	nesemnificativ
$\bar{X}$	9,9337	100	-	-
V_{d7}	9,3200	93,8	-0,6137	nesemnificativ
V_{d6}	8,8600	90,2	-1,0737	nesemnificativ
V_{d5}	7,7400	77,9	-2,1937	nesemnificativ
V_{d12}	3,8600	38,8	-6,0737	o o
V_{d11}	3,4500	34,7	-6,4837	o o
V_{d10}	2,9800	29,9	-6,9537	o o
V_{d16}	2,9200	29,3	-7,0137	o o
V_{d15}	2,6800	26,9	-7,2537	o o o
V_{d9}	2,5100	25,2	-7,4237	o o o
V_{d14}	2,4900	25,0	-7,4437	o o o
V_{d13}	2,0500	20,6	-7,8837	o o o

Din analiza rezultatelor experimentale se observă:

- un grad **foarte semnificativ** pentru variantele V_{d1} (la turația $n_1 = 100$ rot/min și distanța dintre tobe $d_1 = 6$ mm), V_{d2} ($n_2 = 150$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d3} ($n_3 = 200$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d4} ($n_4 = 250$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d9} ($n_1 = 100$ rot/min și $d_4 = 12$ mm), V_{d15} ($n_3 = 200$ rot/min și $d_4 = 12$ mm), V_{d13} ($n_1 = 100$ rot/min și $d_4 = 12$ mm), V_{d14} ($n_2 = 150$ rot/min și $d_4 = 12$ mm);

- un grad **distinct semnificativ** pentru variantele V_{d10} (la turația $n_2 = 150$ rot/min și distanța dintre tobe $d_3 = 10$ mm), V_{d11} (la turația $n_3 = 200$ rot/min și distanța dintre tobe $d_3 = 10$ mm), V_{d12} (la turația $n_4 = 250$ rot/min și distanța dintre tobe $d_3 = 10$ mm), V_{d16} (la turația $n_4 = 250$ rot/min și distanța dintre tobe $d_4 = 12$ mm);

- variantele V_{d5} (la turația $n_1 = 100$ rot/min și distanța dintre tobe $d_2 = 8$ mm), V_{d6} (la turația $n_2 = 150$ rot/min și distanța dintre tobe $d_2 = 8$ mm), V_{d7} (la turația $n_3 = 200$ rot/min și distanța dintre tobe $d_2 = 8$ mm), V_{d8} (la turația $n_4 = 250$ rot/min și distanța dintre tobe $d_2 = 8$ mm) rezultatele sunt **nesemnificative**, așa cum este prezentat în *tabelul 7.6*.

Aceasta arată că turațiile n_1, n_2, n_3, n_4 în combinație cu cele patru distanțe d_1, d_2, d_3, d_4 au avut efect foarte semnificativ sau distinct semnificativ asupra conținutului de boabe sparte.

Sistematizarea datelor experimentale funcție de factorii luați în studiu prin stabilirea numărului de variante se realizează tot conform *tabelului 7.11*, parametrii utilajului utilizați pentru analiza conținutului de boabe sparte fiind identici. Numărul variantelor pentru mașina de descojit cu același tip de manta considerând două variabile independente (turația rotorului n și distanța dintre mantale d).

Fiecare variantă în parte obținută pentru un cuplu de turația rotorului și distanță între mantale reprezintă conținutul de înveliș descojit. Valorile turației rotorului utilizate în experiment au fost de 100, 150, 200 respectiv 250 rot/min, iar pentru distanța dintre mantale au fost de 6, 8, 10 respectiv 12 mm. Conținutul de înveliș descojit este exprimat în g.

Obiectivul experimentului propus spre analiză este de a măsura cu precizie conținutul de înveliș descojit ce reprezintă o variabilă dependentă de cei doi parametri de lucru turația rotorului și distanța dintre mantale care sunt considerați variabile independente.

Valoarea măsurată a conținutului de înveliș descojit nu poate fi considerată satisfăcătoare dacă nu se fac precizări cu privire la intervalul de variație și probabilitatea corespunzătoare.

Pentru evitarea unor erori de măsură toate instrumentele de măsură utilizate au fost calibrate, iar pentru a obține o precizie ridicată în analiza statistică au fost realizate câte trei repetiții pentru fiecare variantă din *tabelul 7.13*.

Conținutul învelișului descojit în urma operației de descojire cu utilajul echipat cu manta tip Eureka și cu debitul de alimentare al utilajului $Q_p = 600$ [kg/h] sunt redată în *tabelul 7.6*.

Conținutul de înveliș descojit
Peeled shell contents

Varianta	Conținutul de înveliș descojit, C_i [g]			
	Repetiții			ΣV
	1	2	3	
V_{d1}	0,75	0,74	0,79	2,28
V_{d2}	0,78	0,81	0,84	2,43
V_{d3}	0,99	0,97	0,92	2,88
V_{d4}	1,44	1,43	1,39	4,26
V_{d5}	0,32	0,29	0,44	1,05
V_{d6}	0,37	0,40	0,49	1,26
V_{d7}	0,62	0,67	0,60	1,89
V_{d8}	0,95	0,98	0,98	2,91
V_{d9}	0,10	0,12	0,14	0,36
V_{d10}	0,15	0,19	0,20	0,54
V_{d11}	0,27	0,30	0,27	0,84
V_{d12}	0,34	0,33	0,29	0,96
V_{d13}	0,10	0,10	0,10	0,30
V_{d14}	0,11	0,09	0,10	0,30
V_{d15}	0,09	0,10	0,11	0,30
V_{d16}	0,12	0,08	0,10	0,30
V_{dM}	0	0	0	0

Varianța (s^2) este o măsură a neomogenității datelor experimentale, fiind de fapt, abaterea medie pătratică și se calculează prin raportarea sumei pătratelor abaterilor de la medie (**SP**) la numărul gradelor de libertate (**GL**).

Pentru calcularea sumei pătratelor abaterilor de la medie (**SP**) și a gradelor de libertate (**GL**) se folosesc mai multe formule astfel:

- suma pătratelor abaterilor pentru întreaga experiență sau dispersia totală

$$SP_T = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} = 7,377 \quad (7.14)$$

unde $N = 48$ reprezintă numărul total al conținuturilor de boabe sparte din experiență, din *tabelul 7.8*.

- suma pătratelor abaterilor pentru repetiții sau variația între repetiții

$$SP_v = \frac{\sum V^2}{V} - \frac{(\sum x)^2}{N} = -0,2814 \quad (7.15)$$

unde $V = 16$ reprezintă numărul variantelor din experiență, *tabelul 7.8*.

- suma pătratelor abaterilor pentru variante

$$SP_v = \frac{\sum V^2}{V} - \frac{(\sum x)^2}{N} = 7,340 \quad (7.16)$$

unde: $R = 3$ reprezintă numărul repetițiilor din experiență, din *tabelul 7.8*.

- suma pătratelor abaterilor pentru eroare

$$SP_e = SP_T - (SP_r + SP_v) = 0,3176 \quad (7.17)$$

- numărul total de grade de libertate

$$GL_t = N - 1 = 47 \quad (7.18)$$

- numărul gradelor de libertate pentru repetiții

$$GLr = R - 1 = 2 \quad (7.19)$$

- numărul gradelor de libertate pentru variante

$$GLv = V - 1 = 15 \quad (7.20)$$

- numărul gradelor de libertate pentru eroare

$$GLE = GLt - (GLr + GLv) = 30 \quad (7.21)$$

Calculul varianței pentru variante

$$s_v^2 = \frac{SPv}{GLv} = 0,489 \quad (7.22)$$

Calculul varianței pentru eroare

$$s_e^2 = \frac{SPE}{GLE} = 0,0105 \text{ g} \quad (7.23)$$

Dacă varianța erorii este cu mult mai mică față de varianța variantelor, înseamnă că diferențele se datorează factorilor cercetați (turația rotorului, distanța dintre mantale) și ele se vor menține la repetarea experiențelor.

Dacă varianța erorii este mai mare sau apropiată de varianța variantelor, atunci influența factorilor cercetați nu este sigură și se datorează unor cauze întâmplătoare.

Variațiile conținutului de înveliș descojit între repetiții cât și de la o experiență la alta sunt datorate următoarelor cauze:

- neuniformității distribuției boabelor de grâu în interiorul mașinii de descojit pentru aceleași condiții de funcționare;
- interacțiunii între factori, care se manifestă în experiențele polifactoriale în cazul de față între turația rotorului și distanța dintre tobele de descojire utilizate în procesul de lucru;
- erorilor experimentale, în special cele accidentale.

Interpretarea rezultatelor experimentale prezentate în *tabelul 7.8*, testul „ F ” ce asigură punerea în evidență a diferențelor reale dintre variantele cercetate prin compararea varianței variantelor cu varianța erorii.

Varianța erorii reprezintă numai efectul fluctuației întâmplătoare, iar varianța variantelor include pe lângă efectul fluctuației întâmplătoare și efectul factorilor cercetați.

Testul „ F ” se calculează cu relația:

$$F = \frac{s_v^2}{s_e^2} = 46,22 \quad (7.24)$$

Pentru $GLE = 30$ și $GLv = 15$ valoarea teoretică a lui $F_t = 2,25$. Prin comparație rezultă că $F > F_t$ iar **testul este semnificativ**, diferențele trec peste limita erorilor, factorii cercetați (turația rotorului, distanța dintre mantale) contribuind în măsură mai mare la variația conținutului de înveliș descojit decât factorii accidentali.

La determinarea gradului de semnificație se calculează în prima etapă media conținutului de înveliș descojit în grame pentru fiecare variantă în parte, valoarea medie totală pentru întreaga experiență din *tabelul 7.5* și diferențele față de valoarea medie pentru

fiecare variantă, conform tabelului 7.7.

Tabelul 7.7/Table 7.7

Parametrii de calcul
Calculation parameters

Variante <i>n</i>	$V_n = \frac{\sum V}{R}, \text{ g}$	$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}, \text{ g}$	$d = V_n - \bar{x}, \text{ g}$
V_{d1}	0,76	0,476	0,284
V_{d2}	0,81	0,476	0,334
V_{d3}	0,96	0,476	0,484
V_{d4}	1,42	0,476	0,944
V_{d5}	0,35	0,476	-0,126
V_{d6}	0,42	0,476	-0,056
V_{d7}	0,63	0,476	0,154
V_{d8}	0,97	0,476	0,494
V_{d9}	0,12	0,476	-0,356
V_{d10}	0,18	0,476	-0,296
V_{d11}	0,28	0,476	-0,196
V_{d12}	0,32	0,476	-0,156
V_{d13}	0,10	0,476	-0,376
V_{d14}	0,10	0,476	-0,376
V_{d15}	0,10	0,476	-0,376
V_{d16}	0,10	0,476	-0,376

Pentru evidențierea semnificației diferențelor de conținut mediu de înveliș descojit se determină diferențele limită (**DL**) pentru probabilități de transgresiune (**P**) de 5%, 1% și 0,1%.

Diferența limită (**DL**) se calculează cu formula:

$$DL = \bar{s}_d \times t \quad (7.25)$$

unde: s_d eroarea diferențelor conținutului de boabe sparte se calculează cu formula:

$$\bar{s}_d = \pm \sqrt{\frac{2 \times s_e^2}{R}} = \pm 0,084 \text{ g} \quad (7.26)$$

t - abaterea normală sau depășirea față de medie, ale cărei valori se obțin din tabele statistice (tab. 4.21) în funcție de gradele de libertate ale erorii (**GLe**).

La gradul de libertate a erorii **GLe** = 30 valorile abaterii normale **t** sunt 2,04; 2,75 și 3,65 pentru probabilitatea de a fi depășite datorită fluctuației întâmplătoare **P** de 5%, 1% și 0,1%.

Tabel 7.8/Table 7.8

Valorile diferențelor limită pentru cele trei probabilități
The values of the limit differences for the three probabilities

	DL	
	g	%
P 5%	± 0,1713	35,98
P 1%	± 0,2310	48,51
P 0,1%	± 0,3066	64,38

Diferențele de conținut de înveliș descojit dintre variantele cercetate și varianta martor se compară cu diferențele limită sau diferențele minime semnificative în vederea stabilirii semnificației acestora.

Valorile diferenței medii **d** (tab. 7.7), și a diferențelor limită **DL** (g) (tab. 7.4) corelate cu gradele de semnificație (tab. 5.5) conduc la următorul tabel de sinteză a rezultatelor experimentale pentru cele 18 variante (tab. 7.9).

Tabelul 7.9/Table 7.9

Sinteza rezultatelor experimentale pentru cele 18 variante și gradele de semnificație
Experimental results for the 18 variants and degrees of significance

Varianta	Conținutul de înveliș descoperit mediu		d (g)	Semnificația
	g	%		
V_{d4}	1,420	298,3	+0,94375	xxx
V_{d8}	0,970	203,7	+0,49375	xxx
V_{d3}	0,960	201,6	+0,48375	xxx
V_{d2}	0,810	170,1	+0,33375	xxx
V_{d1}	0,760	159,6	+0,28375	xx
V_{d7}	0,630	132,3	+0,15375	nesemnificativ
$\bar{x}$	0,476	100	-	-
V_{d6}	0,420	88,2	-0,05625	nesemnificativ
V_{d5}	0,350	73,5	-0,12625	nesemnificativ
V_{d12}	0,320	67,2	-0,15625	nesemnificativ
V_{d11}	0,280	58,8	-0,19625	o
V_{d10}	0,180	37,8	-0,29625	o o
V_{d9}	0,120	25,2	-0,35625	o o o
V_{d13}	0,100	21,0	-0,37625	o o o
V_{d14}	0,100	21,0	-0,37625	o o o
V_{d16}	0,100	21,0	-0,37625	o o o
V_{d15}	0,100	21,0	-0,37625	o o o

Din analiza rezultatelor experimentale se observă:

- un **grad foarte semnificativ** pentru variantele V_{d2} (la turația $n_2 = 150$ rot/min și distanța dintre tobe $d_1 = 6$ mm), V_{d3} ($n_3 = 200$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d4} ($n_4 = 250$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d8} ($n_4 = 250$ rot/min și $d_2 = 8$ mm), V_{d9} ($n_1 = 100$ rot/min și $d_3 = 10$ mm), V_{d15} (la turația $n_3 = 200$ rot/min și distanța dintre tobe $d_4 = 12$ mm), V_{d13} (la turația $n_1 = 100$ rot/min și distanța dintre tobe $d_4 = 12$ mm), V_{d14} (la turația $n_2 = 150$ rot/min și distanța dintre tobe $d_4 = 12$ mm), V_{d16} (la turația $n_4 = 250$ rot/min și distanța dintre tobe $d_4 = 12$ mm);

- un **grad distinct semnificativ** pentru variantele V_{d1} (la turația $n_1 = 100$ rot/min și distanța dintre tobe $d_1 = 6$ mm), V_{d10} (la turația $n_2 = 150$ rot/min și distanța dintre tobe $d_3 = 10$ mm);

- la variantele V_{d5} (la turația $n_1 = 100$ rot/min și distanța dintre tobe $d_2 = 8$ mm), V_{d6} (la turația $n_2 = 150$ rot/min și distanța dintre tobe $d_2 = 8$ mm), V_{d7} (la turația $n_3 = 200$ rot/min și distanța dintre tobe $d_2 = 8$ mm), V_{d12} (la turația $n_4 = 250$ rot/min și distanța dintre tobe $d_3 = 10$ mm) rezultatele sunt **nesemnificative**, conform tabelului 7.9.

Aceasta arată că turațiile **n_1 , n_2 , n_3 , n_4** în combinație cu cele patru distanțe **d_1 , d_2 , d_3 , d_4** au avut un efect foarte semnificativ sau distinct semnificative asupra conținutului de înveliș descoperit.

Din analiza statistică conform testului „ F ” ($F < F_t$) acesta este **nesemnificativ** deoarece diferențele nu trec peste limita erorilor, factorii cercetați turația rotorului și distanța dintre mantale nu contribuie în măsură mare la variația conținutului de cenușă.

Ca urmare a numărului mare de date ce urmează a fi gestionat s-a trecut la

sistematizarea datelor experimentale funcție de factorii luați în studiu prin stabilirea numărului de variante pentru mașina de descojit cu același tip de manta considerând două variabile independente (turația rotorului și distanța dintre mantale).

Fiecare variantă în parte obținută pentru un cuplu de turația rotorului și distanță între mantale reprezintă conținutul de boabe sparte.

Valorile turației rotorului utilizate în experiment au fost de 100, 150, 200 respectiv 250 rot/min, iar pentru distanța dintre mantale s-au utilizat: 6, 8, 10 respectiv 12 mm. Conținutul de boabe sparte este exprimat în grame.

Conținutul boabelor sparte a fost măsurat după ce semințele au fost supuse procesului de descojire efectuat cu utilajul echipat cu manta din împletitură de sârmă de tip Eureka, având debitul de alimentare cu produs $Q_p = 600$ [kg/h].

Rezultatele obținute au fost comparate cu proba martor, reprezentată de grâu nedescojit.

Pentru evitarea unor erori de măsurare toate instrumentele de măsură utilizate au fost calibrate, iar pentru a obține o precizie ridicată în analiza statistică au fost realizate câte trei repetiții pentru fiecare variantă din *tabelul 7.10*.

Tabelul 7.10./Table 7.10.

Conținutul de cenușă al boabelor descojite, sită $L \times l = 20 \times 1,75$ [mm]; debitul de alimentare al utilajului $Q_p = 600$ [kg/h]

Ash content of peeled grains, sieve $L \times l = 20 \times 1.75$ [mm]; machine flow rate $Q_p = 600$ [kg/h]

Varianta	Conținutul de cenușă, C_c [%]			
	Repetiții			ΣV
	1	2	3	
Vd_M	1,602708804	1,693665069	1,665924843	4,962299
Vd₁	1,498371336	1,514648243	1,547768699	4,560788
Vd₂	1,522707035	1,495238095	1,672517035	4,690462
Vd₃	1,619001454	1,683259776	1,606201055	4,908462
Vd₄	1,576731726	1,576623923	1,552393273	4,705749
Vd₅	1,573713792	1,534550077	1,517983998	4,626248
Vd₆	1,496824917	1,541737649	1,536921867	4,575484
Vd₇	1,579685539	1,629508925	1,732057416	4,941252
Vd₈	1,522753279	1,597841876	1,574686177	4,695281
Vd₉	1,595246669	1,611829426	1,641255993	4,848332
Vd₁₀	1,596644838	1,585668677	1,585668677	4,767982
Vd₁₁	1,53465204	1,619649373	1,643341144	4,797643
Vd₁₂	1,539057206	1,615059436	1,633178264	4,787295
Vd₁₃	1,588731472	1,591568225	1,622734109	4,803034
Vd₁₄	1,52497519	1,611775529	1,517557791	4,654309
Vd₁₅	1,553839164	1,591715976	1,61110635	4,756661
Vd₁₆	1,53070699	1,574121656	1,592580276	4,697409

Din analiza statistică conform testului ”F” ($F < F_t$) acesta este nesemnificativ deoarece diferențele nu trec peste limita erorilor, factorii cercetați turația rotorului și distanța dintre mantale nu contribuie în măsură mare la variația conținutului de cenușă.

7.6. CONCLUZII PARȚIALE

În urma cercetărilor efectuate cu ajutorul instalației de descojire, se poate menționa că procentul de boabe sparte și conținutul de cenușă sunt influențate atât de distanța dintre cele două mantale tronconice cât și de turația tobei interioare.

În urma supunerii semințelor de grâu operației de descojire se poate constata cu ochiul liber efectul tehnologic produs de utilaj asupra acestora și anume înlăturarea unei anumite cantități de înveliș. Procentul boabelor sparte este direct proporțional cu turația mantalei interioare și invers proporțional cu distanța dintre cele două tobe tronconice din țesătură din sârmă. Spre deosebire de variația conținutului de boabe sparte, procentul de cenușă obținut în urma încercărilor experimentale nu are o curbă de variație constantă funcție de turația rotorului și de distanța dintre mantalele descojitorului.

Procentul de înveliș descojit creștere direct proporțional cu valoarea turației rotorului și invers proporțional cu distanța dintre mantalele tronconice ale utilajului.

Deși în cazul variantelor V_{d1} , V_{d2} , V_{d3} și V_{d4} s-au înregistrat procente ridicate de înveliș descojit, acestea nu pot fi considerate optime pentru funcționarea utilajului deoarece s-a constatat un grad de spargere a boabelor între 22 și 27%, fapt ce conduce la pierderi foarte mari a materiei prime.

De asemenea, un grad ridicat de eliminare a învelișurilor descojite s-a înregistrat și în cazul variantelor V_{d5} , V_{d6} , V_{d7} și V_{d8} , respectiv la distanța dintre mantale de 8 mm, însă nici acestea nu pot reprezenta optimul de funcționare al descojitorului deoarece în cadrul acestor variante experimentale s-a constatat un grad crescut de vătămare al boabelor (conținutul de boabe sparte a fost între 7,7% și 10%).

Corelând valorile conținuturilor de boabe sparte, a procentului de cenușă și a cantității de înveliș descojit înregistrate în urma descojirii semințelor de grâu, se constată că variantele optime de funcționare ale utilajului se obțin la reglarea distanței dintre mantalele tronconice $d = 10$ mm și la turații ale rotorului de 150 rot/min sau 250 rot/min.

Varianțele optime de funcționare ale descojitorului s-au constatat a fi V_{d10} și V_{d11} , diferențele dintre cele două fiind:

- în cazul variantei V_{d10} s-a înregistrat un conținut mai scăzut de boabe sparte cu 0,47% față de varianta V_{d11} ;
- în cazul celei de-a doua variante optime V_{d11} a crescut cantitatea de înveliș descojit cu 0,1% față de V_{d10} , fapt ce indică un efect tehnologic mult mai ridicat al procesului de lucru al descojitorului;
- din punct de vedere al procentului de cenușă s-au înregistrat valori aproximativ egale în cazul celor două variante stabilite ca fiind optime pentru regimul de funcționare al descojitorului.

Regimul optim de funcționare al utilajului stabilit în urma încercărilor de laborator și a analizării semințelor de grâu supuse procesului descojirii este regimul utilizat în cadrul următoarelor variante experimentale:

- V_{d10} unde turația rotorului, $n=150$ rot/min; distanța dintre mantale $d=10$ mm înregistrându-se un **procent de boabe sparte**, $B_s = 2,98$ %; **conținut de cenușă** $C_c = 1,589$ %; **conținut de înveliș descojit** $C_i = 0,18$ %.

- V_{d11} unde turația rotorului, $n = 200$ rot/min; distanța dintre mantale $d = 10$ mm înregistrându-se **procent de boabe sparte**, $B_s = 3,45$ %; **conținut de cenușă** $C_c = 1,586$ %; **conținut de înveliș descojit** $C_i = 0,28$ %.

În urma încercărilor de laborator, a analizei rezultatelor obținute și după corelarea datelor, se recomandă realizarea cercetărilor și la turații ale rotorului intermediare, cuprinse în intervalul 150 – 200 rot/min, în vederea stabilirii unui regim de funcționare a descojitorului cu un efect tehnologic cât mai ridicat și cu un grad de vătămare asupra semințelor cât mai scăzut.

În urma încercărilor de laborator cu ajutorul standului de descojire realizat s-a putut studia efectul tehnologic prin cântărirea învelișului descojit, regăsit în masa de semințe supuse procesului de lucru al utilajului, însă în producție, acest înveliș trebuie separat de boabele descojite.

Deși utilajul realizat în cadrul prezentei lucrări a fost prevăzut cu un sistem de aspirație, învelișul descojit nu a fost înlăturat corespunzător din masa de semințe supuse procesului de lucru deoarece racordul de aspirație a fost montat înafara mantalei tronconice exterioare din țesătură de sârmă de tip Eureka, împletitură ce nu a permis trecerea învelișului descojit din spațiul dintre tobe spre exteriorul mantalei fixe pentru a putea fi aspirat. Acest fapt a fost cauzat în primul rând de orificiile mici create de împletitura de sârmă, dar și datorită înfundării acestor orificii cu boabe de grâu, spărturi sau părți de înveliș descojit.

În vederea desfundării orificiilor mantalei exterioare, utilajul trebuie prevăzut și cu un sistem de curățare cu perii, ce pot fi montate pe suprafața exterioară a mantalei tronconice rotative, astfel încât periile să fie în contact permanent cu suprafața interioară a tobei fixe.

În scopul înlăturării învelișurilor descojite din masa de semințe supuse operației de descojire se recomandă mărirea debitului de aspirație din instalație.

Prin interpretarea statistică a rezultatelor experimentale s-a putut observa un grad **foarte semnificativ** pentru variantele V_{d2} ($n_2 = 150$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d3} ($n_3 = 200$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d4} ($n_4 = 250$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d8} ($n_4 = 250$ rot/min și $d_2 = 8$ mm), V_{d9} ($n_1 = 100$ rot/min și $d_3 = 10$ mm), V_{d15} ($n_3 = 200$ rot/min și $d_4 = 12$ mm), V_{d13} ($n_1 = 100$ rot/min și $d_4 = 12$ mm), V_{d14} ($n_2 = 150$ rot/min și $d_4 = 12$ mm), V_{d16} ($n_4 = 250$ rot/min și $d_4 = 12$ mm) și un grad **distinct semnificativ** pentru variantele V_{d1} ($n_1 = 100$ rot/min și $d_1 = 6$ mm), V_{d10} ($n_2 = 150$ rot/min și $d_3 = 10$ mm). Rezultate **nesemnificative** s-au înregistrat la variantele V_{d5} ($n_1 = 100$ rot/min și $d_2 = 8$ mm), V_{d6} ($n_2 = 150$ rot/min și $d_2 = 8$ mm), V_{d7} ($n_3 = 200$ rot/min și $d_2 = 8$ mm) și V_{d12} ($n_4 = 250$ rot/min și $d_3 = 10$ mm).

Rezultatul testului „ F ” ($F < F_c$) este **nesemnificativ**, factorii cercetați (respectiv turația rotorului și distanța dintre mantale) nu contribuie în măsură mare la variația conținutului de cenușă.

CAPITOLUL VIII

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

8.1 CONCLUZII GENERALE

Pentru a putea fi stabilite operațiile și procesele optime de curățare și condiționare a semințelor de cereale este necesară cunoașterea exactă a proprietăților fizico-chimice a fiecărui lot de semințe destinat măcinării.

Cunoașterea caracteristicilor anatomice și dimensionale ale boabelor de grâu permite reglarea optimă a mașinilor din secția de curățare și condiționare, dar și alegerea corectă a mărimii orificiilor suprafețelor de separare, astfel încât din masa de semințe de cereale să fie înlăturate total impuritățile minerale și într-o proporție cât mai mare impuritățile organice.

De asemenea, cunoașterea însușirilor semințelor de cereale dintr-un lot (în special a umidității, tăriei, sticlozitității și uniformității) conduce la stabilirea parametrilor optimi de funcționare ai mașinilor de descojit, astfel încât să se obțină un efect tehnologic maxim, iar cantitatea de boabe sparte rezultate din operația de descojire să fie minimă.

Însușirile tehnologice ale boabelor de cereale stau la baza calculării și dimensionării utilajelor de prelucrare, de transport și a spațiilor de depozitare. Printre cele mai importante caracteristici tehnologice ale semințelor se numără capacitatea de plutire, indice a cărui valoare stă la baza reglării corecte a instalațiilor de transport pneumatic și a utilajelor care separă impuritățile după proprietățile aerodinamice.

8.2 CONCLUZII PRIVIND STUDIILE TEORETICE

Recepția semințelor de cereale se realizează în două etape distincte, recepția cantitativă și calitativă, acestea având un caracter obligatoriu în faza premergătoare operațiilor de curățare, depozitare, condiționare și măcinare.

Analizele care se efectuează pentru stabilirea calității semințelor se împart în două grupe: analize organoleptice și analize fizico-chimice.

Cu privire la analizele organoleptice, sunt examinate aspectul, culoarea, mirosul, gustul. Analizele fizico-chimice se compun din analize ponderale (masa hectolitră, masa relativă a 1000 de boabe, masa absolută a 1000 de boabe), determinarea conținutului de umiditate, a conținutului de impurități, a sticlozitității, a glutenului și calității acestuia și determinarea conținutului de proteine și cenușă.

Pregătirea semințelor de cereale în vederea măcinării reprezintă un proces complex de curățare și condiționare, fiind una dintre cele mai importante faze din tehnologia de obținere a făinurilor de calitate.

În prezent, pentru eliminarea impurităților din masa de semințe de cereale se folosesc utilaje care realizează separarea pe baza diferențelor proprietăților dimensionale și aerodinamice, separatoare magnetice, trioare cilindrice care realizează separarea fracțiilor funcție de lungime, trioare spirale și separatoare densimetrice care înlătură corpurile străine funcție de masa volumică a acestora.

Valorile indicilor calitativi ai produselor finite obținute în urma măcinării nu depind

doar de caracteristicile fizico-chimice inițiale ale semințelor de cereale, ci variază și în funcție de procesele de curățare și condiționare la care au fost supuse.

Cercetătorii au demonstrat că indiferent de metoda de condiționare aplicată boabelor de grâu, conținutul de gluten umed se modifică.

Marile companii specializate în producția de utilaje destinate curățării și condiționării semințelor de cereale au rezolvat în mare parte problemele legate de îndepărtarea corpurilor străine din masa de boabe, însă pentru înlăturarea impurităților de pe suprafața semințelor și tratarea hidrotermică a acestora în scopul îmbunătățirii proprietăților mecano-structurale și biochimice a boabelor este necesară continuarea cercetărilor în acest domeniu.

În vederea alegerii variantei optime în ceea ce privește linia tehnologică din cadrul unei secții de curățare și condiționare a semințelor de grâu destinate măcinării și reglarea corectă a parametrilor de funcționare ai utilajelor din cadrul fluxului de prelucrare, trebuie să se țină cont de:

- capacitatea de lucru a morii;
- caracteristicile fizico-chimice ale semințelor de grâu;
- productivitatea utilajelor din linia de curățare-condiționare se impune a fi cu 10 ... 25 % mai mare decât capacitatea de măcinare a morii;
- linia tehnologică de prelucrare a semințelor de grâu trebuie să cuprindă trei părți distincte: curățătorie neagră (îndepărtarea impurităților nefurajere), condiționare și curățătorie albă.
- natura impurităților regăsite în masa de semințe (de exemplu dacă se pregătește un lot de semințe care nu conține mazărice, neghină sau spărturi, operația de triorare nu mai este necesară);
- procentul de corpuri străine din masa de semințe (în cazul în care conținutul de impurități din masa de boabe este ridicat, procesul de curățare trebuie să fie mai intens și în consecință schema tehnologică trebuie să conțină un număr mai mare de utilaje pentru curățare);
- regimul de măciniș adoptat (dacă urmează să se producă făină albă în extracție ridicată, atunci în pregătirea semințelor de cereale trebuie să se pună accentul pe tratamentul hidric în mai multe trepte, pe descojiri repetate și aspirație intensă).

8.3 CONCLUZII PRIVIND CERCETĂRILE EXPERIMENTALE

8.3.1 Concluzii privind simularea matematică

Pentru efectuarea modelării matematice a procesului de umectare în sistem neconvențional s-a luat în calcul secțiunea transversală pe mijlocul bobului de grâu, care ulterior a fost desfășurată pe lungimea circumferinței sale, iar ca date inițiale s-au utilizat măsurătorile efectuate în timpul cercetărilor.

Determinările realizate au vizat distanța parcursă de substanța de contrast dinspre exteriorul bobului spre interiorul acestuia. Totodată, pentru stabilirea gradului de umectare a boabelor de grâu s-au realizat măsurători în intervalul de temperaturi 20°C - 80°C, însă citirea și interpretarea rezultatelor au fost făcute pentru variantele care au utilizat

temperaturi de până la 60°C, deoarece peste acest prag boabele au fost pătrunse în totalitate de substanța utilizată în experiențe, și din cauza temperaturii înalte semințele au fost distruse parțial sau chiar total.

În vederea comparării rezultatelor obținute prin metoda fotometrică a ariilor umectate cu suprafețele teoretice obținute prin calcul, s-au realizat modele matematice cu ajutorul softului **GraphPrism**, stabilindu-se astfel modul de migrare a apei în boabe.

8.3.2 Concluzii privind operația de periere

În urma cercetărilor efectuate pe instalația de periat grâu IPG s-a constatat că atât procentul de boabe sparte cât și conținutul de cenușă sunt influențate de: dimensiunile și forma orificiilor sitelor perforate din construcția mașinii; debitul de alimentare cu produs; debitul de aspirație și de turația rotorului cu perii.

Din totalul de 144 de variante experimentale realizate pe utilajul de periat, pentru nouă din ele s-a înregistrat un procent foarte scăzut de boabe sparte de sub 0,8 %, opt dintre acestea fiind obținute la la debitul maxim de alimentare (600 kg/h).

Doar în cazul a două variante experimentale efectuate pe sitele cu orificii rotunde s-a înregistrat un procent de boabe sparte de sub 0,8 %, lucru care se justifică prin faptul că fragmentele mai mari de spărtură nu reușesc să treacă prin găurile mantalei tronconice (la sitele confecționate din tablă perforată cu orificii rotunde, găurile sunt mult mai mici și mai rare).

Din cele 144 efectuate, 26 de variante experimentale au înregistrat valori ale conținutului de cenușă sub 1,5%, înregistrându-se deci o scădere a acestui indice cu peste 0,1% față de grâul care nu a fost supus operației de periere.

Se recomandă folosirea sitelor cu orificii alungite, deoarece în urma încercărilor experimentale s-a constatat că prin utilizarea acestora se reușește îndepărtarea în totalitate a plevei, aristelor și a impurităților cu dimensiuni mai mici decât a bobului de grâu.

În urma comparării datelor cercetărilor privind regimul optim de funcționare al instalației de periere în vederea obținerii unor conținuturi de boabe sparte și a unor procente de cenușă cât mai reduse, au rezultat trei variante care au înregistrat valori reduse pentru ambii indici urmăriți. Deoarece în una dintre cele trei variante (**Vp₁₃₆**) se folosește mantaua din tablă perforată cu orificii rotunde, s-a constatat că nu se elimină corespunzător pleava și o parte din impurități, în concluzie, varianta nu asigură optimul de funcționare al instalației de periere.

În urma cercetărilor efectuate au rezultat două variante optime pentru regimul de funcționare al instalației de periat, și anume:

- **Vp₃₄** (unde B_s=0,75 %, C_c=1,4763%)
 - folosirea sitei perforate cu orificii alungite, cu dimensiunile Lxl = 20mm x 1,75 mm;
 - utilizarea unui debit de aspirație Q_a = 0,15 m³/s;
 - folosirea turației rotorului cu perii n = 250 rot/min;
 - debitul de alimentare cu produs de circa Q_p = 600 kg/h;
- **Vp₃₇** (unde B_s=0,716 %, C_c=1,4576 %)

- folosirea sitei perforate cu orificii alungite, cu dimensiunile $L \times l = 20\text{mm} \times 1,75\text{mm}$;
- utilizarea unui debit de aspirație $Q_a = 0,075\text{ m}^3/\text{s}$;
- folosirea turației rotorului cu perii $n = 100\text{ rot/min}$;
- debitul de alimentare cu produs $Q_p = 600\text{ kg/h}$;

8.3.3 Concluzii privind procesul de umectare a semințelor de cereale

Cercetările privind umectarea boabelor de grâu au fost conduse pe două paliere, și anume: primul în sistem convențional sau clasic, studiu efectuat cu ajutorul unei instalații pentru tratarea semințelor și cel de-al doilea, în sistem neconvențional, s-a realizat cu ajutorul unei micro-instalații de laborator creată exclusiv în scopul stabilirii modului de pătrundere a apei în boabele de grâu.

Având în vedere cerințele tehnologice pe care boabele de grâu destinate măcinării trebuie să le îndeplinească, și anume faptul că umiditatea semințelor înainte de intrarea acestora la măcină nu trebuie să depășească 16 - 17 %, funcție de soi, se stabilesc ca fiind regimuri optime de funcționare ale instalației de tratare hidro-termice variantele obținute la temperatura apei de 20°C pentru toți cei trei timpi de staționare încercați și la 30°C pentru timpii de staționare de o oră și de două ore, și anume: **$Vu_1, Vu_2, Vu_3, Vu_4, Vu_5$** .

Din punct de vedere al gradului de umectare cele mai bune rezultate s-au obținut în cadrul variantelor experimentale: **$Vu_1, Vu_2, Vu_3, Vu_4, Vu_5, Vu_6, Vu_7, Vu_8$** , în aceste cazuri constatându-se pătrunderea apei doar în straturile exterioare ale bobului de grâu, aceasta fiind unul dintre criteriile impuse anterior procesului de măcină.

Corelând rezultatele cercetărilor privind variația umidității boabelor și variația gradului de umectare funcție de temperatura apei și timpul de staționare a acestora în zona vaporilor nesaturați, regimurile optime de funcționare ale instalației de tratare hidro-termică se obțin în cazul variantelor: **$Vu_1, Vu_2, Vu_3, Vu_4, Vu_5$** , adică la temperatura apei de 20°C pentru toți cei trei timpi de staționare încercați și la 30°C pentru timpii de staționare de o oră și de două ore.

8.3.4. Concluzii privind operația de descojire

Procentul de boabe sparte și conținutul de cenușă sunt influențate de distanța dintre cele două mantale tronconice și de turația tobei interioare.

În urma supunerii semințelor de grâu operației de descojire se poate constata cu ochiul liber efectul tehnologic produs de utilaj asupra acestora și anume înlăturarea unei anumite cantități de înveliș.

Procentul boabelor sparte este direct proporțional cu turația mantalei interioare și invers proporțional cu distanța dintre cele două tobe tronconice din țesătură din sârmă.

Spre deosebire de variația conținutului de boabe sparte, procentul de cenușă obținut în urma încercărilor experimentale nu are o curbă de variație constantă funcție de turația rotorului și de distanța dintre mantalele descojitorului.

Procentul de înveliș descojit crește direct proporțional cu valoarea turației rotorului și invers proporțional cu distanța dintre mantalele tronconice ale utilajului.

Deși în cazul variantelor **Vd₁**, **Vd₂**, **Vd₃** și **Vd₄** s-au înregistrat procente ridicate de înveliș descojit, acestea nu pot fi considerate optime pentru funcționarea utilajului deoarece a rezultat un grad de spargere a boabelor între 22 și 27 %, fapt care conduce la pierderi foarte mari a materiei prime.

De asemenea, un grad ridicat de eliminare a învelișurilor descojite s-a înregistrat și în cazul variantelor **Vd₅**, **Vd₆**, **Vd₇** și **Vd₈**, respectiv la distanța dintre mantale de 8 mm, însă nici acestea nu pot asigura optimul de funcționare al descojitorului deoarece în cadrul acestor variante experimentale s-a constatat un grad crescut de vătămare al boabelor (conținutul de boabe sparte a fost între 7,7 % și 10 %).

Corelând valorile conținuturilor de boabe sparte, procentului de cenușă și cantității de înveliș descojit înregistrate în urma descojirii semințelor de grâu, se constată că variantele optime de funcționare ale utilajului se obțin la reglarea distanței dintre mantalele tronconice $d = 10$ mm și la turații ale rotorului de 150 rot/min sau 250 rot/min.

Varianțele optime de funcționare ale descojitorului s-au constatat a fi **V_{d10}** și **V_{d11}**, diferențele dintre cele două fiind:

- în cazul variantei **Vd₁₀** s-a înregistrat un conținut mai scăzut de boabe sparte cu 0,47% față de varianta **Vd₁₁**;
- în cazul celei de-a doua variante optime (**Vd₁₁**) a crescut cantitatea de înveliș descojit cu 0,1% față de **Vd₁₀**, fapt care indică un efect tehnologic mult mai ridicat al procesului de lucru al descojitorului;
- din punct de vedere al procentului de cenușă s-au înregistrat valori aproximativ egale în cazul celor două variante stabilite ca fiind optime pentru regimul de funcționare al descojitorului.

8.4 CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI PENTRU OPTIMIZAREA PROCESULUI DE CONDIȚIONARE A GRÂULUI ÎN VEDEREA MĂCINĂRII

Pentru îndeplinirea scopului prezentei lucrări s-au proiectat și construit în laborator trei standuri inovative, cu ajutorul cărora s-au realizat cercetările privind condiționarea boabelor de grâu în vederea măcinării.

Primul utilaj experimental conceput în cadrul lucrării este standul pentru periere, care reprezintă o alternativă la utilajele folosite în prezent în industria de morărit. Aspectele de noutate introduse în construcția mașinii de periere sunt reprezentate de mantaua tronconică fixă și de rotorul cu perii în mișcare de rotație. Rezultatele semnificative obținute privind reducerea conținutului de cenușă al boabelor de grâu, vătămarea minimă a semințelor supuse procesului tehnologic și datorită capacității ridicate de producție a standului, acesta din urmă poate fi introdus direct în liniile industriale de curățare și condiționare ale cerealelor.

Standul realizat pentru umectarea în sistem neconvențional reprezintă al doilea aspect de noutate al lucrării, metoda utilizată în cercetări fiind unică și de mare interes pentru industria morăritului.

Prin această modalitate de umectare a boabelor s-a putut studia modul de migrare a

substanței de contrast de la exteriorul bobului spre interiorul acestuia, funcție de timpul de staționare și temperatura apei. Acest studiu este de mare importanță deoarece pe lângă umiditatea boabelor care se impune a fi în jurul valorilor de 16-17 %, anterior intrării acestora în pasajul de șrotuire, o altă condiție care trebuie îndeplinită este aceea că umiditatea necesită a fi concentrată în straturile exterioare ale boabelor și nu în endosperm.

Astfel, prin trasarea diagramelor de umectare și elaborarea modelelor matematice privind migrarea apei în bob s-a putut stabili regimul optim de funcționare al standului experimental pentru umectarea în sistem neconvențional. Avantajul principal al acestei metode de umectare îl reprezintă reducerea semnificativă a timpului de odihnă necesar boabelor înaintea măcinării.

Din cauza capacității reduse de prelucrare a standului pentru tratarea hidro-termică a boabelor de grâu în sistem neconvențional, în vederea introducerii acestuia într-un flux tehnologic industrial, va fi necesară proiectarea unei instalații care să permită tratarea unor cantități mari de produs.

Cea de-a treia inovație introdusă prin această lucrare este reprezentată de standul pentru descojirea boabelor de grâu. Acesta are o construcție unică și datorită formei tronconice a mantalelor cât și datorită țesăturii din împletitură de sârmă cu secțiune pătrată de tip Eureka ce a fost utilizată în realizarea ambelor tobe ale utilajului.

De asemenea, și standul creat pentru descojirea boabelor de grâu a obținut rezultate foarte bune prin reducerea conținutului de cenușă al semințelor utilizate în cercetări, dar și prin vătămare minimă a materialului supus procesului tehnologic în cadrul anumitor variante experimentale.

Datorită aceleiași capacități ridicate de prelucrare a semințelor, ca și în cazul aparatului de periere, se recomandă introducerea descojitorului în liniile tehnologice pentru curățarea și condiționarea grâului în vederea măcinării, cu o capacitate de producție de până la 500 kg/h.

În urma cercetărilor realizate pe standurile de laborator s-a constatat ca fiecare parametru constructiv și funcțional al unui utilaj din fluxul tehnologic pentru condiționarea grâului influențează atât calitatea operației efectuate, cât și caracteristicile mecano-structurale și biochimice ale particulelor supuse acestor procese.

În concluzie, cu cât se stabilesc mai bine parametrii optimi de funcționare ai utilajelor de periat și descojit, cu atât vor fi mai reduse pierderile din materia primă utilizată (cu cât conținutul de boabe sparte este mai scăzut, cu atât pierderile prin condiționare vor fi mai mici).

De asemenea, prin trasarea exactă a diagramelor de umectare funcție de timpul de odihnă al boabelor și temperatura din masa de boabe (în cazul sistemului convențional) sau temperatura din baia de apă (în cazul sistemului neconvențional) se vor putea obține produse finite de înaltă calitate și cu pierderi minime de materie primă.

Prin studiile efectuate în laborator s-au putut elabora, pentru fiecare utilaj în parte, o serie de variante optime de funcționare, astfel încât obiectivele fixate și scopul inițial ale prezentei lucrări să fie atinse.

În urma cercetărilor, pentru instalația de periere, parametrii optimi recomandați sunt

cei utilizați la variantele experimentale obținute prin folosirea sitei cu orificii alungite cu dimensiunea 20 mm x 1,75 mm, $Q_p = 600 \text{ kg/h}$ și $Q_a = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ respectiv $Q_a = 0,075 \text{ m}^3/\text{s}$ (V_{p34} și V_{p37}).

Nu se recomandă echiparea aparatului de periat de tip IPG cu site cu orificii rotunde deoarece prin folosirea acestora sistemul de aspirație nu reușește eliminarea prafului și impurităților de dimensiuni mici din masa de boabe, fie din cauza orificiilor foarte mici care se înfundă ușor, fie din cauza ariei reduse pe care o ocupă găurile din suprafața totală a mantalei perforate.

În cazul umectării în sistem neconvențional se recomandă folosirea temperaturii băii de apă de 20 și 30°C, iar ca timp de odihnă al boabelor: până la trei ore în cazul băii de apă la 20°C și până la două ore în cazul apei aflate la 30°C.

Rezultatele obținute la umectarea în sistem neconvențional au fost valoroase deoarece au relevat exact modul de pătrundere a apei în bobul de grâu și astfel pot fi utilizate efectiv în producție, prin crearea unei astfel de instalații cu o capacitate de prelucrare la nivel industrial. Avantajul unei astfel metode de umectare îl reprezintă, în primul rând, reducerea timpului de odihnă al grâului cu minim șase ore față de sistemul clasic.

La umectarea prin metoda convențională, utilizată în prezentele cercetări se recomandă ca boabele de grâu să beneficieze de un timp de odihnă de minim nouă ore înainte de a fi supuse descojirii. Acest timp trebuie respectat indiferent de temperatura din masa de cereale.

În urma încercărilor de laborator și analizării semințelor de grâu, s-a stabilit și regimul optim de funcționare al descojitorului: turația rotorului, n de 150 rot/min respectiv 200 rot/min, iar distanța dintre mantale, $d = 10 \text{ mm}$.

După analiza rezultatelor testelor efectuate pe utilajele din componența fluxului tehnologic de condiționare a boabelor de grâu în vederea măcinării, se recomandă realizarea cercetărilor și la turații intermediare ale rotorului aparatului de periat, respectiv al tobei interioare a descojitorului, cuprinse în intervalul 150 – 200 rot/min.

În ceea ce privește umectarea în sistem neconvențional se pot realiza în continuare încercări la intervale mai scurte de timp (de ordinul minutelor) în vederea stabilirii unui regim de funcționare optim cu un efect tehnologic și mai ridicat a întregii linii de condiționare și cu un grad de vătămare asupra semințelor cât mai scăzut.

În concluzie, se recomandă introducerea sistemului de umectare neconvențional care efectuează procesul de lucru prin instalația de tratare hidro-termică în cadrul liniilor tehnologice industriale pentru prelucrarea cerealelor.

De asemenea, pentru reducerea conținutului de cenușă, eliminarea impurităților aderente la suprafața semințelor și înlăturarea straturilor exterioare ale învelișurilor boabelor de grâu, se propun următoarele soluții practice: înlocuirea utilajelor clasice din fluxul tehnologic de prelucrare a cerealelor cu modelele inovatoare proiectate și realizate în prezenta lucrare, cum sunt: mașina de periat de tip IPG și standul pentru descojire cu mantale tronconice din țesătură de sârmă cu secțiune pătrată.

CHAPTER VIII

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

8.1. GENERAL CONCLUSIONS

In order to establish the optimal operations and processes for cleaning and conditioning of cereal seeds it is necessary to know the exact physical and chemical properties of each batch of seeds intended for grinding.

Knowing the anatomical and dimensional characteristics of wheat grains allows optimal adjustment of the machines in the cleaning and conditioning section, but also the correct choice of the size of the orifices of the separation surfaces, so that from the mass of cereal seeds to be completely removed mineral impurities and proportion of organic impurities as high as possible.

Also, the knowledge of the properties of cereal seeds, from a batch (especially humidity, strength, glassiness and uniformity) leads to the establishment of the optimal operating parameters of the peeling machines, so as to obtain a maximum technological effect and the quantity of broken grains resulting from the peeling operation to be minimal.

The technological properties of cereals are the basis for the calculation and sizing of processing equipment, transport and storage space. Among the most important technological characteristics of the seeds is the ability to float, an index whose value is the basis for the correct adjustment of pneumatic transport installations and equipment that separate impurities according to their aerodynamic properties.

8.2 CONCLUSIONS REGARDING THEORETICAL STUDIES

The reception of cereal seeds is carried out in two distinct stages, the quantitative and qualitative reception, these having an obligatory character in the phase preceding the cleaning, storage, conditioning and grinding operations.

The analyzes performed to determine the quality of the seeds are divided into two groups: organoleptic analyzes and physico-chemical analyzes.

Regarding organoleptic analyzes appearance, color, smell, taste are examined. Physico-chemical analyzes consist in weight analyzes (hectoliter mass, relative mass of 1000 grains, absolute mass of 1000 grains), determination of moisture content, impurity content, glassiness, gluten and its quality and determination of protein content and ash content.

The preparation of cereal seeds for grinding is a complex process of cleaning and conditioning, being one of the most important phases in the technology of obtaining quality flours.

Currently, to remove impurities from the grain seed mass, are used machines that perform the separation based on differences in dimensional and aerodynamic properties, magnetic separators, cylindrical triors that separate fractions according to length, spiral triors and densimetric separators that remove foreign bodies depending on their density.

The values of the qualitative indices of the finished products obtained after grinding do not only depend on the initial physico-chemical characteristics of the cereal seeds, but

also vary depending on the cleaning and conditioning processes that have been subjected to. Researchers have shown that regardless of the conditioning method applied to wheat grains, the wet gluten content changes.

The large companies specialized in the production of equipment for cleaning and conditioning cereal seeds have largely solved the problems related to the removal of foreign bodies from the grain mass, but for the removal of impurities from the surface of the seeds and their hydrothermal treatment, and biochemistry of grains is necessary to continue research in this area.

In order to choose the optimal variant in terms of the technological line within a section for cleaning and conditioning of wheat seeds intended for grinding and the correct adjustment of the operating parameters of the machines within the processing flow, it is necessary to take into account:

- working capacity of the mill;
- physico – chemical characteristics of wheat seeds;
- the productivity of the equipment in the cleaning – conditioning line is required to be 10... 25% higher than the grinding capacity;
- the technological line for processing wheat seeds must include three distinct parts: black cleaning (removal of non-forage impurities), conditioning and white cleaning.
- the nature of the impurities found in the seed mass (for example, if a batch of seeds is prepared that does not contain peas, weeds or cracks, the sorting operation is no longer necessary);
- the percentage of foreign bodies in the seed mass (if the content of impurities in the grain mass is high, the cleaning process must be more intense and consequently the technological scheme must contain a larger number of cleaning machines);
- the adopted grinding regime (if white flour is to be produced in high extraction, then in the preparation of cereal seeds the emphasis should be on water treatment in several stages, on repeated peeling and intense suction).

8.3 CONCLUSIONS REGARDING EXPERIMENTAL RESEARCH

8.3.1 Conclusions on mathematical simulation

In order to perform the mathematical modeling of the wetting process in an unconventional system, the cross section in the middle of the wheat grain was taken into account, which was subsequently carried out along its circumference, and as initial data the measurements made during the research were used.

The determinations performed concerned the distance traveled by the contrast substance from the outside of the grain to its interior. At the same time, in order to establish the degree of wetting of the wheat grains, measurements were made in the temperature range 20°C – 80°C, but the reading and interpretation of the results were done for variants that used temperatures up to 60°C, because above this temperature level the grains were completely penetrated by the substance used in the experiments, and due to the

high temperature the seeds were partially or even completely destroyed.

In order to compare the results obtained by the photometric method of the wet areas with the theoretical surfaces obtained by calculation, mathematical models were made using GraphPrism software, thus establishing the migration of water in the grains.

8.3.2 Conclusions on the brushing operation

Following the research carried out on the IPG wheat brushing installation, it was found that both the percentage of broken grains and the ash content are influenced by: the dimensions and shape of the orifices of the perforated sieves in the construction of the machine; product supply flow; suction flow and speed of rotor.

Following the comparison of research data on the optimal operating regime of the brushing plant in order to obtain broken grain contents and as low ash percentages, there were three variants that recorded low values for both indices. Because in one of the three variants (**Vp₁₃₆**) the perforated sheet metal mantle with round orifices is used, it was found that the chaff and some of the impurities are not removed properly, in conclusion the variant does not ensure the optimal operation of the brushing installation.

The research carried out resulted in two optimal variants for the operation regime of the brushing installation, namely:

- **Vp₃₄** (where $B_s = 0.75\%$, $C_c = 1.4763\%$)
 - use of perforated sieve with elongated orifices with dimensions $L \times l = 20 \times 1.75$ mm;
 - use of a suction flow $Q_a = 0.15$ m³/s;
 - use of rotor speed $n = 250$ rpm;
 - product supply flow of about $Q_p = 600$ kg/h;
- **Vp₃₇** (where $B_s = 0.716\%$, $C_c = 1.4576\%$)
 - use of perforated sieve with elongated orifices with dimensions $L \times l = 20 \times 1.75$ mm;
 - use of a suction flow $Q_a = 0.075$ m³/s;
 - use of the rotor speed $n = 100$ rot/min;
 - supply flow with product $Q_p = 600$ kg/h;

8.3.3 Conclusions on the wetting of cereal seeds

Research on the wetting of wheat grains was conducted on two levels, namely: the first in a conventional or classical system, a study carried out with the help of a seed treatment plant and the second, in an unconventional system, was carried out with the help of a micro-laboratory plant created exclusively for the purpose of establishing the mode of water penetration into wheat grains.

In view of the technological requirements which wheat grains intended for grinding must meet, namely that the moisture content of the seeds before their entry into the mill must not exceed 16 to 17%, depending on the variety, they are established as optimal operating regimes of the hydro-thermal treatment the variants obtained at the water temperature of 20°C for all the three stationary times tried and at 30°C for the stationary

times of one hour and two hours, namely: **Vu₁**, **Vu₂**, **Vu₃**, **Vu₄**, **Vu₅**.

From the point of view of the degree of wetting, the best results were obtained for the experimental variants: **Vu₁**, **Vu₂**, **Vu₃**, **Vu₄**, **Vu₅**, **Vu₆**, **Vu₇**, **Vu₈**, in these cases being found the penetration of water only in the outer layers of wheat grain, this being one of the criteria imposed prior to the grinding process.

Correlating the results of research on grain moisture variation and moisture content depending on water temperature and their residence time in the area of unsaturated vapors, the optimal operating regimes of the hydro-heat treatment plant are obtained in the case of variants: **Vu₁**, **Vu₂**, **Vu₃**, **Vu₄**, **Vu₅**, ie at a water temperature of 20°C for all three stationary times tried and at 30°C for stationary times of one hour and two hours.

8.3.4. Conclusions on the peeling operation

The percentage of broken grains and the ash content are influenced by the distance between the two tronconical mantles and the speed of the inner drum.

After subjecting the wheat seeds to the peeling operation, the technological effect produced by the machine on them can be ascertained, namely the removal of a certain amount of coating. The percentage of broken grains is directly proportional to the speed of the inner mantle and inversely proportional to the distance between the two tronconical drums in the wire cloth.

Unlike the variation of the content of broken grains, the percentage of ash obtained from the experimental tests does not have a constant variation curve depending on the rotor speed and the distance between the sheaths of the peeler.

The percentage of peeled casing shows an increase directly proportional to the value of the rotor speed and inversely proportional to the distance between the tronconical sheaths of the machine.

Although in the case of variants **Vd₁**, **Vd₂**, **Vd₃** and **Vd₄** there were high percentages of peeling, they can not be considered optimal for the operation of the machine because it resulted in a degree of grain breakage between 22 and 27%, which leads to a very large losses amounts of raw material.

Also, a high degree of removal of the peeled shells was registered in the case of variants **Vd₅**, **Vd₆**, **Vd₇** and **Vd₈**, respectively at the distance between the coats of 8 mm, but they also cannot ensure the optimal operation of the peeler because in these experimental variants an increased degree of grain damage was found (the content of broken grains was between 7.7% and 10%).

Correlating the values of the contents of broken grains, the percentage of ash and the amount of peeled bark recorded after wheat seeds peeling, it is found that the optimal operating variants of the machine are obtained by adjusting the distance between the mantles $d = 10$ mm and rotor speeds. 150 rpm or 250 rpm.

The optimal operating variants of the peeler were found to be **Vd₁₀** and **Vd₁₁**, the differences between them being:

- for **Vd₁₀** variant, a lower content of broken grains was registered by 0.47% compared to the **Vd₁₁** variant;

- in the case of the second optimal variant (Vd_{11}) the amount of peeled coating increased by 0.1% compared to Vd_{10} , which indicates a much higher technological effect of the working process of the peeler;
- from the point of view of the ash percentage, approximately equal values were registered in the case of the two variants established as optimal for the operating regime of the peeler.

8.4 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS FOR OPTIMIZING THE WHEAT CONDITIONING PROCESS FOR GRINDING

In order to fulfill the purpose of this paper, three innovative stands were designed and built in the laboratory, with the help of which the researches regarding the conditioning of wheat grains for milling were carried out.

The first experimental machine designed in the paper is the brushing stand, which is an alternative to the machines currently used in the milling industry. The novelty aspects introduced in the construction of the brushing machine are represented by the fixed frustoconical jacket and by the rotating rotor with brushes. The significant results obtained regarding the reduction of the ash content of wheat grains, the minimum damage of the seeds subjected to the technological process and due to the high production capacity of the stand, it can be introduced directly in the industrial cleaning and conditioning lines of cereals.

The stand made for wetting in an unconventional system represents the second novelty aspect of the work, the method used in research being unique and of great interest for the milling industry.

Through this method of wetting the grains, it was possible to study the migration of the contrast substance from the outside of the grain to its interior, depending on the standing time and the water temperature. This study is of great importance because in addition to the moisture content of the grains, which must be around 16-17%, prior to their entry into the grinding passage, another condition that must be met is that the moisture needs to be concentrated in the outer layers of grains and not in the endosperm.

By drawing the wetting diagrams and elaborating the mathematical models regarding the migration of water into the wheat kernel, it was possible to establish the optimal operating regime of the experimental stand for wetting in the unconventional system. The main advantage of this wetting method is the significant reduction in the rest time required for the grains before grinding.

Due to the reduced processing capacity of the stand for the hydro-thermal treatment of wheat grains in an unconventional system, in order to introduce it in an industrial technological flow, it will be necessary to design an installation that allows the treatment of large quantities of product.

The third innovation introduced by this work is represented by the stand for peeling wheat grains. It has a unique construction also due to the frustoconical shape of the mantles as well as due to the wire weave fabric with square section of Eureka type which was used in the realization of both drums of the machine.

Also, the stand created for peeling wheat grains obtained very good results by reducing the ash content of the seeds used in research, but also by minimal damage to the material subjected to the technological process in certain experimental variants.

Due to the same high seed processing capacity of the machine, as in the case of the brushing device, it is recommended to introduce the peeler into the technological lines for cleaning and conditioning the wheat for milling, with a production capacity of up to 500 kg/h.

Following the research carried out on the laboratory stands, it was found that each constructive and functional parameter of a machine in the technological flow for wheat conditioning influences both the quality of the operation performed and the mechano-structural and biochemical characteristics of the particles subjected to these processes.

In conclusion, the better the optimal operating parameters of the brushing and peeling machines are established, the lower the losses of the raw material used (the lower the content of broken grains, the higher the losses by conditioning small).

Also, by establishing the exact wetting diagrams depending on the rest time of the grains and the temperature in the grain mass (in the case of the conventional system) or the temperature in the water bath (in the case of the unconventional system) it will be possible to obtain high quality finished products with minimal losses of raw material.

Through the studies performed in the laboratory, it was possible to elaborate, for each machine, a series of optimal variants of operation, so that the objectives set and the initial purpose of this work to be achieved.

Following the research, for the brushing installation, the optimal recommended parameters are those used for the experimental variants obtained by using the sieve with elongated holes with the size of 20 mm x 1,75 mm, $Q_p = 600$ kg/h and $Q_a = 0,15$ m³/s respectively $Q_a = 0,075$ m³/s (V_{p34} și V_{p37}).

It is not recommended to equip the IPG brushing machine with a round hole sieve because by using it the suction system fails to remove dust and small impurities from the grain mass, either due to very small holes that clog easily or due to the small area occupied by the holes from the entire surface of the perforated jacket.

In case of wetting in unconventional system it is recommended to use the temperature of the water bath of 20 and 30°C, and as rest time of the grains: up to three hours in the case of the water bath at 20°C and up to two hours in the case of water at 30°C.

The results obtained when wetting in an unconventional system were valuable because they revealed exactly how the water enters the wheat grain and thus can be used effectively in production, by creating such a plant with an industrial processing capacity. The advantage of such a wetting method is, first of all, the reduction of the rest time of the wheat by at least six hours compared to the classic system. In the case of wetting by the conventional method, it is recommended that wheat grains have a rest period of at least nine hours before being peeled. This time must be observed regardless of the temperature in the grain mass. Following the laboratory tests and the analysis of the wheat seeds, the optimal operating regime of the peeler was established: the rotor speed, n of 150 rpm,

respectively 200 rpm, and the distance between the shells, $d = 10$ mm.

After analyzing the results of the tests performed on the equipment from the technological flow of conditioning the wheat grains for grinding, it is recommended to carry out research at intermediate speeds of the rotor of the brush, respectively of the inner drum of the peeler, between 150-200 rot/min.

Regarding the unconventional wetting system, further tests can be performed at shorter intervals (of the order of minutes) in order to establish an optimal operating regime with a technological and higher effect of the entire conditioning line and with a degree of damage to the seeds as low as possible.

In conclusion, it is recommended to introduce the unconventional wetting system that performs the work process through the hydro- thermal treatment plant within the industrial technological lines for grain processing.

Also, in order to reduce the ash content, to remove impurities adhering to the seed surface and to remove the outer layers of wheat grains, the following practical solutions are proposed: replacement of the classic equipment in the technological flow of grain processing with innovative models designed and made in this paper, such as: IPG type brushing machine and peeling stand with truncated cones made of square section wire cloth.

BIBLIOGRAFIE REFERENCES

1. Albu S.G., 2007 – „*Studii și cercetări privind realizarea unor produse alimentare de protecție în alimentația umană - Seminte germinate*”, Universitatea Lucian Blaga, Sibiu.
2. Arendt K., Zannini Emanuele, 2013 – „*Cereal Grains for the Food and Beverage Industries*”, Woodhead Publishing, UK.
3. Arsenoaia V. N., Țenu I., Cârlescu P., Roșca R., **Zăpodeanu Cezara-Valentina**, 2016 – „*Studies regarding the influence of the drying process technological parameters on the corn seed quality*”, Buletinul Lucrărilor Științifice, seria Agronomie, 59(2), pp. 373-376.
4. Arsenoaia V. N., Țenu I., Roșca R., Cârlescu P., **Zăpodeanu Cezara-Valentina**, 2015 – „*Studies regarding energy consumption variation and drying time for corn seed in laboratory conditions*”, Buletinul Lucrărilor Științifice, seria Agronomie, 58(1), pp. 33-36.
5. Arsenoaia V. N., Țenu I., Roșca R., Cârlescu P., **Zăpodeanu Cezara-Valentina**, 2015 – „*Research regarding the influence of drying agent's speed and temperature on the work process of corn dehydration*”, Bulletin of University of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj Napoca, Agriculture, 72(2), pp. 321-327.
6. Balan I., Lupașco A., Tarlev V., 2003 – „*Tehnologia făinii și crupelor*”, Editura "Tehnica-Info", Chișinău.
7. Balc G., Sugar I., Gaspar F., 2016 – „*Mașini și instalații pentru industria alimentară*, Vol. II”, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
8. Balc G., Sugar I., 2013 – „*Mașini și instalații pentru industria alimentară*, Vol.I”, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
9. Balc G., 2009 – „*Mașini și instalații pentru industria alimentară*”, Editura Alma-Mater, Cluj-Napoca.
10. Balc G., Oltean O., 2002 – „*Tehnica păstrării și procesării primare a produselor agricole*”. Editura Alama-Mater, Cluj-Napoca.
11. Balc G., 2000 – „*Calculul și construcția utilajelor pentru industria alimentară*”, Editura Todesco, Cluj-Napoca.
12. Banu C., 2009 – „*Tratat în industrie alimentară, vol. II - Tehnologii alimentare*”, Editura Asab, București.
13. Banu C., 2007 – „*Tratat de inginerie alimentară vol I*”, Editura Agir, București.
14. Barna O., Baston O., Burluc R. M., Serea C. P., 2011 – „*Research regarding ecological method for cereal storage and the influence on flour granularity*”, Journal of Environmental Protection and Ecology, vol. 12, no 2, pag. 688 – 697.
15. Barna O., Burluc R. M., Baston O., 2009 – „*Research regarding the effect of low temperature storing of Flamura 85 wheat on the rheological properties of dough*”, Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, vol. 15, no. 4, pag. 564 – 566.
16. Barreto Arias, Abalone A., Gastón A., Bartosik R., 2013 – „*Analysis of storage conditions of a wheat silo-bag for different weather conditions by computer simulation*”, Biosystems Engineering, vol. 116, no. 4, 497 – 508.
17. Bartosik R., 2012 – „*An inside look at the silo-bag system*”, International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, pag. 117 - 128
18. Bercovici C., 2009 – „*Studii și cercetări privind perfecționarea constructivă și funcțională a morilor de măcinat grâu destinate gospodăriilor private*”, Teză de doctorat, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad”, Iași.

19. Borcean I., Axinte M., Roman G. V., 1995 – „*Fitotehnie*”, Editura Didactică și Pedagogică, București.
20. Bordei D., Teodorescu F., Toma M., 2000 – „*Știința și tehnologia panificației*”, Editura Agir, București.
21. Borgen A., 2005 – „*Removal of bunt spores from wheat seed lots by brush cleaning*”, Seed Info, ICARDA, vol. 29, pag. 13 – 15.
22. Brăcăcescu Carmen, Țenu I., Costin M., Bunduchi G., 2019 – „*Experimental research on influence of functional parameters of combined installations designed at separating the impurities out of cereal seeds*”, E3S Web of Conferences 112.
23. Brăcăcescu Carmen, Sorică C., Manea D., Guanxin Y., Constantin G.A., 2014 – „*Theoretical contributions to the drive of cereal cleaning technical equipment endowed with non balanced vibration generating systems*”, INMATEH - Agricultural Engineering, vol. 42, no. 1, pag. 69 – 74.
24. Brăcăcescu Carmen, 2012 – „*Optimizarea proceselor de prelucrare primară a semințelor culturilor cerealiere*” Editura Terra Nostra, Iași.
25. Brăcăcescu Carmen, Găeanu I., Popescu S., Kemal C.S., 2012 – „*Researches concerning impurities separation process from mass of cereal seeds using vibrating sieves in air flow currents*”, Proceedings of 5th International Scientific Conference „Engineering for rural development”, pag. 364 - 370.
26. Brăcăcescu Carmen, 2011 – „*Theoretical and experimental researches regarding the optimization of working processes of gravimetric separators aimed at cereals impurities*”, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania, Brașov.
27. Brătucu G., 1999 – „*Tehnologie agricolă*”, Editura Universității „Transilvania”, Brașov.
28. Brătucu G., 1999 – „*Influența factorilor naturali asupra costurilor produselor agricole vegetale*”, Universitatea Spiru Haret, Brașov.
29. Bordei D., Teodorescu F., Toma M., 2000 – „*Știința și tehnologia panificației*”, Editura Agir, București.
30. Bujancă G., Pîrșan P., Imbrea F., Botoș L., 2009 – „*Quick wheat conditioning*”, Universitatea de Științe Agricole și Medicina Veterinară a Banatului din Timișoara, Research Journal of Agricultural Science, vol. 41, no. 1, pag. 3 – 7.
31. Bulancea M., Râpeanu G., 2009 – „*Autentificarea și identificarea falsificărilor produselor alimentare*”, Editura Didactică și Pedagogică, București.
32. Bulgaru V., 2011 – „*Influența raportului amiloză/amilopectină asupra proprietăților funcționale ale amidonului*”, Revista științifică Meridian Ingineresc, vol. 3, pag. 62 – 64.
33. Burzo I., 1986 – „*Fiziologia și tehnologia păstrării produselor horticole*”, Editura Tehnică, București
34. Campbell G., Webb C., Owens G., Scanlon M., 2012 – „*Milling and flour quality*” Breadmaking - Improving quality, pag. 188–215.
35. Caragia V., Migalatiev Olga, Carelina Marina, 2019 – „*Methods for the preparation of prime vegetal material fore de pregătire a materiei prime vegetale supercritic CO₂-extraction*”, Pomicultura, Viticultura și Vinificația, vol. 81-82, nr. 2-3, pag., 58 – 61.
36. Călin L., Jădăneanț M., Pop A., 2008 – „*Conservarea produselor cerealiere – una dintre condițiile respectării normelor de siguranța alimentelor*”, Revista Agir, nr. 1 – 2, pag. 91 – 96.
37. Ceapoiu N., 1984 – „*Grâu*”, Editura Academiei R.S.R., București.
38. Chakraverty A., Mujumdar A., Raghavan G., 2003 – „*Handbook of postharvest technology. Cereals, fruits, vegetables, tea and spices*”, Marcel Dekker Inc.

39. Charalampopoulos D., Wang R., Pandiella S., Webb, C., 2002 – „*Application of cereals and cereal components in functional foods: a review*”, International Journal of Food Microbiology, vol. 79, no. 1-2, pag. 131 – 141.
40. Chirilă Mihaela, Tofan I., Tofan Clemansa, Moraru C., 2007 – „*Studiu privind posibilitatea răcirii cerealelor prin transport pneumatic*”, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad”, Lucrări Științifice, seria Agronomie vol. 50, pag. 293 – 297.
41. Cioabla A., Călin L., Irimescu A., 2010 – „*Optimizarea procesului de uscare a cerealelor în condițiile reducerii consumului de combustibil*”, Revista Agir, nr. 2 – 3, pag. 117 – 120.
42. Cioban Mirabela, 2011 – *Studii privind optimizarea energetică a sistemelor tehnice utilizate pentru executarea procesului de mărunțire a cerealelor*”, Teză de doctorat. Universitatea Transilvania, Brașov.
43. Ciobanu V., Visan A., Păun Anișoara, Nedelcu A., 2015 – „*Comparative study regarding seed sorting equipment and the importance of implementing smart systems within the working process*”, JoKULL Journal, vol.64, no.9, pag. 91 - 100.
44. Costin I., 1988 – „*Cartea morarului*”, Editura Tehnică, București.
45. Costin I., 1983 – „*Tehnologii de prelucrare a cerealelor în industria morăritului*”, Editura Tehnică, București.
46. Cozma D., Băetu Oana - Eliza, 2010 – „*Quick wheat conditioning and influence of hydrothermal treatment on gluten content*”, Journal of Mechanical Engineering-Technical University of Iași.
47. Cozma D., Tenu I., **Zăpodeanu Cezara-Valentina**, 2014 – „*Influence of Hydrothermal Treatment on Wheat for Milling*”, Applied Mechanics and Materials Vol. 659 pag. 511-514, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.659.511.
48. Every D., Simmons Lyall, Al-Hakkak J., Hawkins Sarah, Ross Marcela, 2002 – „*Amylase, falling number, polysaccharide, protein and ash relationships in wheat millstreams*”, Euphytica 126, pag. 135 – 142.
49. Danciu I., 2001 – „*Cereals cleaning*”, University „Lucian Blaga” Publishing House, Sibiu.
50. Danciu I., 1997 – „*Tehnologia și utilajul industriei morăritului, Vol. I*”, Editura "Lucian Blaga", Sibiu.
51. David Krisztina, 2015 – „*Studiul privind influența umidității asupra operației de măcinare a grâului*”, Bulletin Of University Of Agricultural Sciences And Veterinary Medicine Cluj-Napoca Agriculture, vol. 72, no. 2, pag. 176 - 179
52. Deng L., Manthey F., 2016 – „*Laboratory-scale milling of whole-durum flour quality: effect of mill configuration and seed conditioning*”, Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 97, no. 10, pag. 3141 – 3150.
53. Dubei T., 2008 – „*Procesele biochimice în produsele alimentare – valoarea alimentară*”, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
54. Dumbravă M., 2014 – „*Calitatea grâului pentru morărit și panificație*”, Fundația Timac Agro, București.
55. Dziki D., 2007 – „*The crushing of wheat kernels and its consequence on the grinding process*”, Powder Technology, vol. 185, pag. 181 – 186.
56. Epure D., Mitroi A., Popa-Udrea V., 2008 – „*Research about consume of energy and quality of products for cold preservation of cereals*”, Research Journal of Agricultural Science, vol. 40, no. 2, pag. 441-446.
57. Feher E., Matei G., 2006 – „*Caiet de lucrări practice de Fitotehnie vol. I*”, Editura

Universitaria, Craiova.

58. Feher E., 1996 – „*Tehnologii de conservare a produselor agricole*”, Editura Universitaria, Craiova.
59. Fleurat-Lessard F., 2002 – „*Qualitative reasoning and integrated management of the quality of stored grain: a promising new approach*”, Journal of Stored Products Research, vol. 38, no. 3, pag. 191–218.
60. Ganea G., Cojoc D., 2011 – „*Utilaj tehnologic în industria alimentară*”, Editura Tehnică, Chișinău.
61. Geafir Carmen, 2011 – „*Cercetări teoretice și experimentale privind optimizarea proceselor de lucru ale separatoarelor gravimetrice pentru impuritățile din semințele de cereale*”, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania, Brașov.
62. Ghencea Sabina, 2008 – „*Studiu comparativ privind calitatea grâului din recoltele anilor 2006 și 2007*”, Actualități în Industria de Morărit și Panificație.
63. Ghimbășan R., 2005 – „*Tehnologii in industria alimentara: culegere de date utile*”, Editura Universității Transilvania, Brașov.
64. Ghimbășan R., 1992 – „*Bazele agrobiologiei*”, Editura Universității din Brașov.
65. Heldman D., Lund D., 2007 – „*Handbook of Food Engineering. Second Edition*”, CRC Press.
66. Hodges R., Farrell G., 2007 – „*Studii de caz privind manipularea și depozitarea de mărfuri durabile*”, Culturi post recoltare: Știință și Tehnologie, Volum 2, Wiley Blackwell.
67. Iancu Anca, 2014 – „*Contribuții la optimizarea calității în sistemele tehnologice pentru fabricarea pastelor făinoase aglutenice*”, Teză de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara.
68. Iorga Enuța, Câmpeanu Gh., 2005 – „*Utilizarea enzimelor în panificație*”, Suport de curs, Facultatea de Biotehnologii, Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară.
69. Johansson Eva, 2002 – „*Effect of two wheat genotypes and Swedish environment on falling number. Amylase activities and protein concentration and composition*”, Euphytica. vol. 126, no. 1, pag. 143 - 149.
70. Kupriț I.N., 1954 – „*Tehnologia morăritului*”. Editura Tehnică, București.
71. Kweon Meera, 2010 – „*Falling number in wheat - How is calculated and what does it mean for producers*”, Soft Wheat Quality Laboratory, Wooster, Ohio.
72. Kweon Meera, Martin R., Souza E., 2009 – „*Effect of Tempering Conditions on Milling Performance and Flour Functionality*”, Cereal Chemistry, vol. 86, no. 1, pag. 12 – 17.
73. Leonte M., 2002 – „*Tehnologii și utilaje în industria morăritului – Măcinșul cerealelor*”, Editura Millenium, Piatra Neamț.
74. Leonte M., 2001 – „*Tehnologii și utilaje în industria alimentară. Pregătirea cerealelor pentru măcinș*”, Editura Millenium, Piatra-Neamț.
75. Liubych V., Novikov V., Usyk S., Petrenko V., Khomenko S., Zorunko V., Balabak O., Moskalets V., Moskalets T., 2019 – „*Improvement of the process of hydrothermal treatment and peeling of spelt wheat grain during cereal production*”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, vol. 3, no. 11, pag. 40 – 51.
76. Marcu S., 2001 – „*Studiul procesului de uscare și conservare a cerealelor în spații de depozitare cu volum redus*”, Universitatea „Politehnica” București.
77. Mares D., Mrva Kolumbina, 2008 – „*Late-maturity α -amylase: Low falling number in wheat in the absence of preharvest sprouting*”, Journal of Cereal Science, vol. 47, no. 1, pag. 6 – 17.
78. Matei Gh., Feher Ecaterina, 2010 – „*Condiționarea și conservarea produselor agricole*”, Manual universitar pentru învățământul la distanță, Editura Universitaria, Craiova.

79. Matz S.A., 1991 – „*Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed*”, Second Edition, Van Nostrand Reinhold, New York.
80. Maxim E., 2007 – „*Calitatea și managementul calității*”, Editura Sedcom Libris, Iași.
81. Mircea C., Păun Anișoara, Voicu Gh., Brăcăcescu Carmen, Anghel A., Zaica A., Sorică E., 2017 – „*Considerations on the importance of seed separation technology by aerodynamic properties*”, Analele Universității din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru, vol. XLVII, pag. 359 – 365.
82. Modoran Constanța Virginia, 2007 – „*Tehnologia morăritului și panificației*”, Editura Risoprint, Cluj – Napoca.
83. Moldovan Ioana, Gus P., Rusu T., Moraru Paula Ioana, 2008 – „*Study of the influence of some technological, biological and climatic factors on the baking quality of the winter wheat*”, Bulletin Of Agricultural Sciences And Veterinary Medicine. Agriculture, USAMV Cluj – Napoca.
84. Moldoveanu Gh., Niculescu N. I., Mărgărit N., 1973 – „*Cartea brutarului*”, Editura Tehnică, București.
85. Moroz S.M., Vasylovskiy O. M., Anisimov O. V., 2014 – „*Technical means for simultaneous loading and separation of grain chaff according to the sizes*”, Collection of Scientific Works of Kirovohrad National Technical University. Machines in agricultural production, branch engineering and automation, no. 27. pag 181 - 186.
86. Nagy Elena, Țicudean Laura, Nagy D., Suciu Alexandra, Florian V., 2010 – „*Effect of fungicide treatment on the spring barley yield*”, Analele I.N.C.D.A. Fundulea, vol. LXXVIII, nr. I, pag. 139 – 148.
87. Nesterenko A., Leshchenko S., Vasylovskiy O., Petrenko D., 2017 – „*Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding*”, INMATEH Agricultural Engineering, vol. 53, no. 3, pag.65 – 70.
88. Pavel Claudia, 2010 – „*Cercetări privind operația de decojire a grâului în vederea creșterii eficienței tehnologice la măcinășul industrial*”, Teză de doctorat, Universitatea "Dunărea de Jos" Galați.
89. Păun Anișoara, Găgeanu P., 2000 – „*Tendințe actuale privind depozitarea și conservarea cerealelor în agricultura românească*”, INMATEH, București.
90. Păun Anișoara, Brăcăcescu Carmen, Milea D., Bunduchi G., 2017 – „*Researches in producing organic certified seeds and planting material*”, Engineering for rural development, vol. 3, no.1, pag. 503 – 508.
91. Peyron S., Abecassis J., Autran J., Rouau X., 2002 – „*Influence of UV Exposure on Phenolic Acid Content, Mechanical Properties of Bran, and Milling Behavior of Durum Wheat (Triticum Durum Desf.)*”, Cereal Chemistry Journal, vol. 79, no. 5), pag. 726 – 731.
92. Plăcină Daniela, 2007 – „*Micromicete ce se transmit prin semințele de cereale păioase. Prevenire și combatere*”, Editura Universității din Suceava.
93. Popa N.C., Tamba-Berehoiu Radiana, Popescu Stela, 2008 – „*Main quality parameters evolution of the wheat cultivated in Romania during the last years*”, Roumanian Biotechnological Letters, vol. 13, no. 1, pag. 3557 – 3566.
94. Probert R.J., 2003 – „*Seed viability under ambient conditions, and the importance of drying*”, Seed Conservation Turning Science Into Practice, Chapter 19, pag. 337 – 366.
95. Racz I., 2013 – „*Cercetări privind formarea producției și evaluarea însușirilor de calitate la unele cereale panificabile în câmpia Transilvaniei*”, Teză de doctorat, Facultatea de Agricultură, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca.

96. Râpeanu R., 1967 – „*Tehnologia morăritului*”, Editura Didactică și Pedagogică, București.
97. Râpeanu R., Măruță N., 1965 – „*Mașini și instalații în industria morăritului*” București. Editura Tehnică.
98. Rus, Fl., 2001 – „*Bazele operațiilor din industria alimentară*”, Editura Universității Transilvania Brașov.
99. Rus Fl., 1999 – „*Operații de separare în industria alimentară*”, Editura Universității Transilvania, Brașov.
100. Rusu T., 2011 – „*Înfluența factorilor de curățare și condiționare a grâului asupra calității făinii și produselor de panificație*”, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Iași.
101. Šafranko Silvija, Cikoš Ana-Marija, Banožić Marija, Stanković Anamarija, Jokić Stela, 2019 – „*An image processing approach for color-based sorting and counting of selected cereals*”, Croatian Journal of Food Science and Technology, pag. 37 – 38.
102. Sarhan F., Ouellet F., Vazquez-Tello A., 1997 – „*The wheat wcs120 gene family. A useful model to understand the molecular genetics of freezing tolerance in cereals*”, Psysilogia Plantarum, vol. 101, no.2, pag. 439 – 445.
103. Sorică C., 2012 – „*Condiționarea cerealelor pe principii mecanice*”, Editura „Terra Nostra”, Iași.
104. Suditu P., 2006 – „*Mașini, utilaje și instalații horticole*”, Editura PIM, Iași.
105. Thierer L.V., 1971 – „*Determinarea calității produselor agricole vegetale*”, Editura Ceres, București.
106. Thierer L.V., Dumitrescu N., Huștiu I., Oprescu I., 1971 – „*Tehnologia recepționării, depozitării, condiționării și conservării produselor agricole*”, Editura CERES, București.
107. Toader Maria, Roman Gh., 2017 – „*Experimental results regarding nutritional and technological quality of backing cereals*”, Research Journal of Agricultural Science, vol. 47, pag. 221 – 226.
108. Țenu I., 2008 – „*Operații și aparate în industria alimentară. Vol I. Operații mecanice, hidrodinamice și aerodinamice*”, Iași. Editura „Ion Ionescu de la Brad”.
109. Țenu I., Găgeanu P., Bercovici C., 2006 – „*Advanced technical conception concerning the designing and the achievement of maize mill with germination*”, Bult.Inst.Polit., vol. 52, no. 56.
110. Țenu I., 2005 – „*Cercetări privind evaluarea echipamentelor de procesare a grâului în vederea respectării standardelor de calitate și siguranța alimentară*”, Lucrări științifice seria Agronomie, Volumul 48.
111. Țenu I., Gafițeanu D., Bercovici C., 2005 – „*Tehnica implementării standardelor de calitate și siguranță alimentară în unități de morărit de mică capacitate*”, Lucrări științifice seria Agronomie, Volumul 48.
112. Țenu I., Bercovici C., 2004 – „*The new conceptions in manufacturing maize mill*”, Bult.Inst. Polit., Volumul 54, pag. 947 – 950.
113. Țenu I., Bercovici C., 2004 – „*The new conceptions in manufacturing of wheat mill with small capacity*”, Bult.Inst.Polit., Volumul 54, pag. 91 – 100.
114. Țenu I., 1999 - *Tehnologii, mașini și instalații pentru industrializarea produselor vegetale, partea a II-a: curățarea, spălarea și condiționarea*. Iași. Editura Junimea.
115. Țenu I., 1997 - *Tehnologii, mașini și instalații pentru industrializarea produselor vegetale. Partea I: tehnologii și procedee*. Iași. Editura Bolta Rece.
116. Țucu D., 1994 – „*Morăritul: Sisteme tehnologice și structuri productive*”, Litografia

Universității Tehnice, Timișoara.

117. Vasilichia T. S., 2010 – „*Cercetări ecologice asupra culturilor de triticosecale*”, Teză de doctorat, Facultatea de Biologie, Universitatea din Pitești.
118. Verzea M., 2007 – „*Realizări și perspective în domeniul cerealelor, plantelor tehnice și furajere*”, Analele INCA Fundulea.
119. Vizitiu D., 2012 – „*Cercetări privind asigurarea indicilor calitativi optimi ai făinurilor pentru câteva grupe de produse de panificație și patiserie în cazul variației calitative a loturilor de grâu procesate la unitatea de morărit*”, Teză de doctorat, Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu.
120. Wrigley C., 2006 – „*Late-maturity α -amylase – apparent sprout damage without sprouting*”, Cereal Foods World, vol. 51, no. 3, pag. 124 – 125.
121. Wrigley C., Shepherd K., 1974 – „*Identification of Australian wheat cultivars by laboratory procedures: examination of pure samples of grain*”, Australian Journal of Experimental Agriculture, vol. 14, no. 71, pag. 796 - 804.
122. Zaharia D., Danciu I., Aruș Alisa-Vasilica, Moroi Alina Mihaela, Vartolomei Nicoleta, Leonte M., 2013 – „*Studiu documentar și cercetări privind pregătirea grâului pentru măcinare, în vederea optimizării proprietăților de panificație ale făinurilor (formarea amestecurilor și condiționarea hidrică)*”, CISA Bacău, Ediția a 7-a.
123. Zaharia D., Danciu I., Aruș Alisa-Vasilica, Moroi Alina Mihaela, Vartolomei Nicoleta, Leonte M., 2012 – „*Cercetări privind optimizarea capacității de hidratare a făinurilor prin deteriorarea mecanică a amidonului în procesul de măcinare a grâului*”, CISA Bacău, Ediția a 6-a.
124. **Zăpodeanu Cezara Valentina**, Țenu I., Cârlescu P.M., Arsenoaia V.N., 2015 – „*The influence of constructive and functional parametres of the brushing machine on cleaning operation of wheat seeds for grinding*”, Revista Lucrări Științifice, seria Agronomie, 58(1), pp. 189-194.
125. **Zăpodeanu Cezara-Valentina**, Țenu I., Cârlescu P.M., Arsenoaia V.N., 2016 – „*Researches regarding the optimization of the operating process of wheat debranning for grinding*”, Revista Lucrări Științifice, seria Agronomie, 59(2), pp. 159-162.
126. **Zăpodeanu Cezara-Valentina**, Țenu I., Cârlescu P.M., Arsenoaia V.N., 2015 – „*The influence of constructive and functional parametres of the brushing machine on cleaning operation of wheat seeds for grinding*”, Revista Lucrări Științifice, seria Agronomie, 58(1), pp. 189-194.
127. ***Buletin tehnico-informativ nr. 1-2, 1990: Oficiul pentru tehnologia și controlul calității cerealelor și plantelor tehnice Romcereal R.A.
128. ***CNGSC, 2013 - Comisia Națională de Gradare a Semințelor de Consum. [Online]. <http://domino.iqm.ro/gradare/home.nsf/Produse/grau>
129. ***FAOSTAT, 2019 - Food and Agriculture Organization of the United Nations
130. ***IBA, 2014 – „Calitatea grâului în funcție de sticlozitate”
131. ***MultiLab România, 2014 - Valori ale indicelui de cădere și influența lor asupra făinii
132. ***Prospectele firmei Akdegirmen 2013 - www.akdegirmen.com. [Online], Turcia, <http://www.akdegirmen.com/iletisim>.
133. ***Prospectele firmei Akyürek Karderşler, 2013 - [Online] Akyürek Karderşler, Turcia, <http://www.akyurekltd.com/>.
134. ***Prospectele firmei Antenore Visentin, 2014 [Online] Antenore Visentin, Italia, 2014. <http://www.antenorevisentin.com/>.

135. ***Prospectele firmei Bühler Group, 2013 - [Online] Bühler Group, Elveția. <http://www.buhlergroup.com/>.
136. ***Prospectele firmei Carter-Day, 2013 - [Online] Carter Day, S.U.A. <http://www.carter-day.com>.
137. ***Prospectele firmei Cimbria Heid, 2013 - World Wide Grain Processing. [Online] Cimbria Heid, Danemarca. <http://www.cimbria.com>.
138. ***Prospectele firmei Damas, 2013 - [Online] Damas Danemarca. www.damas.com
139. ***Prospectele firmei Grain Gallery, 2013 - <http://grain-gallery.com/>. [Online]. <http://grain-gallery.com/>.
140. ***Prospectele firmei Ocrim, 2013 - www.ocrim.com/. [Online] Ocrim, Italia. <http://www.ocrim.com/>.
141. ***Prospectele firmei Perten Instruments, 2014
142. ***Prospectele firmei Petkus, 2014 - [Online] Petkus, Germania. www.petkus.de.
143. ***Prospectele firmei Reiter, 2014 - [Online] Reiter Seed Processing, Germania, 2014. <http://www.reiter-sp.com/entgranner-bis-80th.html>.
144. ***Prospectele firmei Satake, 2013 - Satake Australia. [Online]. <http://www.satake.com.au/>.
145. ***Prospectele firmei Westrup, 2013 - [Online] Westrup, Danemarca. <http://www.westrup.com>.
146. ***SR EN ISO 20483/2014 – „Determinarea conținutului de azot total și calculul conținutului de substanțe proteice”
147. ***SR EN ISO 520/2011 – „Cereale și leguminoase. Determinarea masei a 1000 de boabe”
148. ***SR EN ISO 3093/2010 – „Grâu, secară și făinuri corespunzătoare, grâu durum și făină grifică de grâu durum. Determinarea indicelui de cădere conform Hagberg – Perten”
149. ***SR EN ISO 712/2010 – „Cereale și produse din cereale. Determinarea umidității. Metoda de referință”
150. ***SR EN ISO 7071-1:2010 – „Cereale. Determinarea masei hectolitrice”
151. ***SR EN ISO 2171/2010 – „Determinarea cenușii și cenușii insolubile în acid clorhidric”
152. *** SR EN ISO 21415-2/2008 – „Grâu și făină de grâu. Conținut de gluten. Partea 2: Determinarea glutenului umed prin mijloace mecanice”
153. ***SR EN ISO 21415-3/2007 – „Grâu și făină de grâu. Conținut de gluten. Partea 3: Determinarea glutenului uscat din gluten umed printr-o metodă de uscare la etuvă”
154. ***SR 90/2007 – „Făină de grâu. Metode de analiză”
155. ***SR ISO 7970 – 2001 – „Grâu. Specificații”
156. ***SR ISO 13690/2001 – „Cereale, leguminoase și produse de măcinăș. Eșantionarea pentru loturi statice”
157. ***STAS 90 – 1988 – „Făina de grâu. Metode de analiză”
158. ***SR EN ISO 6283/1984 – „Grâu. Determinarea sticlozității”
159. ***STAS 6253 – 1980 – „Determinarea proprietăților organoleptice”
160. ***STAS 6123-2/1973 – „Seminte agricole. Determinarea masei hectolitrice”
161. ***Wheat Quality & Carbohydrate Research, 2015

ANEXE ANNEXES

Anexa 1 – Lista figurilor

Annex 1 – List of figures

Figura 1.1. Piramida alimentară	20
Figura 1.2. Structura anatomică a bobului de grâu	24
Figura 1.3. Determinarea capacității de curgere a semințelor	28
Figura 1.4. Schema autosortării	28
Figura 2.1. Fluxul tehnologic de curățare și condiționare a semințelor de grâu în vederea măcinării	35
Figura 2.2. Schema tehnologică de curățare și condiționare pentru o moară cu capacitate de 10 tone de semințe de grâu în 24 de ore	36
Figura 2.3. Schema tehnologică de curățare și condiționare pentru o moară cu capacitatea de 30 ... 80 t/24 h	37
Figura 2.4. Schema tehnologică de curățare și condiționare pentru o moară cu capacitatea mai mare de 100 t/24 h	37
Figura 2.5. Schema constructivă a unei mașini de periat cu manta orizontală rotativă	49
Figura 2.6. Schema constructivă a unei mașini de periat cu manta orizontală fixă	49
Figura 2.7. Mașina de periat LA-H	50
Figura 2.8. Vedere în secțiune a unei mașini de periat pentru laborator, model LA-H	50
Figura 2.9. Schema constructive a unei mașini de periat model Delta 181.2	50
Figura 2.10. Mașină de periat combinată model PC 02 produsă de firma Antenore Visentin	51
Figura 2.11. Separator combinat model PC 01 produs de firma Antenore Visentin, Italia	51
Figura 2.12. Schema constructivă a instalației de umectare a semințelor cu umidificator intensiv model SCB produs de firma Ocrim, Italia	54
Figura 2.13. Instalație pentru tratarea boabelor de cereale cu lichide, realizată de firma Petkus, Germania	55
Figura 2.14. Umidificator intensiv de tip MOZL	55
Figura 2.15. Umidificator intensiv vertical tip SCV	56
Figura 2.16. Rotor cu melc și palete din construcția umidificatorului intensiv tip SCV	56
Figura 2.17. Coloană de condiționare cu aer cald	57
Figura 2.18. Coloană de condiționare cu apă caldă	58
Figura 2.19. Coloana de condiționare cu apă și aer cald de tip Veb Mühlenbau Dresden, Germania	59
Figura 2.20. Coloana de condiționare cu aer și apă de tip MIAG	60
Figura 2.21. Instalație automată de umectare	61
Figura 2.22. Panou pentru dozarea apei în sistem automat de umectare de tip DMB	61
Figura 2.23. Instalație de condiționare cu abur	62
Figura 2.24. Coloană de condiționare în vid realizată de firma Bühler, Elveția	63
Figura 2.25. Schema constructivă a descojitorului vertical cu manta abrazivă	64
Figura 2.26. Descojitor orizontal cu manta abrazivă	65
Figura 2.27. Schema tehnologică a mașinii de descojire-șlefuire de tip A1-ZȘN	66
Figura 2.28. Descojitor cu discuri DHB produs de Ocrim, Italia	66

Figura 2.29. Descojitor intensiv cu discuri model VTA 5 produs de firma Satake, Australia	67
Figura 2.30. Descojitorul Hambo realizat de firma Damas	67
Figura 2.31. Descojitor intensiv tip SR produs de Reiter Seed Processing, Germania	68
Figura 2.32. Descojitor intensiv orizontal model SIG	69
Figura 2.33. Descojitor de tip AWN realizat de firma Akyürek, Turcia	69
Figura 2.34. Rotoare cu palete dispuse longitudinal	70
Figura 2.35. Descojitorare intensive cu aspiratoare pentru recircularea aerului	70
Figura 2.36. Descojitor intensiv racordat la un canal de aspirație, realizat de firma Ocrim, Italia	70
Figura 2.37. Descojitor dublu din gama DD	71
Figura 4.1. Ciururi pentru determinarea conținutului de impurități al cerealelor	79
Figura 4.2. Balanța hectolitrică	80
Figura 4.3. Farinotom	80
Figura 4.4. Moară de laborator Grindomix 200, realizată de firma Retsch	81
Figura 4.5. Etapele parcurse pentru determinarea conținutului de gluten umed	82
Figura 4.6. Etapele determinării indicelui de deformare a glutenului	83
Figura 4.7. Cuptor de calcinare	84
Figura 4.8. Metoda de lucru pentru determinarea activității enzimatice	85
Figura 4.9. Aparat Falling Number pentru măsurarea indicelui de cădere	86
Figura 4.10. Cântar electronic MH-200	87
Figura 4.11. Termobalanță LSC 60	87
Figura 4.12. Determinarea conținutului de boabe sparte și a cantității de înveliș descojit	89
Figura 4.13. Schema constructivă a aparatului pentru periat grâu	90
Figura 4.14. Dimensiuni constructive ale rotorului cu perii	90
Figura 4.15. Vedere în detaliu a unor subansambluri din construcția aparatului de periat	91
Figura 4.16. Arborele de antrenare și batiul aparatului de periat	91
Figura 4.17. Discul mic al tobei tronconice prevăzut cu orificiu de alimentare	91
Figura 4.18. Discul mare al tobei tronconice prevăzut cu orificiu de evacuare	92
Figura 4.19. Piese pentru fixarea bridelor pe arbore	92
Figura 4.20. Perii mixte din paie de tatar și plastic	92
Figura 4.21. Table perforate utilizate în construcția mantalei tronconice	92
Figura 4.22. Detaliu constructiv privind prinderea pe ax a discului cu orificiu de alimentare și fixarea lagărului cu rulmet pe batiu	92
Figura 4.23. Prinderea pe axa discului cu orificiu de evacuare și fixarea lagărului cu rulmet pe batiu	92
Figura 4.24. Detaliu constructiv privind poziția celor două discuri fixe pe ax	92
Figura 4.25. Vedere generală a utilajului	92
Figura 4.26. Ventilator	93
Figura 4.27. Clapetă pentru reglarea debitului de aspirație	93
Figura 4.28. Șuber pentru reglarea debitului de alimentare cu produs	93
Figura 4.29. Sistemul de antrenare și reglare a turației rotorului cu perii	93
Figura 4.30. Carcasa rabatabilă	94
Figura 4.31. Instalația de periat grâu IPG	94
Figura 4.32. Instalația pentru tratarea hidro-termică a semințelor de grâu	98
Figura 4.33. Sistemul utilizat pentru studierea boabelor de grâu umectate	99

Figura 4.34. Instalație tratare a semințelor	101
Figura 4.35. Umidometru de tip MAGIC FSA	101
Figura 4.36. Schema constructivă a descojitorului	104
Figura 4.37. Dimensiuni constructive ale organelor de lucru ale descojitorului	105
Figura 4.38. Vedere în detaliu a unor subansambluri din construcția descojitorului	105
Figura 4.39. Vedere în secțiune a organelor active	106
Figura 4.40. Vedere din lateral a mantalei exterioare fixe din țesătură Eureka	106
Figura 5.1. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimesiunea orificiilor de 10 mm x 1,10 mm, $Q_a=0,15$ [m ³ /s]	109
Figura 5.2. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimesiunea orificiilor de 10 mm x 1,10 mm, $Q_a=0,075$ [m ³ /s]	110
Figura 5.3. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimesiunea orificiilor de 20 mm x 1,5 mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	111
Figura 5.4. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimesiunea orificiilor de 20 mm x 1,5 mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	111
Figura 5.5. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimesiunea orificiilor de 20 mm x 1,75 mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	112
Figura 5.6. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimesiunea orificiilor de 20 mm x 1,75 mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	113
Figura 5.7. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,75 mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	114
Figura 5.8. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,75 mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	115
Figura 5.9. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,5 mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	116
Figura 5.10. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,5 mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	117
Figura 5.11. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1,00 mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	117
Figura 5.12. Variația conținutului de boabe sparte, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul orificiilor de 1 mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	118
Figura 5.13. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,5 mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	119
Figura 5.14. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,5 mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	120
Figura 5.15. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,75 mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	121
Figura 5.16. Variația conținutului cenușă în cazul utilizării sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 20 mm x 1,75 mm, la un debit de aspirație $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	122

Figura 5.17. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 10 mm x 1,10 mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	123
Figura 5.18. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii alungite cu dimensiunile orificiilor de 10 mm x 1,10 mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	123
Figura 5.19. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,75$ mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	124
Figura 5.20. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,75$ mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	125
Figura 5.21. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,00$ mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	126
Figura 5.22. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,00$ mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	127
Figura 5.23. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,75$ mm, $Q_a = 0,15$ [m ³ /s]	128
Figura 5.24. Variația conținutului cenușă, prin utilizarea sitei din tablă perforată cu orificii rotunde cu diametrul $\phi = 1,5$ mm, $Q_a = 0,075$ [m ³ /s]	128
Figura 6.1. Măsurarea în secțiune a boabelor cu ajutorul softului Aigo Scope Image 9.0	135
Figura 6.2. Lungimile medii ale boabelor de grâu utilizate în cercetările experimentale	136
Figura 6.3. Valorile diametrelor medii ale boabelor de grâu utilizate în cercetări	136
Figura 6.4. Variația umidității boabelor funcție de timpul de staționare și temperatura apei din instalație	137
Figura 6.5. Determinarea suprafețelor umectate din boabele de grâu cu autorul softului Aigo Scope 9.0	138
Figura 6.6. Variația gradului de umectare funcție de timpul de staționare și de temperatura apei	139
Figura 6.7. Modul de pătrundere a apei în bobul de grâu	140
Figura 6.8. Variația umidității funcție de timpul de odihnă și temperatura din masa de boabe	140
Figura 6.9. Variația masei hectolitrică funcție de timpul de odihnă și temperatura din masa de boabe	141
Figura 6.10. Temperatura semințelor de grâu pe durata umectării	142
Figura 6.11. Secțiune perpendiculară pe bobul de grâu	142
Figura 6.12. Migrația apei pe suprafața bobului	143
Figura 6.13. Migrația apei în bobul de grâu, în funcție de temperatura apei de umectare	144
Figura 6.14. Migrația apei în bobul de grâu, în funcție de timpul de odihnă	145
Figura 6.15 – Boabe de grâu supuse umectării la temperatura din baia de apă de 80°C	146
Figura 7.1. Variația conținutului de boabe sparte, B_s [%]	148
Figura 7.2. Variația conținutului de cenușă, C_c [%]	149
Figura 7.3. Variația conținutului de înveliș descojit, C_i [%]	151
Figura 7.4. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=100$ [rpm]	152
Figura 7.5. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=150$ [rpm]	152
Figura 7.6. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=200$ [rpm]	153
Figura 7.7. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=250$ [rpm]	154
Figura 7.8. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=300$ [rpm]	154
Figura 7.9. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=350$ [rpm]	155
Figura 7.10. Variația dimensiunilor boabelor pentru turația $T=400$ [rpm]	156

Anexa 2 – Lista tabelelor

Annex 2 – List of tables

Tabelul 1.1. Indicii ponderali ai principalelor semințe de cereale	21
Tabelul 1.2. Masa volumică a principalelor substanțe organice din bobul de grâu	22
Tabelul 1.3. Dimensiunile medii ale principalelor semințe de cereale	22
Tabelul 1.4. Caracteristicile boabelor de grâu	23
Tabelul 1.5. Structura anatomică în (%) din SU (medie/limite de variație)	24
Tabelul 1.6. Limitele de variație a unghiului de taluz natural funcție de umiditate	27
Tabelul 1.7. Valorile vitezei de plutire a semințelor	28
Tabelul 1.8. Valorile porozității la principalele cereale	29
Tabelul 1.9. Valorile coeficienților pentru calculul rezistenței aerodinamice, determinate experimental	29
Tabelul 1.10. Valorile rezistenței aerodinamice (N) pentru diferite straturi de boabe de cereale	29
Tabelul 1.11. Valorile umidității de echilibru pentru diferite semințe de cereale (%), funcție de umiditatea relativă a aerului	30
Tabelul 1.12. Clasificarea boabelor de cereale funcție de conținutul lor de umiditate	30
Tabelul 1.13. Caracteristici pentru volum și suprafață la 1 kg de boabe, pentru grâu și porumb	31
Tabelul 1.14. Tipuri de impurități în masa de boabe	32
Tabelul 2.1 Caracteristici tehnice ale unor mașini de periat	52
Tabelul 2.2. Caracteristicile tehnice ale unor umidificatoare de semințe	56
Tabelul 2.3. Caracteristicile tehnice ale descojitoarelor	71
Tabelul 4.1. Caracteristicile fizico-chimice a lotului de grâu utilizat în cercetările experimentale	77
Tabelul 4.2. Metode și aparate de analiză a indicilor de calitate ai grâului utilizate în experiențe	78
Tabelul 4.3. Calitatea grâului în funcție de sticlozitate	81
Tabelul 4.4. Rezultatele determinărilor pentru conținutul de gluten umed	82
Tabelul 4.5. Rezultatele determinărilor indicelui de deformare a glutenului	83
Tabelul 4.6. Rezultatele de laborator privind conținutul de proteină a boabelor de grâu din soiul Glossa	84
Tabelul 4.7. Etapele de lucru pentru determinarea conținutului de proteină	85
Tabelul 4.8. Valori ale indicelui de cădere și influența lor asupra făinii	86
Tabelul 4.9. Rezultatele obținute în urma determinării acidității grâului	87
Tabelul 4.10. Metoda de lucru utilizată pentru determinarea acidității	88
Tabelul 4.11. Variantele experimentale efectuate cu sitele din tablă perforată cu orificii alungite	96
Tabelul 4.12. Variantele experimentale efectuate cu sitele din tablă perforată cu orificii rotunde	97
Tabelul 4.13. Factorii de influență variați în cadrul cercetărilor pentru determinarea regimului optim de tratare hidro-termică	100
Tabelul 4.14. Variantele experimentale efectuate pe instalația umectare	100

Tabelul 4.15. Factorii de influență variați în cadrul cercetărilor pentru determinarea regimului optim de tratare hidro-termică	102
Tabelul 4.16. Variantele experimentale efectuate pe instalația de umectare	103
Tabelul 4.17. Factorii de influență variați în cadrul cercetărilor pentru studiul influenței operației de descojire	106
Tabelul 4.18. Variantele experimentale efectuate pe instalația pentru descojire	107
Tabelul 5.1. Variantele experimentale în funcție de debitul de aspirație Q_a [m ³ /h] și turația rotorului n [rpm]	129
Tabelul 5.2. Conținutul de boabe sparte în procesul de periere	130
Tabelul 5.3. Parametrii de calcul	132
Tabelul 5.4. Valorile diferențelor limită pentru cele trei probabilități	132
Tabelul 5.5. Grade de semnificație și notări	132
Tabelul 5.6. Sinteza rezultatelor experimentale	133
Tabelul 6.1. Valorile suprafețelor boabelor și a gradului de umectare	138
Tabelul 6.2. Migrația apei în boabe	143
Tabelul 7.1. Variantele experimentale în funcție de turația rotorului n [rot/min] și distanța dintre mantale d [mm]	157
Tabelul 7.2. Conținutul de boabe sparte	157
Tabelul 7.3. Parametrii de calcul	159
Tabelul 7.4. Valorile diferențelor limită pentru cele trei probabilități	160
Tabelul 7.5. Sinteza rezultatelor experimentale pentru cele 18 variante și gradele de semnificație	160
Tabelul 7.6. Conținutul de înveliș descojit	162
Tabelul 7.7. Parametrii de calcul	164
Tabelul 7.8. Valorile diferențelor limită pentru cele trei probabilități	164
Tabelul 7.9. Sinteza rezultatelor experimentale pentru cele 18 variante și gradele de semnificație	165
Tabelul 7.10. Conținutul de cenușă al boabelor descojite, sită $L \times l = 20 \times 1,75$ [mm];debitul de alimentare al utilajului $Q_d = 600$ [kg/h]	166

Anexa 3 – Lista lucrărilor științifice publicate
Annex 3 – List of published scientific papers

I. Lucrări științifice publicate în reviste indexate BDI

1.1. Zăpodeanu Cezara-Valentina., Țenu I., Cârlescu P. M., Arsenoaia V. N., 2015 - The influence of constructive and functional parametres of the brushing machine on cleaning operation of wheat seeds for grinding. Revista Lucrări Științifice, seria Agronomie, 58(1), pp. 189-194.

1.2. Zăpodeanu C.V., Țenu I., Cârlescu P. M., Arsenoaia V. N., 2016 - Researches regarding the optimization of the operating process of wheat debranning for grinding. Revista Lucrări Științifice, seria Agronomie, 59(2), pp. 159-162.

1.3. Arsenoaia V. N., Țenu I., Cârlescu P., Roșca R., **Zăpodeanu Cezara-Valentina,** 2016 - Studies regarding the influence of the drying process technological parameters on the corn seed quality. Buletinul Lucrărilor Științifice, seria Agronomie, 59(2), pp. 373-376.

1.4. Arsenoaia V. N., Țenu I., Roșca R., Cârlescu P., **Zăpodeanu Cezara-Valentina,** 2015 - Research regarding the influence of drying agent's speed and temperature on the work process of corn dehydration. Bulletin of University of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj Napoca, Agriculture, 72(2), pp. 321-327.

1.5. Arsenoaia V. N., Țenu I., Roșca R., Cârlescu P., **Zăpodeanu Cezara-Valentina,** 2015 - Studies regarding energy consumption variation and drying time for corn seed in laboratory conditions. Buletinul Lucrărilor Științifice, seria Agronomie, 58(1), pp. 33-36.

II. Lucrări științifice publicate în reviste indexate ISI

2.1. Cozma D., Tenu I., **Zăpodeanu Cezara-Valentina,** 2014, Influence of Hydrothermal Treatment on Wheat for Milling, Applied Mechanics and Materials Vol. 659 pag. 511-514, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.659.511, ISSN: 1662-7482