

IOSUD – UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI

Școala doctorală de Științe fundamentale și inginerești



TEZĂ DE DOCTORAT

-rezumat-

MODEL INFORMAȚIONAL DE STANDARDIZARE A CALITĂȚII GRÂULUI ÎN CONTRACTELE INTERNAȚIONALE

Doctorand,

Ing. Ciprian-Petrișor PLENOVICI

Conducător științific,

Prof. univ. dr. ing. habil. Adrian-Gheorghe ZUGRAVU

Seria I 9: Inginerie și management în agricultură și dezvoltare rurală nr. 14

GALAȚI

2022

IOSUD – UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI

Școala doctorală de Științe fundamentale și ingineresti



TEZĂ DE DOCTORAT

-rezumat-

MODEL INFORMAȚIONAL DE STANDARDIZARE A CALITĂȚII GRÂULUI ÎN CONTRACTELE INTERNAȚIONALE

Doctorand,

Ing. Ciprian-Petrișor PLENOVICI

- Președinte:** **Prof. univ. dr. econ. dr. ing. habil. Silvius STANCIU**
Prorector – Universitatea “ Dunărea de Jos” din Galați
- Conducător științific:** **Prof. univ. dr. ing. habil. Adrian-Gheorghe ZUGRAVU**
Universitatea “ Dunărea de Jos” din Galați
- Referent oficial:** **Prof. univ. dr. ing. habil. Adrian TUREK-RAHOVEANU**
Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din
București
- Referent oficial:** **Prof. univ. dr. econ. habil. Dorina-Nicoleta MOCUȚA**
Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din
București
- Referent oficial:** **Prof. univ. dr. econ. habil. Florin-Marian BUHOCIU**
Universitatea “ Dunărea de Jos” din Galați

Seria I 9: Inginerie și management în agricultură și dezvoltare rurală nr. 14

GALAȚI

2022

Seriile tezelor de doctorat susținute public în UDJG începând cu 1 octombrie 2013 sunt:

Domeniul fundamental ȘTIINȚE INGINEREȘTI

- Seria I 1: **Biotehnologii**
- Seria I 2: **Calculatoare și tehnologia informației**
- Seria I 3: **Inginerie electrică**
- Seria I 4: **Inginerie industrială**
- Seria I 5: **Ingineria materialelor**
- Seria I 6: **Inginerie mecanică**
- Seria I 7: **Ingineria produselor alimentare**
- Seria I 8: **Ingineria sistemelor**
- Seria I 9: **Inginerie și management în agricultură și dezvoltare rurală**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE SOCIALE

- Seria E 1: **Economie**
- Seria E 2: **Management**
- Seria SSEF: **Știința sportului și educației fizice**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE UMANISTE ȘI ARTE

- Seria U 1: **Filologie- Engleză**
- Seria U 2: **Filologie- Română**
- Seria U 3: **Istorie**
- Seria U 4: **Filologie - Franceză**

Domeniul fundamental MATEMATICĂ ȘI ȘTIINȚE ALE NATURII

- Seria C: **Chimie**

Domeniul fundamental ȘTIINȚE BIOLOGICE ȘI BIOMEDICALE

- Seria M: **Medicină**

MULȚUMIRI

Finalizarea acestei teze nu ar fi fost posibilă fără suportul și îndrumarea dlui prof. Zugravu Adrian care prin profesionalismul, experiența și prietenia domniei sale a reușit să găsească resursele necesare pentru motivarea și încurajarea mea în etapele dificile din perioada pregătirii mele doctorale.

Adresez mulțumiri dlui prof. Silvius Stanciu, dnei prof. Maria Magdalena Rahoveanu Turek și dlui conf. Cristian Munteniță pentru încrederea acordată și aportul adus în activitatea mea de cercetare, precum și dlui prof. Adrian Turek - Rahoveanu, dnei prof. Dorina Mocuța și dlui prof. Florin Buhociu pentru onoarea acordată prin calitatea de referenți științifici ai prezentei teze.

Mulțumesc părinților mei pentru copilăria mea, pentru valorile insuflăte, pentru eforturile depuse și pentru toată susținerea morală și materială din toate etapele vieții mele.

Recunoștință familiei și în special surorii mele, Maria - Antoaneta, Radu B., Cristian B., și Adriana T. care prin răbdarea și sprijinul moral au contribuit în mod direct la întreaga mea pregătire educațională și profesională.

Mulțumesc prietenilor care și-au manifestat solidaritatea și disponibilitatea, reușind prin umor și energie pozitivă să facă lucrurile mai simple: Marius C., Gabriel C., Nicoleta P.B., Sorin D.P., Mirela M.D., Magda M., Cristian M., Ada G.B., Cristian M.P., Celestin D.M., Eugenia E.P., Bianca S., Gabriel S., Dorin C.B., Angela B., Adrian B., Iuliana N.

Gânduri de gratitudine și considerație se îndreaptă către dascălii mei din anii de școală și către specialiștii care au contribuit la formarea mea profesională.

Colegilor mei din cadrul S.C. Romcontrol S.A. și colectivului Universității "Dunărea de Jos" din Galați, le mulțumesc pentru cooperare, înțelegere și suport pe toată perioada stagiului doctoral.

Mulțumesc,

Ing. Ciprian Petrișor PLENOVICI

Galați, 2022

CUPRINSUL REZUMATULUI TEZEI DE DOCTORAT

INTRODUCERE.....	5
CAPITOLUL 1 – ASPECTE PRIVIND IMPORTANȚA CULTURII GRÂULUI	8
CAPITOLUL 2- EVALUAREA CALITĂȚII GRÂULUI	11
CAPITOLUL 3 – PIAȚA INTERNAȚIONALĂ A GRÂULUI	17
CAPITOLUL 4 - STUDIUL SISTEMELOR INTERNAȚIONALE DE CLASIFICARE ȘI GRADARE A GRÂULUI	21
CAPITOLUL 5 - DETERMINAREA CALITĂȚII LOTURILOR DE GRÂU	24
CAPITOLUL 6 - MODEL INFORMAȚIONAL DE STANDARDIZARE A CALITĂȚII GRÂULUI ...	36
CAPITOLUL 7 - CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI PERSPECTIVE DE CERCETARE.....	47
7.1 CONCLUZII GENERALE	47
7.2 CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI PERSPECTIVE DE CERCETARE	48
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ.....	50
DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII	53
Articole științifice publicate.....	53
Lucrări publicate, cărți:	55
Lucrări prezentate la conferințe internaționale:	55

INTRODUCERE

Grâul și produsele provenite din grâu, reprezintă sursa cea mai importantă de energie, fibre și micronutrienți din alimentația oamenilor.

Cu un rol major în evoluția și civilizația omenirii, prin cultivarea unor specii evoluat, grâul a devenit cea mai cultivată plantă din grupa cerealelor, iar mai târziu un pilon economic important al țărilor cu potențial de cultivare al acestei plante, dar și pentru țările importatoare.

Dezvoltarea agriculturii a constat atât în evoluția tehnologiilor de cultură și a automatizării utilajelor utilizate, cât și în utilizarea unui material semincer atent selecționat și dezvoltarea unor hibrizi adaptabili condițiilor pedoclimatice ale regiunii în care se înființează cultura.

Ample studii au fost efectuate cu privire la ameliorarea unor soiuri de grâu privind randamentul producțiilor, însă, în ultimele decenii, caracteristicile tehnologice și însușirile de calitate au devenit prioritare cercetătorilor din domeniul geneticii agricole.

Diversitatea produselor obținute din făină extrasă din grâu a făcut ca morarii să prefere anumite soiuri de grâu și să urmărească comportarea făinii în procesare și coacere sub aspectul însușirilor fizice, chimice și reologice.

Începând cu anii 1960, calitatea grâului a căpătat noi valențe în rândul fermierilor și în special al procesatorilor, fiind dezvoltate criteriile de evaluare a calității grâului privind cantitatea și calitatea proteinelor sub forma glutenului, încărcătură micologică și mai nou, cantitatea reziduală a metalelor grele și a substanțelor de protecție a plantelor utilizate în tehnologia de cultură.

Organizațiile internaționale și naționale de standardizare au dezvoltat metode și regulamente de determinare a calității grâului, precum și specificații de calitate care cuprind valorile optime ale indicatorilor fizico chimici analizați.

La nivel european există regulamente care vizează conținutul maxim admis al pesticidelor și al altor componente toxice care pot fi identificate în loturile de grâu și care prin prezența lor pot impacta negativ sănătatea consumatorului.

La nivelul multor țări cu suprafețe cultivate cu grâu, au fost dezvoltate sisteme proprii de evaluare și gradare a recoltelor obținute, condiționate, depozitate și comercializate, caracterul acestor norme fiind obligatoriu sau opțional, însă foarte util în generarea unei imagini calitative a recoltelor și stocurilor dintr-o anumită regiune, perioadă sau an agricol.

Neîndeplinirea unor condiții minime prevăzute de specificațiile de calitate ale grâului pentru consumul uman, atrage redirectionarea acestor loturi către producerea de furaje, dacă se încadrează în limitele prevăzute pentru acesta sau spre prelucrare în vederea obținerii de biocombustibili.

Contractele internaționale care vizează importul sau exportul de grâu au la baza acestei referințe minime de calitate, însă în funcție de proveniență și de utilizarea finală, acestea sunt amendate cu clauze specifice de calitate.

Alături de disponibilitatea cantitativă și a factorilor logistici, formarea prețului pe piața internațională a grâului se realizează și sub aspectul calitativ al grâului care face obiectul acestor contracte.

Variația acestor limite de calitate a grâului în contractele internaționale a constituit motivația principală în elaborarea tezei de doctorat intitulată **“Model informațional de standardizare a calității grâului în contractele internaționale”**, și a avut drept scop obținerea unui indice de calitate global al unui lot sau al unei partide de grâu care face obiectul unei tranzacții comerciale, care să permită o interpretare și o clasare rapidă în baza parametrilor de calitate analizați.

Tematică lucrării vine în contextul creșterii constante a tranzacțiilor comerciale cu cereale, România clasându-se în ultimii ani în topul producătorilor și exportatorilor de grâu din Europa.

Cercetările au fost efectuate în perioada 2018-2022 și au constatat în evaluarea calității a 25 de loturi de grâu, însumând 26.872 tone, care fac obiectul unui contract internațional, iar analizele au fost efectuate personal și prin asistență în cadrul unui laborator care îndeplinește cerințele standardului ISO 17025.

Rezultatele obținute au fost prelucrate cu ajutorul aplicației MatLab, plecând de la aprecierea obiectivă a experților în domeniul calității cerealelor și prin utilizarea funcțiilor de fuzzyficare și defuzificare.

Caracterul interdisciplinar al lucrării este evidențiat pe parcursul a celor 7 capitole și este susținut de 45 figuri și 84 tabele, care redau sintetic și ilustrativ rezultatele și procedura cercetării.

Capitolul 1 – Aspecte privind importanța culturii grâului, sintetizează informații și stadiul cunoașterii actuale privind importanța culturii în antichitate, formele ancestrale ale grâului comun de astăzi și etapele naturale de hibridizare ale *Triticum aestivum*, punând în evidență interesul omenirii asupra culturii de grâu prin caracteristicile fizico chimice ale părților componente care alcătuiesc structura bobului de grâu și importanța în alimentația umană prin aportul de vitamine, minerale, fibre și enzime, precum și însușirile fizice ale boabelor de grâu, utile în obținerea de făină, grîșuri sau dunturi și de interes utilizatorilor intermediari și finali.

Capitolul 2 - Evaluarea calității grâului cuprinde principalii parametri utilizați în evaluarea calității grâului, precum și metodele standardizate sau utilizate în practică. În această parte a lucrării sunt evidențiate și condițiile minimale impuse grâului destinat consumului uman și specificațiile aferente parametrilor pentru cadrarea în anumite categorii în funcție de utilizarea finală.

Capitolul 3 – Piața internațională a grâului reprezintă o analiză a producțiilor de grâu la nivel internațional în perioada 2017-2020 și identifică marii producători, importatori și exportatori la nivel global și cu precădere pe cei din Uniunea Europeană, acordând o atenție deosebită pieței grâului din România. În cadrul acestui capitol sunt prezentate și specificații de calitate utilizate în contractele internaționale.

Capitolul 4 - Studiul sistemelor internaționale de clasificare și gradare a grâului completează capitolul anterior care a avut în vedere componenta cantitativă și reliefează componenta calitativă, vizând principalele sisteme de gradare în evaluarea calității grâului comun destinat consumului uman la nivelul țărilor mari producătoare.

Capitolul 5 - Determinarea calității loturilor de grâu descrie procedurile și metodele utilizate în determinarea calității loturilor de grâu analizate și generează rezultatele în vederea elaborării modelului informațional propus.

Capitolul 6 - Model informațional de standardizare a calității grâului redă tehnicile, principiile și procedura de elaborare a modelului informațional și obținerea indicilor globali de calitate pentru loturile analizate.

Capitolul 7 - Concluzii generale. Contribuții originale și perspective de cercetare prezintă concluziile finale ale cercetărilor proprii și contribuția originală în elaborarea tezei, din acestea derivând potențiale direcții de cercetare în această tematică.

În finalul lucrării sunt menționate lucrările științifice și participările la conferințe din perioada stagiului de pregătire doctorală.

În redactarea lucrării s-au utilizat 197 referințe bibliografice, precum și expertiza a 20 de specialiști care au conferit grade de importanță a parametrilor de calitate determinați în prezenta cercetare în raport cu pretabilitatea utilizării finale a loturilor de grâu analizate, precum și corelarea obiectivă a rezultatelor obținute în urmă încercărilor efectuate asupra acestor loturi.

Teza a fost elaborată și redactată sub coordonarea prof. dr. Adrian Gheorghe Zugravu în calitate de conducător de doctorat și a comisiei de îndrumare cu următoarea componență: prof. univ. dr. ec. dr. ing. habil. Silvius STANCIU, prof. univ. dr. ec. Maria Magdalena Turek Rahoveanu și conf. dr. ing. Cristian Munteniță.

CAPITOLUL 1 – ASPECTE PRIVIND IMPORTANȚA CULTURII GRÂULUI

Grâul reprezintă în prezent una dintre cele mai importante culturi agricole din lume, fiind cultivat conform datelor FAO, pe suprafețe ce însumau peste 216 milioane hectare în anul 2019[1].

Conform cercetărilor arheologice, cultura grâului își are începuturile în perioada 8.000-10.000 î.Hr. în regiunea Asiei de Sud-Vest, denumită Semiluna Fertilă datorită solului fertil și a formei sale de semilună [2]. Semiluna Fertilă sau Cornul Abundenței ilustrată în Figura 1.1, cuprindea teritoriul dintre fluviile Tigru și Eufrat și se întindea din Egipt până în sud-estul Turciei cuprinzând zone din Iran, Irak și zona fluviului Nil.

Procesul denumit *domesticirea grâului* s-a realizat prin hibridizarea naturală, în timp, în două etape succesive.

Prima etapă este considerată hibridizarea spontană a speciei diploide *Triticum monococcum* ssp. *Boeoticum* (einkorn) cu alte specii de plante ierboase diploide din genul *Triticum* (cultivate sau sălbatice), rezultând varietăți tetraploide cum sunt *Triticum dicoccoides* (emmer) sau *Triticum turgidum* spp (grâul dur).

A doua etapă este reprezentată de încrucișarea spontană a varietăților de grâne tetraploide cu specia sălbatică *Aegilops squarrosa*, și obținerea varietăților hexaploide. Grupa hexaploida cuprinde cele mai multe specii cultivate și cu importanță economică, precum *Triticum aestivum* [4]



Figura 1.1 – Aspecte fizice ale varietăților de grâu diploid, tetraploid și hexaploid

Sedentarismul a fost o consecință a dezvoltării agriculturii, iar grâul de pâine a fost esențial pentru dezvoltarea civilizațiilor. A fost modelat și selectionat în mod repetat pentru a servi nevoilor umane și adaptat la diferite medii climatice, geografice și pedologice.

Grâul este principala sursă de nutriție pentru mulți oameni, în special pentru populația din țările în curs de dezvoltare, proteinele din grâu fiind printre cele mai consumate proteine dietetice din lume [5].

Triticum aestivum L. este o plantă anuală ce se caracterizează prin tulpina de tip pai, goală la interior pe toată lungimea, ce formează inflorescență de tip spic compus, aristat sau nearistat, aristele fiind orientate divergent și mai scurte comparativ cu lungimea spicului.

Din punct de vedere anatomic, lungimea și culoarea bobului de grâu depind de varietatea și soiul cultivat. Suprafața bobului este netedă pe fața dorsală, învelișul fiind zbârcit în zona de atașare în spic, peste locul unde este situat embrionul.

Pericarpul exterior este alcătuit din epidermă (epicarp), hipodermă și un strat cu resturi de celule cu pereți subțiri. Pericarpul intern cuprinde trei straturi de celule, diferențierea straturilor fiind definită de forma celulelor, respectiv turtite, late, oblice și tubulare, și sunt denumite epicarp, mezocarp, respectiv endocarp.

În secțiune de la exterior spre interior, după pericarp, se mai disting trei straturi, astfel: Stratul pigmentar sau învelișul seminal, stratul hialin și stratul aleuronic (figura 1.2).

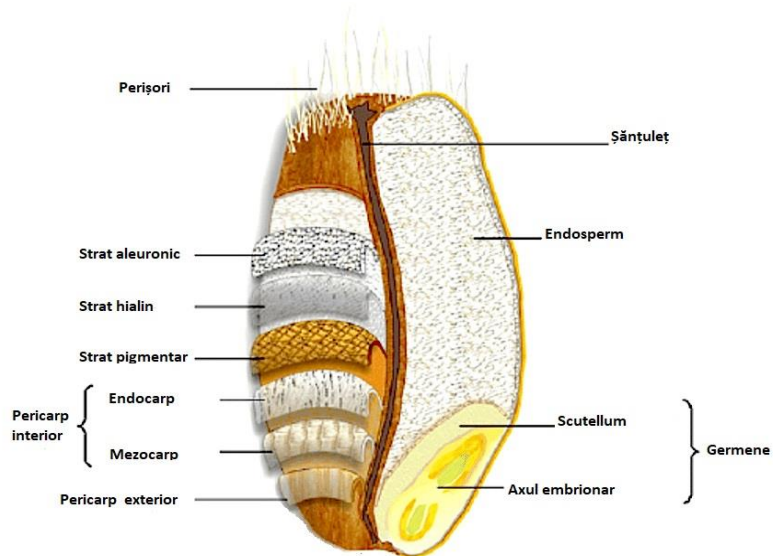


Figura 1.2 - Structura anatomică a bobului de grâu [6]

Endospermul are în compoziția sa, pe lângă amidon, substanțe minerale, celuloză, enzime, pentozani și vitamine.

Textura endospermică din grâu este cea mai importantă și definitorie caracteristică de calitate, deoarece facilitează clasificarea grâului și influențează calitatea măcinării, coacerii și utilizării finale [7].

Boabele de grâu au o compoziție chimică complexă. Toate substanțele care alcătuiesc compoziția chimică a bobului de grâu sunt împărțite în două grupe mari: organice și anorganice.

Substanțele organice includ proteine, acizi nucleici, carbohidrați, lipide, enzime, vitamine și pigmenți, iar substanțele anorganice includ mineralele și apa.

Carbohidrații, în principal amidonul (aproximativ 58%) și polizaharidele fără amidon (aproximativ 13%), reprezintă clasa predominantă de constituenți urmată de proteine

(aproximativ 11%). Lipidele (aproximativ 2%) și mineralele (aproximativ 2%) aparțin constituenților minori. Vitaminele și fitochimicalele apar în conținuturi foarte scăzute (< 0,1%), dar sunt importante datorită rolurilor biologice. Polizaharidele fără amidon (fibre dietetice) includ polizaharidele peretelui celular arabinoxilani, celuloză și β -glucani și în plus fructani și peptide.

Apa face parte din compoziția chimică a bobului de grâu în toate etapele de maturare, depozitare și procesare. Apa este o condiție prealabilă și un participant activ la toate reacțiile din bob.

Conținutul de proteină este format din albumine, globuline, prolamine și gluteline, fiecare dintre acestea putând forma structuri distincte ce pot fi separate prin procedee diferite.

Prolaminele și glutelinele formează masa proteică, denumită gluten, și se caracterizează fizic prin vâsco-elasticitate.

Amidonul reprezintă principalul carbohidrat din grâu și este sursa predominantă de carbohidrați pentru dietele umane, substrat pentru producerea de băuturi alcoolice, etanol (combustibil) prin fermentare [8] și materie primă pentru multe alte industrii. Amidonul constituie 60-70% din masa făinii de grâu.

Lipidele din grâu reprezintă 2–4% din greutatea boabelor întregi și 1–2,5% în făină, în urma măcinării. Chiar dacă lipidele sunt un element minor în grâu, ele joacă un rol important în amestecarea aluatului, procesul de coacere și acceptarea de către consumatori a produselor finite.

Enzimele sunt biocatalizatori de origine proteică care au rolul de a accelera procesele biochimice la nivel celular prin biosinteză și degradarea substanțelor din materia vie.

Bobul de grâu conține un număr mare de enzime, cele mai importante fiind: α -amilaza, β -amilaza, preoteazele, lipaza, fitaza, celulaza, lipoxigenaza, tirozinaza [9].

Substanțele minerale sunt distribuite în proporții diferite și neuniform în părțile componente ale bobului. Endospermul conține cantități reduse de aproximativ 0,3% în zona centrală, crescând către periferie la 0,48%.

Straturile exterioare care, de regulă, sunt îndepărtate în timpul măcinării sub formă de tărâțe, sunt bogate în substanțe minerale.

Vitaminele sunt compusi biologici activi care se regăsesc în componența alimentelor, cu rol esențial în susținerea funcțiilor organismului uman și animal și sunt sintetizați în cantități insuficiente de către organism. Principalele vitamine prezente în boabele de grâu sunt vitamina A, complexul de vitamine B și vitamina E.

Complexul de vitamine B cuprinde opt componente și anume: tiamină (vitamina B1), riboflavină (vitamina B2), niacină (vitamina B3), acid pantotenic (vitamina B5), piridoxină (vitamina B6), biotină (vitamina B7), acid folic (vitamina B9) și cianocobalamină (vitamina B12), care joacă roluri importante în metabolismul glucidelor, proteinelor și grăsimilor.

Literatura de specialitate a acordat o atenție sporită și însușirilor fizice ale masei de semințe, ținând cont de necesitatea eficientizării proceselor de recoltare, transport, condiționare, uscare și depozitare, identificând aspecte importante care influențează aceste procese, precum friabilitatea, dimensiunile geometrice ale bobului, masa specifică a boabelor, masa a 1000 de boabe, volumul a 1000 de boabe, termoconductibilitatea boabelor, autosortarea masei de boabe, higroscopicitatea boabelor, spațiul intergranular al masei de boabe, porozitatea și densitatea masei de boabe, sticlozitatea boabelor, duritatea boabelor.

CAPITOLUL 2- EVALUAREA CALITĂȚII GRÂULUI

Calitatea grâului este un termen complex și folosit pe scară largă cu scopul de a descrie capacitatea și potențialul general al grâului de a fi utilizat într-o mare varietate de produse finite prin măcinarea și obținerea unor făinuri calitative pentru producția pâinii și a produselor derivate din panificație și patiserie, grișuri, precum și utilizarea în diferite procese din industriile extractive, fermentative sau în ramurile zootehniei.

Principali factori determinanți ai calității grâului sunt textura endospermă (duritatea bobului), conținutul de proteine și concentrația glutenului. Textura endospermică din grâu este singura și cea mai importantă caracteristică de calitate și definitorie, deoarece facilitează clasificarea grâului și influențează calitatea măcinării, coacerii și utilizării finale.[7]

Eșantionarea reprezintă prima etapa de evaluare a calității unui lot de grâu și se realizează atât pentru cerealele aflate în mișcare, precum și pentru loturile de cereale staționare sau în unități ambalate (saci). Sunt considerate produse statice, cantitățile de grâu care se află în semiremorci, camioane, vagoane, nave, barje, silozuri, magazii sau șoproane.

Eșantionarea (prelevarea) reprezintă operația care constă în prelevarea și constituirea unui eșantion în vederea determinării calității prin analizarea parametrilor urmăriți. Eșantionul trebuie să fie cât mai reprezentativ pentru lotul eșantionat.

În funcție de dimensiunea lotului, standardul SR EN ISO 24333, prevede masa eșantionului elementar, numărul minim de eșantioane elementare, masa minimă a probei de laborator și limitează dimensiunea maximă a lotului la 1500 tone.[10]

După operația de eșantionare și obținerea unui eșantion reprezentativ, se determină caracteristicile organoleptice și sanitare.

Caracteristicile organoleptice constau în aspect, culoare, miros și gust. Determinarea caracteristicilor organoleptice ale boabelor de grâu reprezintă examinarea prin intermediul organelor de simț ale personalului calificat.

Standardul internațional ISO 7971 – Grâu comun. Specificații, stabilește condițiile organoleptice ale boabelor de grâu și prevede ca masa de boabe supusă evaluării să fie liberă curgătoare, fără miros și gust străin care să indice o schimbare în masa de produs (mucegăire, încingere), cu aspect normal și de culoare caracteristică.[11]

În România, standardul STAS 6253 descrie metodele practice de determinare a indicatorilor senzoriali.

Determinarea prezenței insectelor vii în masa de boabe constituie o etapă prioritară de evaluare a calității și joacă un rol decisiv în stabilirea circuitului de recepție, depozitare și procesare.

Standardul SR ISO 6639, descrie două tipuri de metode a infestării ascunse, respectiv metode rapide și metode de referință. Utilizarea razelor X, flotarea, determinarea dioxidului de carbon și a ninhidrinei, dar și metoda acustică, constituie metode rapide de identificare a infestării ascunse [12].

Umiditatea cerealelor, implicit a grâului, reprezintă cantitatea de apă existentă în boabe și constituie un parametru important în stabilirea calității grâului, atât pentru grâul destinat păstrării, cât și pentru grâul destinat procesării sau însămânțării. Conținutul ridicat de umiditate

scade rezistența la păstrare, intensificând procesele de respirație și transpirație a semințelor cu degajare de mari cantități de dioxid de carbon și căldură. Neluarea la timp a măsurilor de reducere a umidității prin uscare, duce la deprecierea produselor prin autoîncingere, mucegăire și alterare. [13]

Determinarea umidității are ca scop stabilirea conținutului de umiditate în momentul prelevării eșantionului de laborator și luarea măsurilor care se impun pentru loturile ce urmează a fi recoltate, condiționate (tarare sau uscare), depozitate, procesate sau comercializate.

Metoda de referință aplicabilă determinării conținutului de umiditate este descrisă în standardul SR EN 712:2010 – Cereale și produse din cereale. Determinarea umidității. Metoda de referință și are la baza uscarea în etuvă a unei probe de lucru la o temperatură cuprinsă între 130-133^o C, timp de 120 min.[14]

Masa hectolitrică sau greutatea hectolitrică reprezintă cantitatea de boabe care poate disloca un volum 0,1 m³, echivalent cu capacitatea de 100 de litri.

Parametrul reprezintă o marime volumetrică fiind exprimată în kg/hl. Determinarea acestui parametru este important pentru depozitarea grâului în calculul aprecierii cantității depozitate, pentru estimarea stocurilor, dar și pentru procesatori, în special morarii, care obțin un randament mai bun de extragere a făinii din grâul cu masa hectolitrică mai mare.

Valorile minime prevăzute în specificațiile de calitate ale grâului comun pentru parametrul masa hectolitrică se situează între min. 70 kg/hl [11], conform ISO 7971-1 și min 73 kg/hl [15] conform SR EN 13548:2013.

Grâul este principala sursă de nutriție pentru mulți oameni, în special pentru cei care trăiesc în țările în curs de dezvoltare, iar proteinele din grâu sunt printre cele mai consumate proteine dietetice din lume.[5]

Volumul pâinii crește, în general, odată cu creșterea conținutului de proteine și este influențat semnificativ de conținutul și compoziția proteinelor din boabele de grâu.[16]

Proteina din grâu este împărțită în fracțiuni de gluten și non-gluten, iar calitatea procesării grâului depinde în principal de fracțiunile de gluten.[17]

Metoda de referință privind determinarea conținutului de proteină din grâu se realizează conform standardul internațional ISO 20483 și are la baza mineralizarea (digestia) probei cu acid sulfuric concentrat, prin utilizarea unui catalizator, distilare și titrare a azotului eliberat sub formă de amoniac.[18]

În urma revizuirii literaturii de specialitate din jurnalele de știință alimentară și de nutriție, glutenul de grâu a fost izolat prima dată în 1728 de către Jacopo Beccari, profesor de chimie la Universitatea din Bologna [19] și este considerat principala proteină a boabelor de grâu.

Glutenul oferă extensibilitatea și elasticitatea aluatului, caracteristici esențiale pentru diferite produse finale din grâu. Legăturile disulfidice se formează între reziduurile de cisteină, care reprezintă bazele chimice pentru proprietățile fizice ale aluatului.[17]

Pentru un procent relativ mic din populația umană proteinele din boabe de grâu pot provoca o serie de boli grave, inclusiv boala celiacă. Metodele de detectare a proteinelor din gluten sunt avansate, sporind siguranța pacienților.

Determinarea conținutului de gluten este reglementat la nivel internațional prin standardul ISO 21415 care descrie metodele de stabilire a conținutului de gluten din grâu, precum și din făină.

Pe lângă stabilirea conținutului de gluten prin metodele indicate de standarde se pot determina suplimentar teste în vederea stabilirii calității și proceselor fizice de la nivelul glutenului, precum indicele de deformare al glutenului, indicele glutenic și gluten indexul.

Indicele de deformare reflectă activitatea proteolitică de grâu și este proporțională cu activitatea enzimatică. Valorile optime pentru parametrul indicele de deformare al glutenului sunt între 6 mm și 13 mm [20], iar valoarea maximă admisă în specificația europeană de calitate a grâului este de 15 mm.

Indicele glutenic se determină prin utilizarea unei formule de calcul care include valoarea obținută a conținutului de gluten și valoarea indicelui de deformare al glutenului.

Din grâul de categoria I se poate extrage făina pentru produse de panificație curentă, iar cu cât valoarea indicatorului este mai mare se pot obține produse de patiserie și de panificație superioară.

Făina din grâul de categorie II se pretează panificației, însă poate necesita aditivare, iar grâul clasat în categoria III nu este destinat panificației.

Gluten indexul este un test introdus recent ca o metodă mai rapidă de măsurare a calității procesării grâului în comparație cu metodele instrumentale clasice, cum ar fi un mixograf și un farinograf. Este, de asemenea, un criteriu care clasează calitatea glutenului în slabă, normală sau puternică. Testul indicelui glutenului a câștigat o largă acceptare ca metodă de determinare a concentrației glutenului și este utilizat în specificațiile comerțului internațional. [21]

Metoda este aplicabilă boabelor grâu și făinii de grâu, iar principiul metodei se bazează pe glutenul separat prin echipamentul glutomatic prin centrifugare eliminând glutenul umed printr-o sită special construită în condiții standardizate.

Procentul de gluten umed rămas pe sită după centrifugare este definit ca gluten index. Dacă glutenul este foarte slab, tot glutenul poate trece prin sită, iar index glutenul este 0. Când nu trece nimic prin sită, indicele este 100.[22]

Gluten indexul nu este un criteriu predictiv pentru calitatea grâului, însă este considerat un indicator de calitate al grâului pentru panificație.

Conținutul de impurități din masa de produs afectează negativ calitatea grâului și pune în pericol securitatea alimentară. Acestea ajung în masa de boabe în principal în timpul procesului operațional al combinei de recoltat, dar pot fi influențate și de condițiile din cultură.

Categoria impurităților este definită de către standardul SR ISO 5527 - Cereale. Terminologie, ca totalitatea componentelor care în mod convențional sunt considerate nedorite într-un lot de produs [23], respectiv grâu, iar standardul SR EN 15587:2019 precizează că sunt considerate impurități și toate boabele care nu sunt întregi și care nu au un aspect și o stare sănătoasă și specifică produsului [24].

La nivel internațional, limitele și metoda de referință de stabilire a conținutului de impurități, precum și definirea subcategoriilor care compun acest indicator de calitate al grâului sunt precizate în standardul internațional ISO 7970 și redate în tabelul 2.1.

Tabel 2.1 Specificația ISO 7970 privind conținutul de impurități din grâu [11]

Categorii impurități	Nivel maxim admis, %, fracțiune în masă
Boabe sparte	7,0
Boabe cu valoare scăzută (boabe care nu sunt complet dezvoltate sau cu decolorarea germenului)	12,0
Boabe atacate de dăunători	2,0
Boabe cu un anumit grad de decolorare la suprafața care ar fi putut fi cauzată de microorganisme sau boabe încinse sau arse	1
Alte cereale	3
Corpuri străine	2
Corpuri străine anorganice	0,5
Corpuri străine toxice	0,5
Semințe toxice, pentru fiecare dintre semințele toxice	0,05
Ergot	0,05

Impuritățile din grâu nu sunt doar un factor important care afectează producția totală de cereale, ci și un indicator important pentru măsurarea calității combinelor de recoltat și intervenirea la timp asupra reglajelor. Ca aceste impurități să poată fi reduse, recunoașterea și testarea impurităților din grâu sunt cruciale.[25]

În România, metoda oficială de determinare a conținutului de impurități din grâu este redată în standardul european SR EN 15587:2019, iar în standardul SR EN 13548:2013 - Grâu. Specificatii; sunt stipulate limitele fiecărui indicator din categoria impurităților totale, conform datelor prezentate în tabelul 2.2.

Tabel 2.2 Componentele și limitele categoriei de impurități prevăzute de SR EN 13548:2013 [15]

Nr. crt.	Impurități	Limite maxime, %
1	Impurități totale, compuse din:	12,0
1.1	Boabe sparte	5,0
1.2	Boabe cu defecte, din care:	7,0
1.2.1	Alte cereale	1,0
1.2.2	Boabe cu tegumentul de culoare modificată sau arse	0,5
1.3	Boabe încolțite	0,5
1.4	Impurități diverse	2,0
1.4.1	Semințele altor plante de cultură, cu excepția altor cereale și semințe de buruieni	3,0
1.4.2	Semințe toxice	0,1
1.4.3	Boabe alterate, inclusiv atacate de Fusarium	1
1.4.3.1	Boabe arse-încinse,	0,05
1.4.3.2	Boabe atacate de Fusarium	1
1.4.4	Corpuri străine	1,0
1.4.5	Cornul secarei	0,05
1.4.6	Boabe cu mălură	0,1

Conținutul total de impurități se determină prin însumarea procentelor obținute în urma identificării cantitative a următoarelor subcategorii: Boabe sparte, Boabe cu defecte, Boabe încolțite și impurități diverse.

În conținutul impurităților totale, o atenție deosebită se acordă conținutului de semințe toxice și dăunătoare, a boabelor afectate de mălură și a prezenței ergotului.

Indicele de cădere (FN) din grâu este un predictor important al calității și are un impact economic semnificativ. Un indice de cădere mai scăzut este asociat cu o activitate mai mare a α -amilazei și o calitate mai slabă a utilizării finale a grâului.[26]

Hagberg (1961) și Perten (1964) au dezvoltat un test simplu și rapid pentru determinarea activității α -amilazei folosind ca substrat făina din grâu. Această metodă a fost standardizată la nivel internațional și este utilizat pe scară largă în clasificarea cerealelor și controlul calității la fabricarea pâinii. Metoda poartă numele de indice de cădere (HFN).

Indicele de cădere (FN), este utilizat în mod obișnuit în gradarea semințelor și în contractele comerciale pentru a deduce caracteristicile de prelucrare și calitatea utilizării finale a grâului.

Valoarea optimă pentru acest indicator este de minim 220 de secunde [15], fiind stabilită la nivel european de SR EN 13548:2013- Grâu comun. Specificații. Metoda de referință este descrisă în SR EN ISO 3093.

Analiza reologică a aluaturilor oferă o imagine importantă asupra comportamentului făinii în faza de aluat în diferite etape ale procesului tehnologic de obținere a produselor de panificație și patiserie.

Proprietățile reologice se referă la evaluarea comportării în timpul deformării a aluatului obținut prin amestecarea făinii cu apa sărată. Principiul constă în supunerea unui disc de aluat sub un jet constant de aer; în primele momente aluatul rezistă la presiune, apoi în funcție de extensibilitatea sa, se umflă sub forma unei bule și se rupe. Această evoluție se măsoară și se înregistrează sub forma unei curbe denumite alveogramă. [27]

În prezent pentru determinarea proprietăților alveografice se utilizează alveograful Chopin, iar metoda este standardizată indexată sub referința SR EN ISO 27971 și cuprinde și metoda experimentală de măcinare.

Principiul metodei care stă la baza încercării alveografice se bazează pe măsurarea rezistenței la întinderea biaxială, sub presiunea aerului, a unei foi de aluat preparată în condiții standard[27].

Micotoxinele reprezintă o potențială amenințare pentru sănătatea cerealelor, inclusiv la grâu. În Uniunea Europeană (UE), nivelurile maxime de micotoxine sunt stabilite pentru materiile prime din cereale și produsele alimentare finale pentru grâu și produse pe bază de grâu. Limita maxima în cazul grâului este de 1750 $\mu\text{g}/\text{kg}$. [28]

Dintre cele patru micotoxine reglementate în alimentele pe bază de grâu din UE deoxinivalenolul (DON), zearalenona, aflatoxina și ochratoxina, cele mai multe date sunt disponibile pentru DON, în timp ce aflatoxinele au fost rareori studiate în procesarea grâului.

Deoxinivalenolul este micotoxina asociată în special grâului și este produs în principal de specii *Fusarium spp*, precum *Fusarium graminearum* și *Fusarium culmorum*.

Datorită importanței grâului în alimentația populației, determinarea nivelului de plumb, cadmiu, arsenic și mercur, precum și a altor metale grele a devenit o prioritate și o formă de evaluare a calității grâului.

Prezența metalelor grele în boabele de grâu este influențată de valoarea pH-ului solului. Calitatea solului este direct influențată de calitatea apei. Deversările netratate din apele industriale, menajere și pluviale afectează semnificativ calitatea apei pentru irigații atât pe termen scurt, cât și pe termen lung.[29]

Metoda de determinare a metalelor grele din cereale, inclusiv grâu, are la bază spectrofotometria de absorbție atomică [30], iar modul de lucru este reglementat prin standardele specifice produselor alimentare.

Produsele chimice, precum fertilizantii, erbicidele, regulatorii de creștere și insecticidele, utilizate în agricultură în diferite etape ale tehnologiei de cultură, dar și după recoltare în vederea conservării și depozitării corespunzătoare, poartă denumirea de pesticide.

Utilizarea excesivă și neprofesionistă, în doze și perioade nerecomandate conduce la identificarea acestora în semințe sub formă de reziduuri.

Termenul de reziduuri cuprinde produșii de reacție, de transformare sau degradare, metaboliții, dar și alte componente impure cu impact toxicologic.

Literatura de specialitate evidențiază peste 800 de substanțe active care se regăsesc în compoziția chimică a pesticidelor, formând astfel peste 100 de clase chimice.

Regulamentul (CE) nr. 396/2005 al Parlamentului European și al Consiliului privind conținuturile maxime aplicabile reziduurilor de pesticide din sau de pe produse alimentare și hrana de origine vegetală și furaje, stabilește, în acord cu liniile directoare generale enunțate în Regulamentul (CE) nr. 178/2002, lista substanțelor active pentru care nu sunt stabilite niveluri maxime admise, dar și planurile de control comunitare, naționale și obligații ale laboratoarelor care execută astfel de încercări.

Reziduurile de pesticide ale grâului care depășesc limitele stabilite în diferite măsuri au un impact sever asupra sănătății oamenilor [31].

În ultimele decenii metodele și aparatele rapide de determinare a calității grâului au devenit adoptate pe scară largă pentru determinarea conținutului de umiditate, masa hectolitrică și proteina, în general, dar și pentru monitorizarea continuă a calității stocurilor.

Analizoarele se bazează pe tehnologia de transmisie în infraroșu apropiat (NIR), care pot fi utilizate pentru determinarea simultană și precisă a mai multor parametri, cum ar fi umiditatea, conținutul de proteină, conținutul de gluten, conținutul de grăsimi, dar și masa hectolitrică.

Granomatul este frecvent întâlnit în toate punctele de recepție, însă nu oferă informații despre conținutul de proteină. Analizorul tip Granolyser și analizatorul tip FOSS, sunt echipamente utilizate pe scară largă în ultimii ani și oferă informații mai complexe.

Un studiu comparativ privind precizia dintre metodele de determinare a proteinei, respectiv metoda Kjeldahl, metoda Dumas și tehnica NIR a relevat rata erorii de precizie sub 2% pentru metoda Kjeldahl, în timp ce rata erorii de precizie pentru metoda Dumas a variat într-un interval de 2-4%. Metoda NIR s-a dovedit cea mai rapidă în determinarea conținutului de proteine; cu toate acestea, rata erorii variază între 3% și 6%. Metoda Kjeldahl, datorită preciziei sale ridicate și a valorilor foarte mici ale intervalelor de variație, au făcut din aceasta, metoda majoră pentru estimarea proteinelor din alimente.

CAPITOLUL 3 – PIAȚA INTERNAȚIONALĂ A GRÂULUI

Comerțul internațional reprezintă un beneficiu al globalizării economice transpus prin oportunitate, astfel încât oferta variată de bunuri și servicii dezvoltă și încurajează o piață concurențială corectă și stabilește un preț corect raportat la calitate.

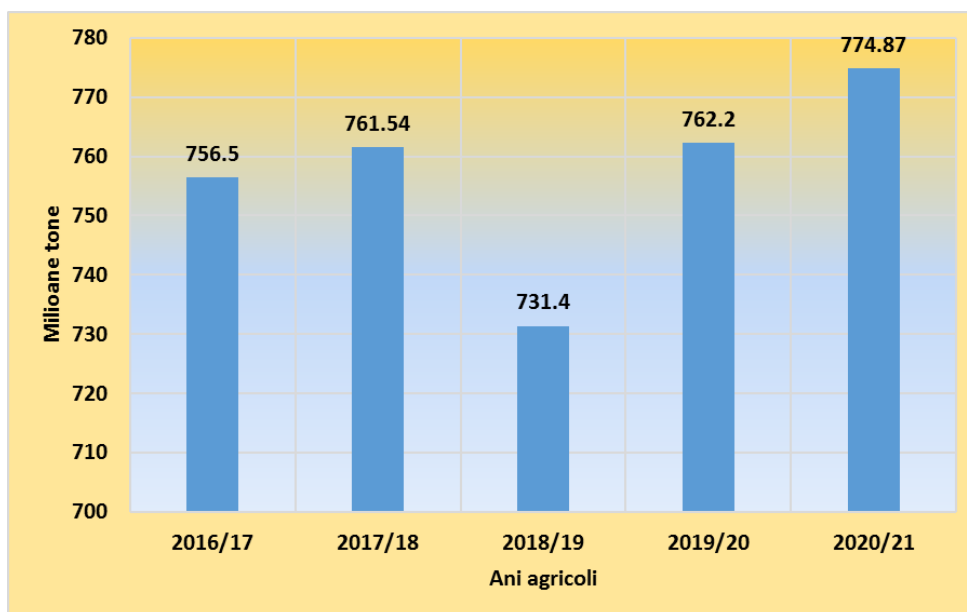
Comerțul internațional cu grâu este mai mare decât toate celelalte culturi la un loc, în ciuda faptului că ocupă locul al doilea după porumb din punct de vedere al suprafețelor cultivate.

Piața internațională a grâului nu depinde numai de producțiile agricole obținute, ci și de consumul grâului la nivel global.

Conform datelor disponibile și publicate de FAO, media producțiilor de grâu la nivel mondial în perioada 2016-2021, a fost de 757,3 milioane de tone.

Analizând figura 3.1 în care sunt redată producțiile globale de grâu în perioada 2016/17-2020/21, se poate observa ca în anul agricol 2020/21 producția globală de grâu a depășit producția anului anterior cu peste 10 milioane de tone, iar față de anul 2018/2019 cu aproximativ 42 milioane de tone, fiind cantitatea cea mai ridicată din intervalul analizat.

Figura 3.1 – Producțiile globale de grâu în perioada 2016/17-2020/21 [32]



Principalele țări producătoare de grâu sunt India, China, Rusia, Statele Unite ale Americii, Canada, Argentina și Australia.

Alături de UE și țările mari producătoare de grâu, producții însemnate sunt obținute și în Ucraina, Pakistan, Turcia, Argentina, Iran, Australia și Kazahstan.

În tabelul 3.1 sunt prezentate producțiile cantitative pentru principalii producători, și se poate observa că însumarea cantităților reprezintă aproximativ 85 % din producția mondială de grâu.

Tabel 3.1 - Principali producători mondiali de grâu [33][34][35][32][36]

Producători	Ani agricoli / milioane tone				
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
UE	143,14	129,3	148,38	129,04	131*
China	134,25	134,33	131,43	133,59	134,25
India	87,00	98,51	99,81	103,60	107,59
Rusia	72,53	85,17	71,69	73,61	85,30
SUA	62,83	47,38	51,31	52,58	49,69
Canada	32,14	30,38	32,35	32,67	35,18
Ucraina	26,79	26,98	25,06	29,17	25,50
Pakistan	25,63	26,60	25,10	24,30	25,70
Turcia	17,25	21,00	19,00	17,50	18,21
Argentina	18,40	18,50	19,50	19,78	17,50
Iran	14,50	14,00	14,50	16,80	16,75
Australia	31,82	20,94	17,60	15,20	30,00
Kazahstan	14,99	14,80	13,95	11,50	12,50
Total, mil. to	682,52	689,72	657,86	684,81	693,97
Pondere în producția globală,%	90,2	90,5	89,9	89,8	89,5
Producție globală, mil. to	756,50	761,54	731,40	762,20	774,87

Uniunea Europeană prin cele 28 de state până în anul 2021, ocupă constant primele locuri în topul producătorilor mondiali de grâu.

La nivel european, Franța alături de Germania, Marea Britanie, Polonia și România sunt principalii producători de grâu.

Franța înregistrează producții în mod frecvent de peste 25 milioane de tone pe an, în timp ce Germania depășește constant cantități de 20 de milioane de tone pe an, luând în analiză perioada 2017/17-2020/21.

Variațiile cantitative sunt influențate în principal de nivelul scăzut al precipitațiilor și de rotirea culturilor, prin diminuarea sau creșterea suprafețelor agricole cultivate cu grâu. În cantitățile raportate și redate în tabelul 3.2, nu sunt asociate producțiile de grâu durum. Analizând producția Germaniei și a României din anul 2018/19 comparativ cu cea din 2019/20 se constată o scădere de aproximativ 25 % în Germania și aproximativ 30% în România, față de intervalul anterior.

În raport cu producția globală, Uniunea Europeană are o pondere constantă și alternează în intervalul analizat cu China, jucând astfel un rol important în piața internațională a grâului și în asigurarea necesarului de hrană pentru țările în curs de dezvoltare sau care nu dețin cadrul natural pentru a-și asigura necesarul de grâu.

Tabel 3.2 - Producțiile de grâu din principalele țări producătoare de grâu din UE [32][37][36]

Țări	Ani agricoli / milioane tone				
	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Germania	24,31	20,13	22,91	21,99	21,25
Franța	36,56	34,05	39,52	29,18	35,46
Polonia	11,67	9,82	11,01	12,67	12,12
România	10,01	10,12	10,28	6,38	11,35
Spania	3,77	6,71	5,10	7,03	7,56
Ungaria	5,09	5,05	5,22	5,00	5,16
Cehia	4,72	4,42	4,81	4,90	4,96
Bulgaria	6,09	5,77	6,12	4,68	7,07
Marea Britanie	14,83	13,55	16,22	10,13	*
Total	117,05	109,62	121,19	101,96	104,93
Total UE	143,14	129,3	148,38	129,04	131*

*Începând cu 1 ianuarie 2021, Marea Britanie s-a retras din Uniunea Europeană, iar producția de grâu obținută în anul 2020/21 nu a fost însumată în producția totală de grâu a UE.

În ultimele două decenii cota SUA în comerțul internațional al grâului a scăzut cu aproximativ 12 %. Între 2001 și 2005, ponderea SUA din exporturile globale de grâu a fost în medie de 25 la sută, iar pentru anul agricol 2020-2021, cota SUA a scăzut la aproximativ 13%[38]. Acest deficit a fost acoperit Uniunea Europeană și Rusia. În ultimii ani, regiunea Mării Negre a devenit punctul de interes major al comerțului cu cereale și îndeosebi cu grâu și porumb.

În tabelul 3.3 sunt redată volumele de grâu exportate de entitățile mari producătoare, generând o imagine de ansamblu a pieței internaționale a grâului.

Din tabloul marilor exportatori lipsesc țări precum China, India sau Iran, însă acest lucru este motivat de componenta demografică.

Tabel 3.3 - Principali exportatori de grâu[32][36]

Producători	Ani agricoli/ milioane tone				
	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Rusia	27,82	41,45	35,86	34,40	39,00
UE	27,44	23,38	23,31	38,40	26,50
SUA	29,32	23,23	26,09	26,30	27,00
Canada	20,30	22,02	24,45	23,40	26,50
Ucraina	18,11	17,78	16,02	21,00	17,50
Argentina	12,28	14,00	12,68	16,61	12,00
Australia	22,06	15,51	9,84	10,12	18,00
Turcia	6,32	6,39	6,31	6,21	6,70
Kazahstan	7,26	8,52	8,78	6,89	7,00

La nivelul Uniunii Europene, conform datelor puse la dispoziție de Comisia Europeană, volumul mediu importat de grâu în intervalul analizat (2016/17-2020/21) este de 3 milioane de tone [37].

Comerțul internațional cu grâu vizează atât componenta cantitativă cât și pe cea calitativă, ambele acționând asupra formării prețului.

Disponibilitatea stocurilor, facilitățile logistice și geomaritime, oferă țărilor din regiunea Mării Negre avantajul de a accesa facil piețele din Orient Apropiat și Mijlociu.

Rusia, Ucraina, România, Bulgaria și Kazahstan au devenit astfel principalii exportatori de grâu pentru țări precum Egipt, Liban, Iordania, Vietnam și Israel.

În cadrul Uniunii Europene, România este principalul exportator de porumb și ocupă locul al doilea în ultimii ani după Franța la exportul de grâu.

Comerțul cu grâu al statelor Uniunii Europene și din vecinătatea Mării Negre cu Egiptul s-a dezvoltat în ultimii ani, România alături de Rusia, Ucraina și Franța fiind furnizori constant de grâu.

Achiziția de grâu în Egipt se realizează prin intermediul Autorității Generale pentru Furnizarea de Mărfuri (GASC).

Licitații pentru asigurarea necesarului de grâu sunt frecvent postate pe site-urile ministerelor de resort din Iordania, Liban și Israel.

Contractele de vânzare prevăd clauze asupra termenilor și condițiilor de livrare, asigurărilor, prețului și calității, însă în mod frecvent sunt utilizate contracte tip GAFTA.

În comerțul internațional cu cereale, contractele tip GAFTA sunt utilizate în aproximativ 80 % din tranzacții. La baza acestor contracte stau clauze atât de natură tehnică, cât și de natură juridică. Utilizarea contractelor de acest tip presupune acceptarea regulilor stabilite de asociație care reglementează în mod strict metodologia de arbitraj, mediere și de determinare a cantității și calității.

Specificația de calitate a grâului importat în Egipt prin GASC este considerată cea mai riguroasă și complexă clauză contractuală. Are la baza ca metode de determinare a calității prevederile standardelor ISO, însă limitele parametrilor subliniază interesul pentru achiziția unui grâu de o calitate superioară.

Analizând cerințele de calitate impuse de Egipt, se desprinde recunoașterea calității superioare a producțiilor din România, Ucraina și Rusia, prin limita impusă conținutului de proteină în importul grâului din aceste țări.

Specificațiile de calitate ale principalilor importatori de grâu din bazinul Mării Negre, respectiv Egipt, Iordania, Liban și Israel, prevăd în detaliu condiții ce țin de aspectul și proprietățile fizico chimice ale masei de grâu și nu manifestă un interes asupra proprietăților alveografice și de comportare a făinii în producție.

CAPITOLUL 4 - STUDIUL SISTEMELOR INTERNAȚIONALE DE CLASIFICARE ȘI GRADARE A GRÂULUI

Grâul, împreună cu alte cereale și semințe oleaginoase sunt supuse unor evaluări calitative la recepția acestora în depozite, în vederea stabilirii gradului sau clasei de calitate.

Operațiile de gradare sau clasare a semințelor la recepție se realizează în baza standardelor oficiale naționale sau în baza unor norme internaționale.

Procedura de gradare are un rol important în cunoașterea pieței cerealelor și a calității acestora la nivelul unei țări.

Gradele se alocă în baza determinărilor calitative și clasifică semințele pe grupe, fiecare grupă sau grad fiind definit de limite ale condițiilor de calitate.

O grupă sau un grad cuprinde loturi de semințe cu caracteristici de calitate similare, dar nu în mod obligatoriu identice.

Sistemele de gradare constituie instrumente fundamentale menite să asigure o transparență a pieței cerealelor, promovând calitatea productivității și o imagine de ansamblu asupra potențialului agricol al unei țări.

În majoritatea țărilor care au implementat un sistem de gradare, s-au dezvoltat proceduri specifice de evaluare a calității, în toate punctele de recepție și livrare, iar acestea nu se referă doar la determinarea indicilor de calitate, ci și la condițiile de stocare și eliberarea certificatelor de depozit.

Amestecarea unor loturi de același produs, dar cu calități diferite, pot influența negativ calitatea amestecului.

La nivelul SUA funcționează organismul de Inspecție oficială a cerealelor (Federal Grain Inspection Service – FGIS) aflat în subordinea Departamentului de Agricultură (USDA).

Rolul FGIS este de a facilita comercializarea cerealelor din SUA. prin stabilirea standardelor pentru evaluarea calității, reglementarea practicilor de manipulare și gestionarea unei rețele de laboratoare de stat și private care să ofere servicii imparțiale de inspecție și de evaluare a calității.

Planul oficial de gradare al grâului al SUA cuprinde 5 clase numerotate de la 1 la 5, gradul 1 reprezentând clasa cea mai înaltă în calitate, iar gradul numărul 5 cuprinde loturile cu calitatea cea mai scăzută. [39].

Factorii de gradare se referă valoarea masei hectolitrică și a conținutului de impurități cu subcategoriile prevăzute de ISO 7970.

Rusia a devenit un important exportator de grâu de la începutul anilor 2000 și astăzi deține cote de piață ridicate în mai multe țări importatoare de grâu din regiunea Orientului Mijlociu și din Africa de Nord. Acest lucru a ridicat îngrijorarea cu privire la faptul că Rusia ar putea abuza de poziția sa dominantă pe piață prin stabilirea unor prețuri peste costul marginal. [40]

Sistemul de calitate al grâului din Rusia are la baza referințele standardelor naționale, GOST, clasificând astfel grâul în cinci clase.

Conform criteriilor de alocare a claselor de calitate redate în tabelul 4.1 se poate concluziona ca indicatorii cu relevanță majoră în stabilirea calității sunt conținutul de proteină și conținutul de gluten. Clasele IV și V pot fi considerate clase specifice grâului furajer.

Tabel 4.1 - Planul de gradare al grâului în Rusia [41]

Indicator	CLASE DE CALITATE				
	I	II	III	IV	V
Condiție	Liber curgător, fără aglomerări				
Miros și aspect	Specific grâului sănătos, fără mirosuri de mușegai sau miros specific germinării, fără mirosuri străine				
Conținut de proteină raportată la substanța uscată, minim %	14,5	13,5	12,0	10,0	Nu se normează
Conținut de gluten, minim %	32,0	28,0	23,0	18,0	Nu se normează
Indice de cădere, minim, sec	200		150	80	Nu se normează
Masa hectolitrică, minim, kg/hl	75		73	71	Nu se normează
Umiditate, maxim, %	14				
Impurități, minim, %	2,0			5,0	
Alte cereale, maxim, %	5,0			15,0	

În Franța, începând cu 1 iulie 2015, a fost implementată ultima clasificare a grâului comun cu aplicare voluntară de către părțile implicate în lanțul comercial, în scopul creșterii nivelului proteic al grâului francez.

Acordul voluntar

În funcție de conținutul de proteină se disting 4 grade de calitate ale grâului, astfel:

- Gradul Premium – cu un conținut de proteină de minim 11,5 %;
- Gradul Superior - cu un conținut de proteină de minim 11% conținut;
- Gradul Medium – cu un conținut de proteină de minim 10,5 %;
- Gradul Access – conținutul de proteină este specificat în contract, iar forța de panificație (W), masa hectolitrică și indicele de cădere nu sunt limitate.

În România, procedura de gradare este reglementată prin ordin al Ministerului Agriculturii și a devenit obligatorie începând cu anul 2003, operația de gradare realizându-se la toate punctele de recepție.

Metodele, normele și procedurile sunt elaborate în baza standardelor internaționale, europene și naționale, a regulamentelor europene, precum și a unor norme în vigoare și compun Manualul de gradare care se aprobă prin ordin al Ministerului Agriculturii.

În țara noastră, grâului comun îi sunt alocate trei clase de calitate, iar valorile limită ale parametrilor utilizați în operația de gradare sunt redată în tabelul 4.2.

Tabel - 4.2 - Planul de gradare al grâului comun în România [42]

Factori de gradare	Grad 1	Grad 2	Grad 3
1. Caracteristici organoleptice și sanitare	Specifice produsului sănătos		
2. Masa hectolitrică, kg/hl minim	77,0	75,0	72,0
3. Impurități, % maxim, compuse din:	6,0	10,0	12,0
3.1 Boabe sparte, % maxim	3,0	3,0	5,0
3.2 Boabe cu defecte, % maxim, din care:	3,0	5,0	7,0
3.2.1 Boabe șiștave, % maxim	3,0	5,0	-

3.2.2 Alte cereale, % maxim	1,0	2,0	3,0
3.2.3 Atacate de dăunători, % maxim	1,0	2,0	-
3.2.4 Boabe cu germenul de culoare modificată, % maxim	0,5	0,5	-
3.3 Boabe încolțite, % maxim	0,5	1,0	2,0
3.4 Impurități diverse, % maxim, din care:	2,0	3,0	3,0
3.4.1 Semințele altor plante de cultură, cu excepția altor cereale și semințe de buruieni, % maxim, din care:	1,0	1,0	1,0
3.4.1.1 Semințe toxice, % maxim	0,1	0,1	0,1
3.4.2 Boabe alterate, inclusiv atacate de <i>Fusarium</i> , % maxim, din care:	0,5	1,0	1,0
3.4.2.1 Boabe arse-încinse, % maxim	0	0,05	0,05
3.4.2.2 Boabe atacate de <i>Fusarium</i> , % maxim	0,3	0,5	1,0
3.4.3 Corpuri străine, % maxim	1,0	2,0	2,0
3.4.4 Cornul secarei, % maxim	0,05	0,05	0,05
3.4.5 Boabe cu mălură, % maxim	0	0,1	0,1
4. Conținut de proteină, % minim	12,0	11,0	-

Cu un aport important în producția de grâu a Uniunii Europene, Germania, utilizează un sistem similar cu sistemul de gradare francez. În 1995 sistemul de gradare a fost extins cu o clasă superioară (E), considerată ca fiind de elită și superioară clasei A care înglobează grâul cel mai bun.[43] Clasa B cuprinde tipurile de grâu pretabile pentru toate tipurile de pâine, clasa K este reprezentată de grâul destinat patiseriei, iar clasa C cuprinde toate tipurile de grâu care nu sunt destinate panificării.

În tabelul 4.3 sunt redate limitele conținutului de proteină și a indicelui de cădere în vederea atribuirii gradelor de calitate.

Tabel 4.3 - Criterii de calitate pentru clasarea grâului în Germania [44]

Parametru	Clase de calitate			
	Clasa E	Clasa A	Clasa B	Clasa K
Conținut de proteina, %, minim	13,8	13,2	12,8	12,4
Indice de cădere, sec, minim	285	255	255	255

Principalele țări producătoare de grâu au instituite sisteme de gradare a semințelor de consum, acestea având caracter obligatoriu în unele țări, precum România, SUA, Ucraina și Rusia sau pot avea caracter voluntar așa cum se întâmplă în Franța, Germania, Italia sau Bulgaria.

Utilizarea acestor sisteme conferă o serie de avantaje tuturor părților implicate în lanțul de producție-depozitare-procesare, dar și instituțiilor mandatate cu statisticile naționale și internaționale și cercetătorilor.

Datele colectate prin aplicarea acestor norme oferă o imagine de ansamblu a calității grâului din anii anteriori și pot genera obiective noi în direcția ameliorării și zonării culturii.

Lipsa similitudinilor în valorile minime ale parametrilor din planurile de gradare ilustrează capacitățile de producție calitativă diferită a grâului din diferite țări și influența utilizării unor soiuri competitive, precum și variația condițiilor pedoclimatice.

Imaginea calității grâului într-un an agricol constituie un instrument de reglare a prețului fiind util în definirea clauzelor contractuale privind calitatea, dar și un instrument al autorităților naționale de a interveni prin sprijinirea fermierilor.

Licitațiile internaționale privind vânzările sau achizițiile de grâu pot valorifica datele sistemelor de gradare în sensul predictibilității și a asigurării unui flux calitativ de grâu în unitățile de prelucrare-procesare.

În ultimii ani, ca urmare a globalizării economice și a integrării României în Uniunea Europeană, unitățile de recepție și depozitare au fost constant modernizate prin fondurile accesate sau prin fondurile proprii ale operatorilor economici și s-au îmbunătățit condițiile de prelevare prin implementarea de sonde automate pneumatice și echipamente moderne de determinare a calității grâului și semințelor agricole, favorizând cunoașterea parametrilor de calitate la intervale de timp scurte în timpul depozitării sau după operațiuni de uscare sau condiționare.

CAPITOLUL 5 - DETERMINAREA CALITĂȚII LOTURILOR DE GRÂU

Cantitatea de 26.872 tone de grâu care face obiectul determinărilor de calitate în vederea configurării modelului informațional de standardizare a provenit din recolta anului 2019/20 și din considerente tehnice în acord cu standardul de eșantionare și din punct de vedere al condiției de depozitare s-au constituit 25 de loturi.

Grâul suspus eșantionării reprezintă proprietate privată și la momentul eșantionării marfa era depozitată în 11 celule cilindrice din silozul de beton tip ISPA și în 6 magazii din incinta bazei de recepție.

Eșantionarea loturilor aflate în magazii s-a realizat prin utilizarea sondelor manuale cu o lungime de 3 m, iar dimensiunea acestora s-a stabilit în conformitate cu standardul SR EN ISO 24333:2010 - Eșantionarea cerealelor, fără a depăși cantitatea de 1500 de tone.

În vederea eșantionării cantității din siloz au fost sondate 11 celule cilindrice cu ajutorul sondei electromecanice acționate de operatorul silozului în condiții de securitate și siguranță.

Sonda electromecanică este compusă din bare de lungimi de 1,5 metri, care prin îmbinare sunt capabile să străpungă întregul strat existent în celulă. Fiind prevăzute cu fante laterale, sonda poate prelua eșantioane din toate straturile. Acționarea fantelor, introducerea și extragerea sondei se realizează automat de către operatorul silozului.

Eșantionul global aferent fiecărui lot s-a constituit prin omogenizarea eșantioanelor elementare și divizarea acestora până la obținerea unui eșantion de laborator cu masa minimă de 2,2 kg.

Cele 25 de eșantioane au fost ambalate în pungi de polietilenă, au fost închise ermetic și etichetate cu codul alocat lotului și dimensiunea acestora.

Analiza senzorială a probelor aferente loturilor a constat în aprecierea aspectului, gustului, mirosului și culorii.

Toate eșantioanele analizate sub aspectul caracteristicilor organoleptice s-au încadrat în specificația produsului sănătos, culoare specifică, fără miros și gust străin.

Determinarea infestării vii cu insecte specifice s-a realizat prin cernerea întregului eșantion de laborator prin sita metalică ce a permis trecerea particulelor fine și a insectelor, reținând produsul de analizat.

Infestare vie a fost identificată în 7 loturi, respectiv lotul 1, 2, 4, 5, 9, 16 și 17. În probele aferente lotului 1, 2 și 4 au fost identificate câte două exemplare vii de *Sitophilus zeamais*, iar în loturile 9 și 17, exemplare de *Rhyzoperta domnica*. Prezența gândacului ruginiu al cerealelor (*Cryptolestes ferrugineus*) a fost identificat în lotul 16, iar în lotul 5 s-a evidențiat un atac mixt produs *Cryptolestes ferrugineus* și de *Sitophilus zeamais*.

Determinarea umidității celor 25 de loturi s-a realizat prin utilizarea echipamentelor prevăzute de standardul SR EN ISO 712/2010, respectiv balanța analitică cu precizie ridicată, moara de laborator, capsule metalice, etuvă termoreglabilă și exsicator.

Diferența de masă dintre proba neuscată și a probei după uscare, reprezintă conținutul de umiditate. Valoarea finală se obține prin efectuarea mediei aritmetice a celor două probe paralele și se exprimă procentual cu două zecimale.

Din cele 25 de loturi analizate, 13 loturi înregistrează valori ale umidității sub 12,5 %, ceea ce indică necesitatea unei umectări prealabile măcinării în scopul obținerii făinilor de panificație (figura 5.1).

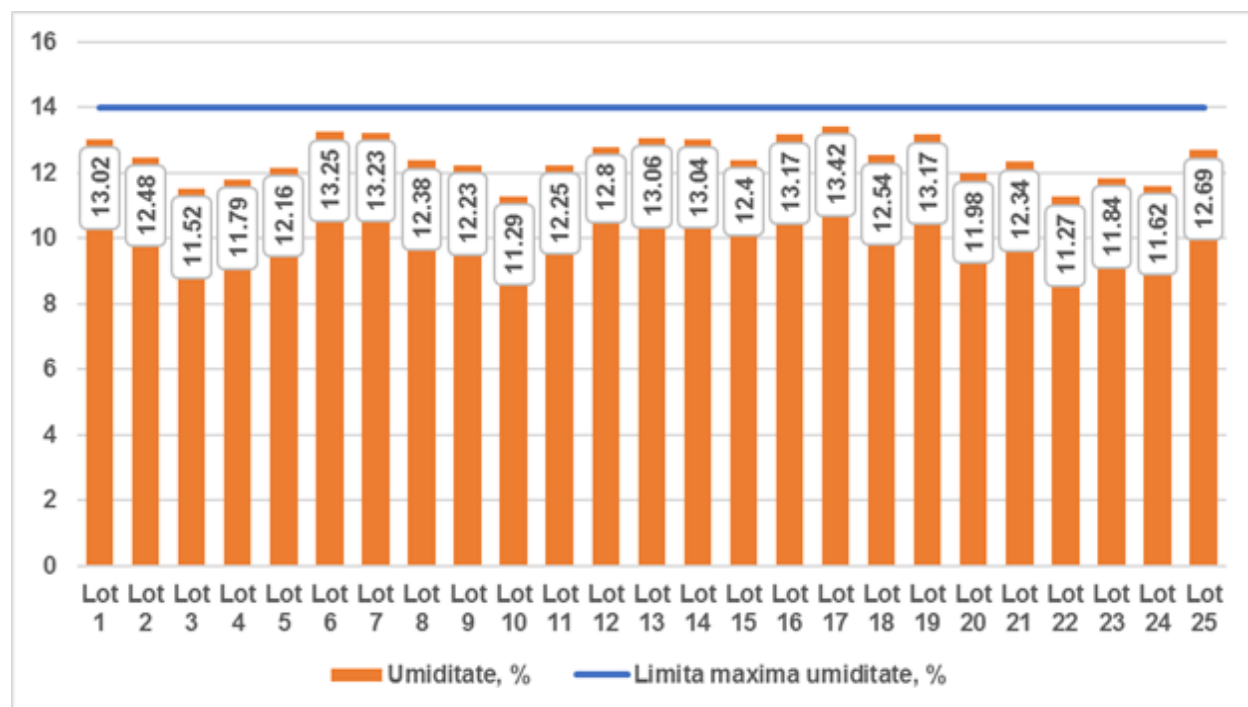


Figura 5.1 – Valorile conținutului de umiditate în raport cu valoarea maximă admisă

Masa hectolitră s-a determinat turnând în condiții controlate, o anumită cantitate de grâu, dintr-un cilindru de umplere cu dimensiuni standardizate, într-un recipient cu volumul de 1000 ± 3 ml, verificat metrologic, urmată de cântărirea cantității de boabe din volumul de 1000 ml pe o balanță caracterizată de o eroare relativă de maxim ± 1 g. Exprimarea se face în kg/hl la o valoare dată a umidității.[45]

Rezultatele obținute și redată în figura 5.2 evidențiază valori ale masei hectolitrică de până la 80,1 kg/hl. Din totalul loturilor analizate doar trei loturi au o masă hectolitră sub 75 kg/hl, respectiv lotul 16, 17 și 18. Sub limita stabilită prin Planul de gradare românesc al grâului

afereț gradului RO1 respectiv, 77 kg/hl, au fost încadrate 6 loturi din care trei au fost atribuite gradului RO2 și trei gradului RO3, doar din punct de vedere al acestui parametru.

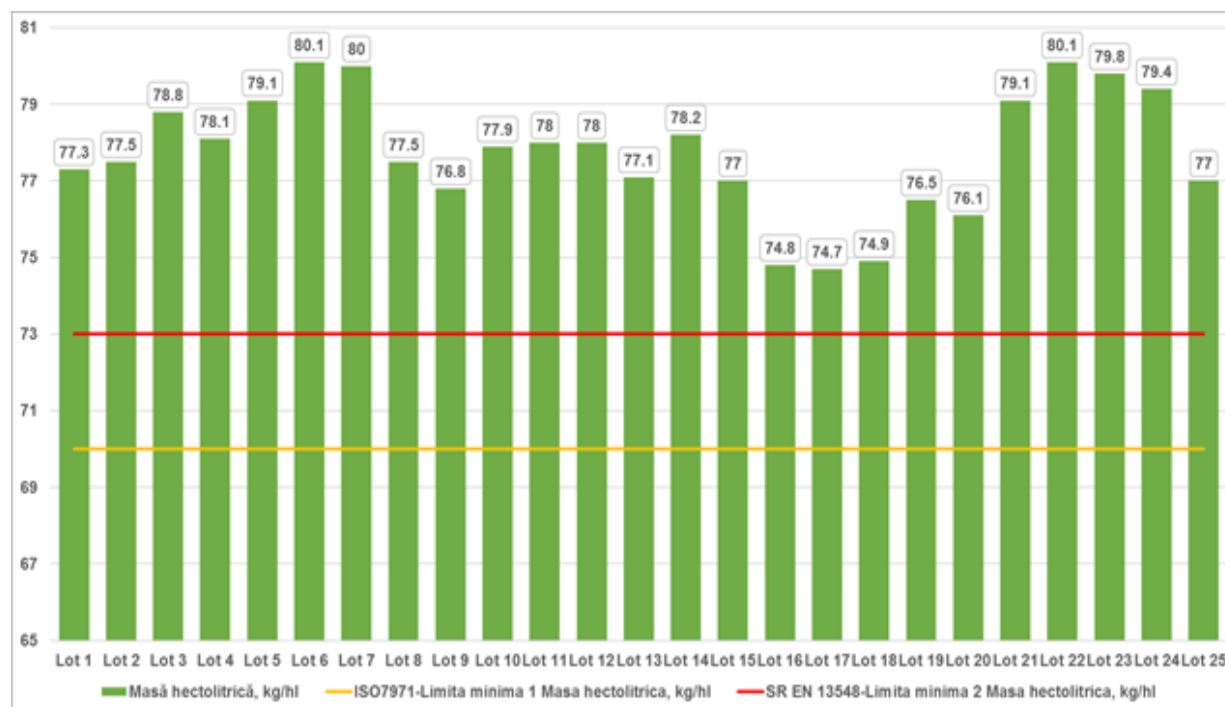


Figura 5.2 - Valorile obținute în urma determinării masei hectolitrică și variația acestora față de standardul internațional și european

Determinarea conținutului de impurități s-a realizat conform standardului SR EN 15587:2019, prin reducerea eșantionului de laborator la o masă de aproximativ 250 g.

Au fost utilizate sitele confecționate în acord standardul ISO 5223, respectiv sita cu perforații alungite de 3,5 mm, sita cu perforații alungite de 1,0 mm și sita cu perforații alungite de 2,0 mm, balanța de precizie de 0,01 g și divizorul cu fante.

Prin divizări succesive în scopul extragerii eșantionului de analizat, s-au reținut aproximativ 250 g de grâu din fiecare eșantion și s-a avut în vedere separarea boabelor de înveliș în cazul în care ar fi existat.

Fracțiile rămase pe sita de 3.5 mm și fracția ce a trecut prin sita de 1,00 mm (excepție făcând boabele altor cereale și boabele cerealei de bază), s-au cântărit și au fost încadrate în categoria corpurilor străine.

Proba rămasă pe sita de 1,00 mm, a fost redusă prin divizare până la obținerea unei probe parțiale cu masa cuprinsă între 50 și 100 g.

Proba astfel obținută a fost întinsă într-un singur strat de boabe, pe o tavă albă, facilitând identificarea și separarea componentelor aparținând categoriei impurităților totale, astfel:

- Boabe sparte – boabele care au endospermul parțial vizibil au fost degerminate sau au fost afectate în timpul recoltării;

Boabele cu defecte – în această fracție sunt incluse boabele șiștave, boabele cu germenul de culoare modificată, pătate sau cu puncte negre (blackpoint), boabele cu tegumentul de culoare modificată ca urmare a uscării (arse), boabele atacate de dăunători, precum și alte cereale decât boabele de grâu.

- Boabe încolțite – în această fracție sunt încadrate toate boabele care prezintă semne de începere a germinăției;
- Impurități diverse – categorie ce cuprinde semințele altor plante, boabele alterate, mucegăite, corpurile străine organice (vegetale) și minerale, coji, impuritățile de origine animală (excremente, pene, păr etc), cornul secarei, boabele cu mălură.

După separarea tuturor componetelor, proba a fost cernută prin sita cu ochiuri alungite de 2.0 mm, determinându-se astfel prin cântărire și calcul, procentul de boabe șiștave.

Prezența boabelor atacate de ploșnițe, influențează negativ extragerea făinii și se impune amplasarea în spații de depozitare în funcție de procentul boabelor atacate. Grâul cu un grad de 3-4 % boabe atacate de ploșniță, trece în categoria grâului cu proprietăți slabe de panificație.

La analiza vizuală s-au distins trei forme de atac:

- Boabe pe care s-a observat urma înțepăturii sub forma unui punct negru, în jurul acesteia formându-se o pată de culoare galben-deschis, endospermul fiind făinos;
- Boabe pe suprafața cărora s-a dezvoltat o pată de culoare galbenă, iar înțepătura nu a putut fi identificată sub lupă, iar în urma strivirii s-a observat că embrionul este atrofiat;
- Boabe care în zona embrionară prezentau o pată galbenă, embrionul era normal, iar înțepătura nu se putea vedea.

Figura 5.3 relevă rezultatele obținute în urma determinării conținutului de impurități totale. 5 probe depășesc limita de 6% aferentă grâului gradul RO1, clasând astfel loturile din punct de vedere al conținutului de impurități totale în grad inferior.

În suma impurităților totale se remarcă prezența boabelor sparte și a boabelor cu defecte în toate loturile analizate.

Boabe încolțite au fost identificate 9 din cele 25 de loturi analizate, iar procentul maxim rezultat în urma analizei este de 0,10 %, astfel încât niciunul dintre loturi nu prezintă risc de deteriorare sau risc de declasare din acest considerent.

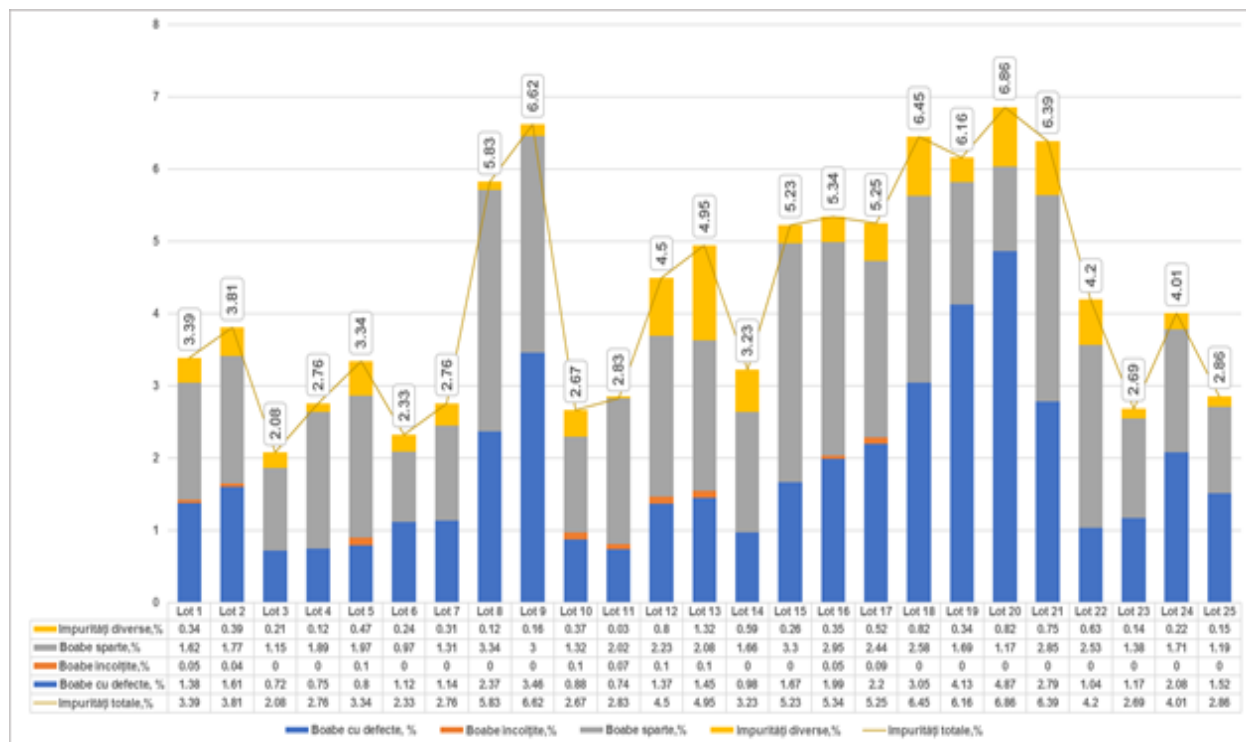


Figura 5.3 – Valorile procentuale ale impurităților totale și a subcategoriilor din cadrul impurităților totale în loturile analizate

Analizând figura 5.4 care reflectă rezultatele procentuale ale componentelor din cadrul subcategoriei impurităților diverse se poate observa un conținut ridicat de corpuri străine și semințe ale altor plante în lotul 13.

În toate loturile se remarcă o pondere mai mare a semințelor aparținând altor plante, însă niciunul din loturile subiect nu depășesc limitele acestei categorii din prisma acestui sub-parametru.

Valorile conținutului de corpuri străine (pleavă, praf) sunt reduse, ceea ce indică o condiționare bună înainte de depozitare sau un reglaj corect al combinei de recoltat.

Nu au fost identificate semințe toxice, cornul secarei, boabe atacate de mălura comună a grâului sau de *Fusarium spp.*

Un aspect remarcabil este lipsa boabelor arse-încinse, ceea ce conduce la ipoteza unei uscări moderate după recepție.

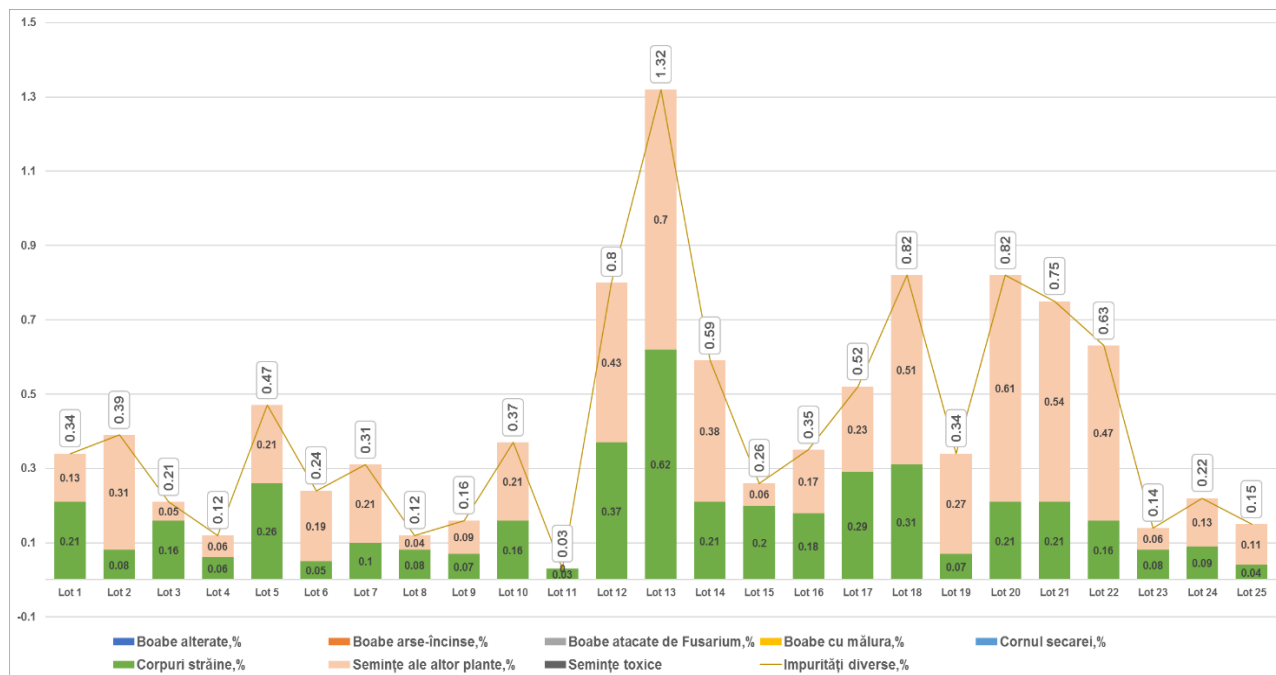


Figura 5.4 – Procentul componentelor din cadrul subcategoriei impurităților diverse

Determinarea conținutului de proteină s-a realizat prin metoda de referință prevăzută în standardul SR EN ISO 20483:2007 – Cereale și leguminoase. Determinarea conținutului de azot. Metoda Kjeldhal.

Pentru determinarea azotului total s-a utilizat metoda Kjeldahl. Principiul metodei are la bază fierberea probei măcinate cu acid sulfuric concentrat, iar substanțele organice în prezența unui catalizator, se descompun eliberând elementele lor componente sub diferite forme:

În vederea determinării conținutului de proteină, a fost macinată o cantitate de aproximativ 200 de grame grâu aferent fiecărui eșantion de lot, până la obținerea unei granulozități care să permită trecerea integrală prin sita de \varnothing 0,8 mm.

Din măcinișul rezultat se extrag 5 grame care sunt transferate în tubul de mineralizare peste care se adaugă 10 g sulfat de potasiu, 0,30 g CuSO_4 (pentahidrat), 0,30 g catalizator (oxid de titan) și 30 ml acid sulfuric.

Timpu optim de fierbere se stabilește prin utilizarea unui material de referință, în cazul de față triptofan cu un timp de recuperare dificil. Simultan s-au lucrat și două probe oarbe în care au fost adăugați reactivii fără produs măcinat.

După 10 minute, proba capătă o colorație brun închis spre negru ca reacție a acidului sulfuric cu produsul, iar după 30-35 de minute, acidul sulfuric revine în soluția de digestie.

Degajarea unui fum alb și schimbarea aspectului soluției spre transparent, indică finalizarea mineralizării.



Figura 5.5 – Mineralizarea și distilarea probelor de grâu în vederea determinării conținutului de proteină

Distilarea s-a realizat după răcirea balonului în care au fost adăugate 50 ml apă. În vasul de colectare s-au adăugat 50 ml acid boric și indicator de culoare, iar în proba de lucru s-au adăugat 5 ml de hidroxid de sodiu. Operația s-a realizat cu ajutorul sistemului de distilare Kjeldahl Gerhardt tip Vapodest 500 (figura 5.5).

Titrația s-a realizat prin utilizarea soluției de acid sulfuric la sfârșitul distilării. În decursul efectuării acestei determinări s-a utilizat o balanță analitică de precizie de 0,001 g.

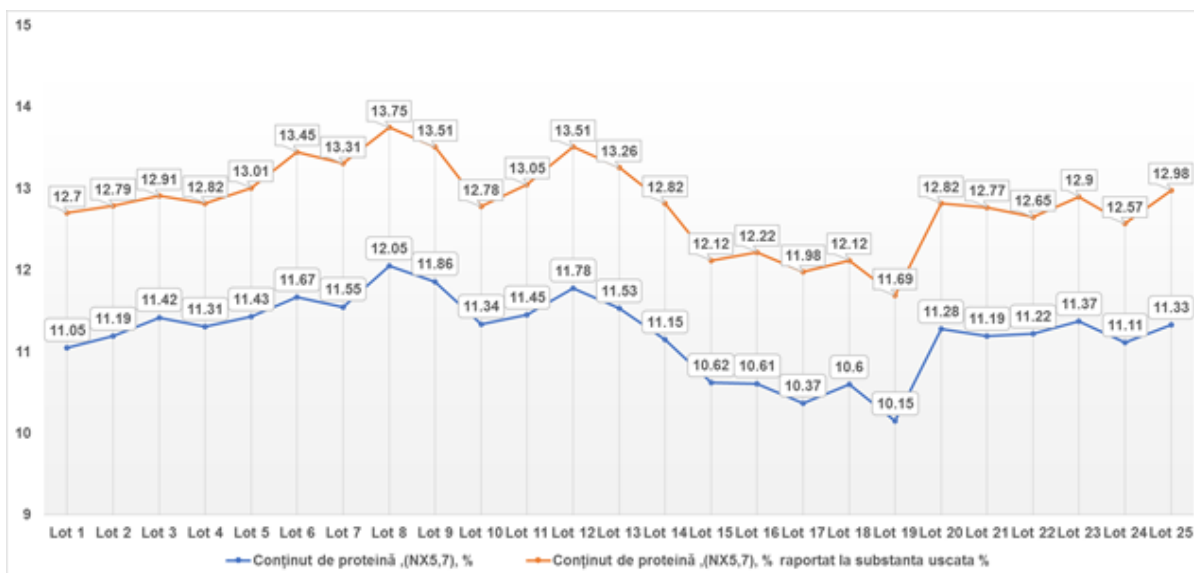


Figura 5.6 - Valorile conținutului de proteină brută și a proteinei raportate la substanța uscată

Conținutul de azot, exprimat ca fracție de masă raportat la conținutul de umiditate, în procente, s-a calculat cu formula prevăzută în standardul SR EN ISO 20483:2007 – Cereale și leguminoase. Determinarea conținutului de azot. Metoda Kjeldhal.

Rezultatele obținute și redate în figura 5.6, evidențiază un interval larg al valorilor conținutului de proteină brută, precum și a conținutului de proteină raportat la substanță uscată.

Parametrul de interes în contractele internaționale este conținutul de proteină raportat la substanță uscată.

Analizând figura 5.6, doar loturile 17 și 19 au înregistrat valori sub 12%, valoarea maximă a fost consemnată în cazul lotului 8 (13,75 %).

Din totalul loturilor analizate, 15 loturi au un conținut de proteină raportat la substanță uscată cuprins între 12-13%, iar 8 loturi depășesc valoarea de 13 %.

Determinarea conținutului de gluten s-a realizat prin utilizarea referențialului SR EN ISO 21415- 2; Determinarea conținutului de gluten umed prin metode mecanice.

Metoda prevede utilizarea unui aparat automat electronic, prevăzut cu camere de spălare, braț pentru omogenizare și dispozitiv cu rol de distribuție.

În vederea efectuării acestei determinări s-a folosit aparatul Glutomatic 2200, care îndeplinește cerințele standardului și este prevăzut cu două posturi de determinare.

Conform înregistrărilor obținute și redate în figura 5.11 se poate observa că o singură probă, respectiv Lotul 23, are un conținut de gluten umed la limita minimă stabilită de standard.

În intervalul 22-25 % conținut de gluten umed se situează doar trei loturi, caracterizând astfel cantitățile aferente cu un conținut de gluten umed mediu, iar în intervalul 25-31% se situează 22 loturi de grâu cu un conținut ridicat de gluten, plasând astfel toate loturile în clase de calitate superioare din punct de vedere al acestui parametru.

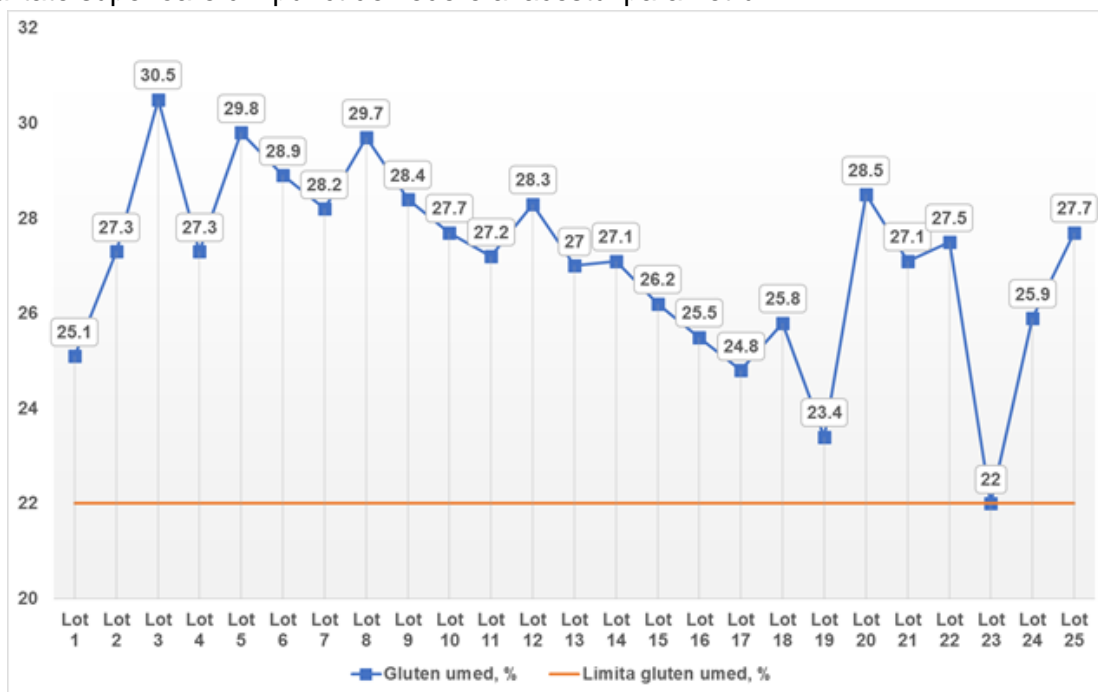


Figura 5.7 - Valoarea conținutului de gluten umed în loturile analizate

Metoda are la bază măcinarea integral a unui eșantion de grâu într-o moară de laborator, iar din șrotul rezultat se cântărește o cantitate de 24 grame din care se obține un aluat prin adăugarea de 12 ml soluție de clorură de sodiu.

Aluatul obținut se cântărește și se supune spălării manuale cu o soluție de clorură de sodiu, cu o viteză de curgere de 750 ml în 8 minute, deasupra unei site care să capteze eventualele fragmente care se pot desprinde în timpul spălării.

Aprecierea calitativă a glutenului umed prin determinarea indicelui de deformare constă în termostatarea unei bile de gluten de 5 grame, poziționată pe hârtie milimetrică, în etuvă timp de 60 de minute. Rezultatul s-a obținut prin măsurarea diametrului inițial și final, în plan orizontal, după deformarea datorată temperaturii.

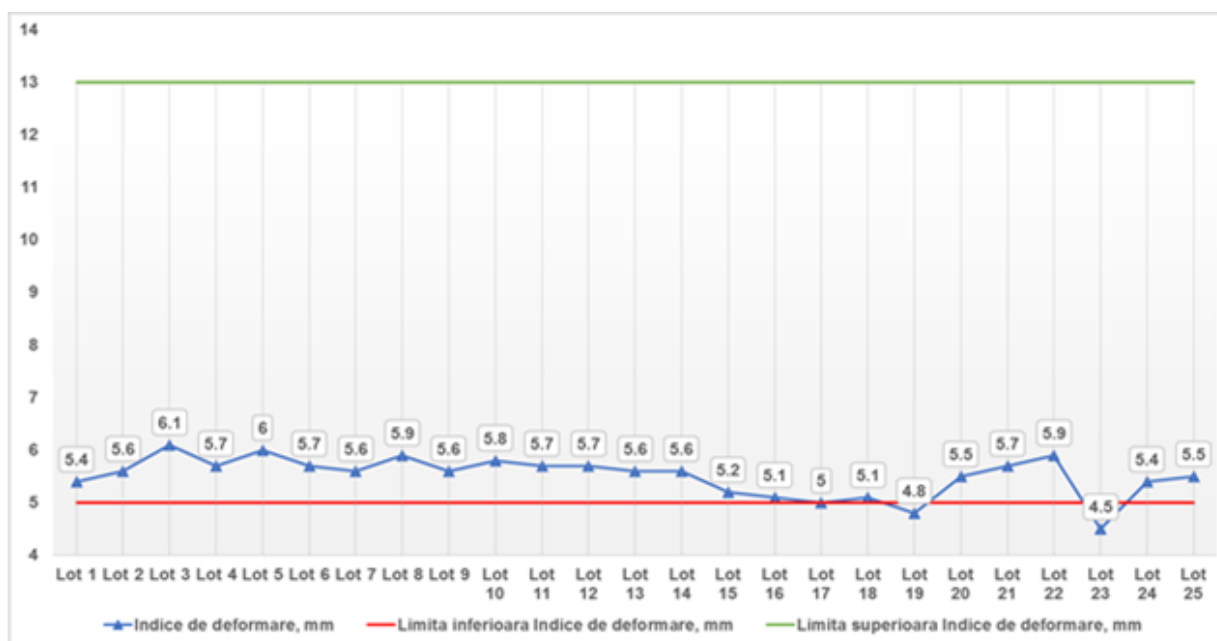


Figura 5.8 - Rezultatele obținute în urma determinării indicelui de deformare

Determinarea indicelui de cădere s-a realizat în acord cu standardul SR EN ISO 3093 care are ca principiu de metodă evidențierea activității a-amilazei din amidonul prezent în substratul probei, prin gelatinizarea rapidă a unei suspensii apoase din grâu măcinat într-o baie de apă la temperaturi înalte și implicit măsurarea timpului de lichefiere a amidonului.[46].

Aparatul utilizat poartă denumirea Falling Number model 1000 și corespunde din punct de vedere tehnic standardului care reglementează această determinare. Rezultatele acestui indicator sunt exprimate în secunde.

Activitatea enzimatică este dată de germinarea boabelor, iar lotul 5 cuprinde un procent de 0,10 boabe încolțite. Procente similare de boabe încolțite au fost identificate și în loturile 10, 12, 13 și 17, însă numai în cazul lotul 10 se poate observa o minimă corelare.

Valorile obținute în urma încercărilor efectuate pentru cele 25 de loturi sunt prezentate în figura 5.9 și se poate aprecia că toate eșantioanele analizate au înregistrat valori peste minimul reglementat de 220 secunde.

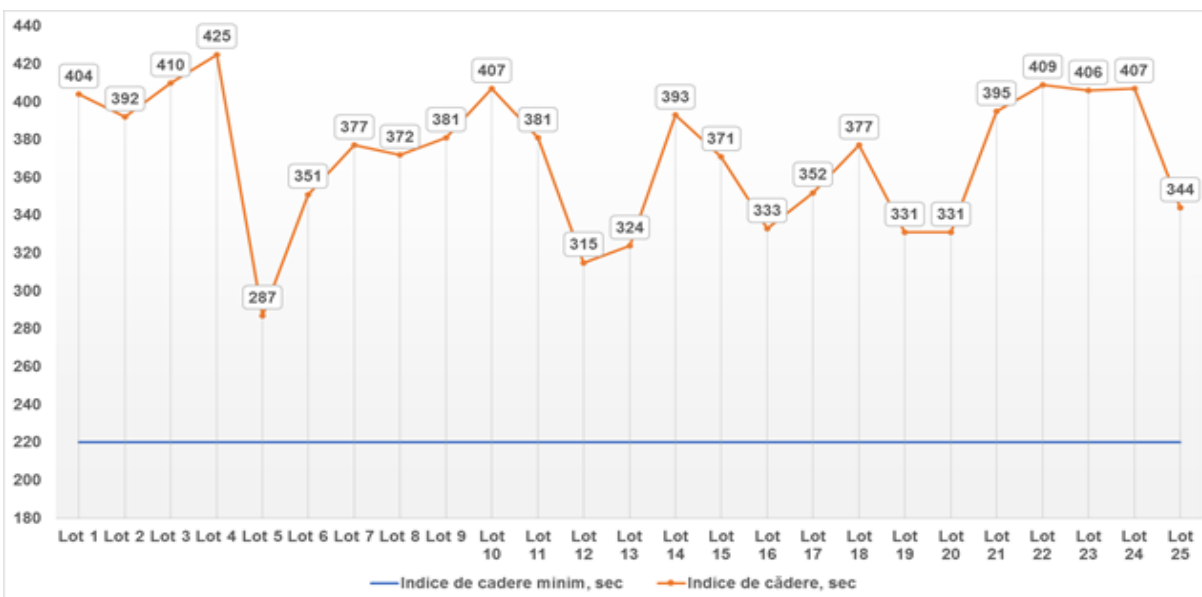


Figura 5.9 - Reprezentarea grafică a valorilor indicelui de cădere

Principiul metodei constă în aprecierea comportării aluatului obținut din mai multe tipuri de făină omogenizate cu soluție de clorură de sodiu. Încercarea constă în expunerea unui disc de aluat sub un jet de aer, formând o bulă în urma presiunii exercitate, urmărindu-se extensibilitatea și momentul ruperii. Curba obținută se numește alveogramă.

Pe lângă aparatura clasică de laborator, determinarea necesită și echipamente speciale constând în tarar de laborator prevăzut cu site pentru condiționarea grâului supus analizei, mixer rotativ cu rol în hidratarea boabelor, moara de laborator, aparatul Chopin dotat cu malaxor pentru obținerea aluatului și prevăzut cu sistem de reglare a temperaturii, manometru cu funcție de înregistrare a curbei de presiune și alveograf pentru deformările biaxiale ale eșantioanelor de aluat.

Rezultatele se exprimă prin interpretarea curbelor înregistrate în timpul umflării și spargerii bulei. În situația în care sunt observate deviații mari ale curbei la o singură probă, aceasta nu ar trebui luată în considerație, dacă celelalte patru curbe sunt similare, făcându-se astfel o medie a curbelor de presiune.

Comportamentul aluatului sub presiunea aerului este extrapolat grafic sub forma unor curbe a căror caracteristici geometrice constituie parametrii aluatului. Astfel, alveograful generează următoarele coordonate:

- înălțimea maximă a curbei (H), reprezintă rezistența (P) aluatului la extensie;
- lungimea curbei (L), exprimată în milimetri care descrie extensibilitatea aluatului;
- indicele de extensibilitate (G) a cărei valoare se calculează pe baza lungimii curbei (L) prin formula $G = 2.226\sqrt{L}$;

- suprafața curbei (S), a cărei valoare permite calcularea cantității totale de energie absorbită de aluat la întindere (W), după una dintre formulele $(1,32 \cdot G \cdot S)/L$ sau $6,54 \cdot S \cdot 103$. Exprimarea rezultatelor se realizează în 10⁻⁴/Jouli/gram aluat;
- indicele de elasticitate a aluatului (Ie), calculat ca raport între rezistența aluatului la începutul curbei (P200) și rezistența maximă (P);
- raportul P/L, arată în ce măsură aluatul este mai extensibil sau mai rezistent și se calculează ca raport al celor doi parametri ai aluatului [47].

Interpretarea rezultatelor prezentate în figura 5.10 expun valori alveografice variate, încadrând loturile analizate, în funcție de preabilitatea utilizării finale astfel:

Loturile 3, 4, 10 și 11 pot fi utilizate în amestec cu loturi a căror W este mai mic și sunt recomandate utilizării în vederea obținerii pâinii sau a altor produse de panificație;

- Loturile 1 și 24 pot fi utilizate ca atare, valoarea W-ului fiind optimă pentru pâine și produse de panificație;
- Loturi ale căror valoare a W-ului s-a situat între 180 și 320, pot fi utilizate pentru obținerea de produse cu creștere rapidă;
- Lotul 8, cu o valoare a W-ului de 155 poate fi utilizat pentru produse de cofetărie și patiserie de tipul biscuților.
- Raportul dintre rezistență și extensibilitate (P/L), plasează loturile 2, 3, 4, 5, 11, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 23 și 24 în intervalul optim impuse acestui indicator (figura 5.11).

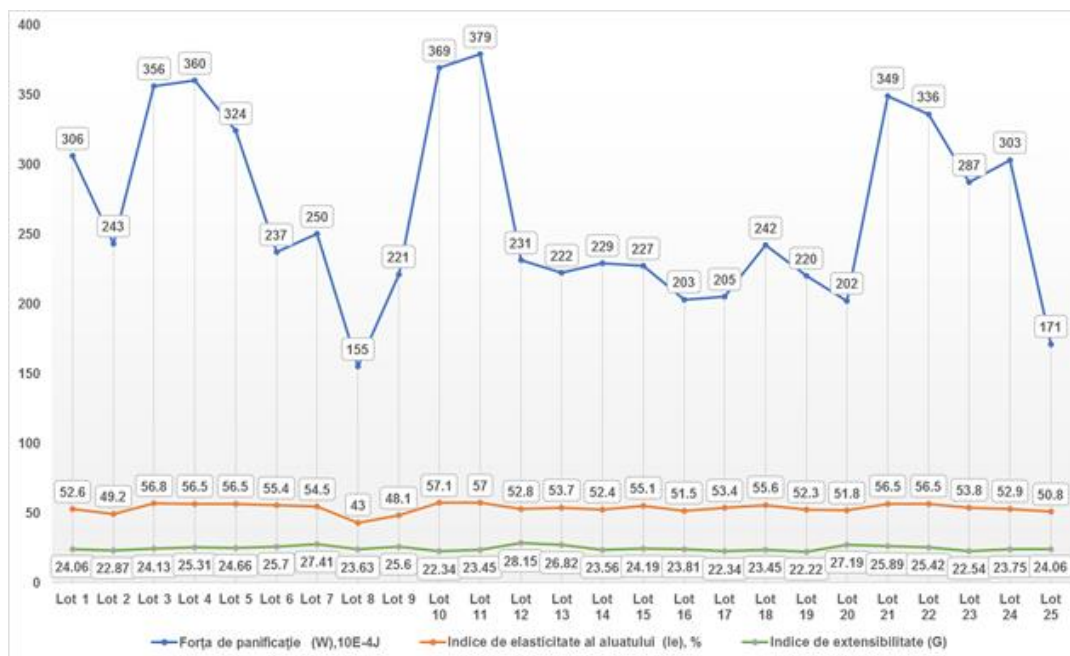


Figura 5.10 – Rezultatele alveografice pentru loturile analizate

Având în vedere rezultatele obținute, doar loturile 4, 21 și 22 ating valorile optime cumulative pentru W, G și Ie și pot fi considerate loturi cu proprietăți excelente de panificație.

Din punct de vedere al forței de panificație toate cele 23 de loturi depășesc limita de minim 180, loturile 8 și 25 având valori de 155, respectiv 171.

Indicele de extensibilitate (G) se situează în intervalul optim doar în cazul loturilor 4,6,7,9,12,13,21,22 și 23. (figura 5.11).

Raportul dintre rezistență și extensibilitate (P/L), plasează loturile 2, 3, 4, 5, 11, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 23 și 24 în intervalul optim al acestui indicator.

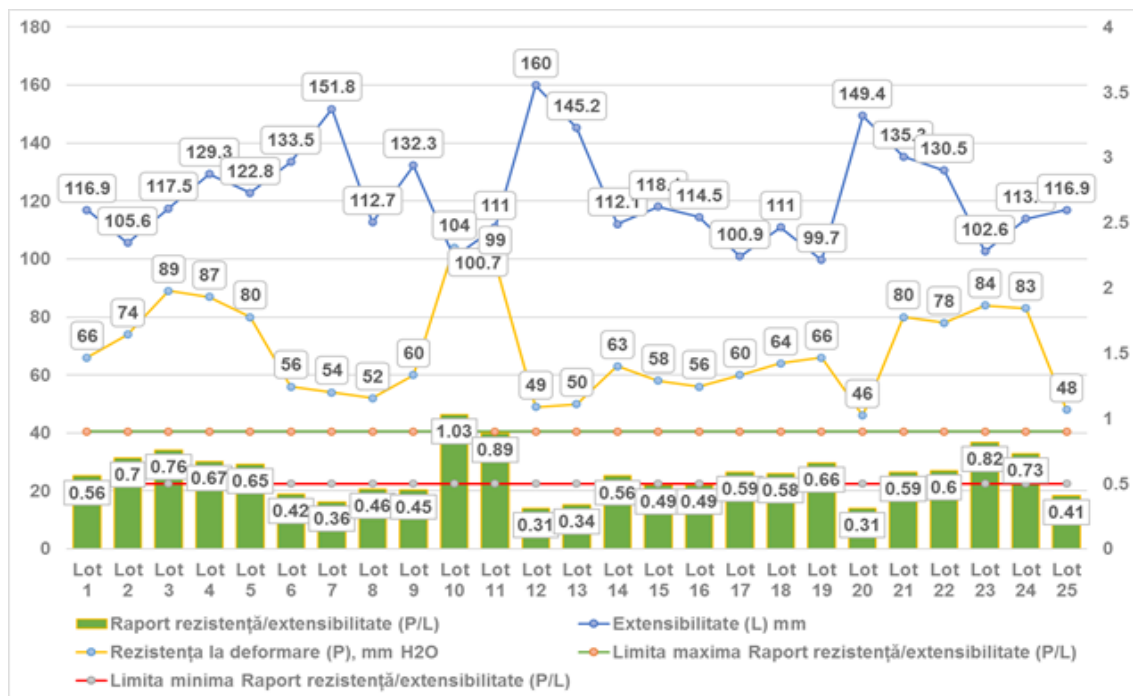


Figura 5.11- Indicele de extensibilitate, rezistența la deformare, extensibilitate și raportul P/L al loturilor supuse determinării alveografice

Pentru determinarea DON s-a utilizat metoda imunoenzimatică (ELISA) care conferă un screening semicantitativ-cantitativ.

Măsurarea s-a realizat pe lungimea de undă de 450 nm cu ajutorul fotometrului de microplăci Elisa, model BOE. Limita de detecție a testului fiind de 0,125 mg/kg.

Tabelul 5.1 redă rezultatele obținute în urma determinării prezentei deoxynivalnolului în loturile analizate și se poate concluziona că din cele 25 de probe analizate, 11 probe au înregistrat valori cuprinse între 187-527 mg/kg, iar valorile a 14 probe au fost sub limita de detecție a aparatului, respectiv 0,125 mg/kg.

Tabel 5.1 - Valorile conținutului de DON în loturile analizate

LOT	Valoare mg/kg	LOT	Valoare mg/kg	LOT	Valoare mg/kg	LOT	Valoare mg/kg	LOT	Valoare mg/kg
Lot 1	187	Lot 6	< LOD	Lot 11	< LOD	Lot 16	< LOD	Lot 21	< LOD
Lot 2	< LOD	Lot 7	274	Lot 12	527	Lot 17	< LOD	Lot 22	< LOD
Lot 3	< LOD	Lot 8	< LOD	Lot 13	312	Lot 18	392	Lot 23	453
Lot 4	392	Lot 9	510	Lot 14	< LOD	Lot 19	320	Lot 24	< LOD
Lot 5	328	Lot 10	470	Lot 15	< LOD	Lot 20	< LOD	Lot 25	< LOD

< LOD - sub limita de detecție 0,125 mg/kg

Valorile obținute nu pun în pericol sănătatea publică, fiind la maxim 1/3 din limita maximă admisă, respectiv 1750 mg/kg.

Fidelitatea rezultatelor

Toate încercările efectuate au fost realizate la dublu, iar rezultatul final a fost dat de media aritmetică a două determinări efectuate prin aceeași metodă și pe aceeași probă, într-un interval de timp scurt și de aceeași persoană pe aceleași echipamente.

În atare condiții, limitele de repetabilitate s-au încadrat în limitele prevăzute de standardele de metodă.

Incertitudinea (U_e) este un parametru asociat rezultatului unei măsurări care caracterizează dispersia valorilor ce în mod rezonabil pot fi atribuite unei mărimi fizice bine definite care poate fi caracterizată printr-o valoare unică esențială.[48]

Pentru conținutul de umiditate, incertitudinea este de $U_e = \pm 0,30$, pentru umidități cuprinse între 10 -18 %, [14], iar pentru masa hectolitrică este $U_e = 0,9$ kg/hl pentru valori ale parametrului cuprinse între 67,5 – 84,5 kg/hl.[49]

CAPITOLUL 6 - MODEL INFORMAȚIONAL DE STANDARDIZARE A CALITĂȚII GRÂULUI

Obiectivul principal al prezentei lucrări constă în dezvoltarea unui model informațional de standardizare a calității grâului în contractele internaționale și obținerea unui indice global de calitate al loturilor analizate.

Elaborarea modelului informațional se bazează pe aprecierea de către experți a rezultatelor obținute în urma analizării a 25 de loturi de grâu, prin metodele de referință și transpunerea acestor rezultate într-un sistem de modelare matematică, denumit *fuzzy*.

Prin utilizarea sistemului fuzzy, calitatea loturilor analizate va fi transpusă într-un indice global de calitate aferent fiecărui lot.

Sistemele fuzzy sunt orientate spre gestionarea informațiilor incerte sau imprecise. Sistemul fuzzy este utilizat în domeniile în care variabilele de intrare nu au valori fixe sau valoarea și importanța lor pot varia.[50]

Conceptul Fuzzy a fost introdus mai întâi de Zadeh (1965) pentru a atenua incertitudinile și problemele de neclaritate. Tehnica se bazează pe subiectivitatea umană în luarea deciziilor datorată variabilelor lingvistice care permit modelarea precisă a enunțurilor imprecise[51] și a fost aplicat în multe probleme de inginerie.[52]

Acest concept oferă o serie de avantaje pentru utilizatori, cum ar fi reducerea costurilor de producție, de transport, de depozitare și de valorificare precum și îmbunătățirea costurilor companiilor care îl utilizează. Fuzzy este folosit pentru a reprezenta incertitudinea procesului și simularea determinării calității produsului final.

Logica fuzzy este un domeniu larg de studiu și au fost dezvoltate diferite instrumente în ultimii ani. Calitatea alimentelor este o categorie fuzzy, care ar putea fi evaluată folosind logica fuzzy.

Implementarea sa în controlul calității alimentelor pentru industria alimentară a fost evidențiată de mai mulți autori care s-au concentrat pe diferite aplicații concepute special pentru acest domeniu. Acest lucru este valabil mai ales în cazul luării în considerare a procesului de

raționament, exprimat în termeni lingvistici, al operatorilor și al experților. Cu toate acestea, aplicațiile sunt încă limitate și sunt disponibile puține recenzii pe acest subiect. [53]

Prin utilizarea logicii Fuzzy, obținerea indicelui global de calitate al grâului poate fi determinat prin parcurgerea următoarelor etape în elaborarea modelului informațional:

Formarea bazei de cunoștințe; Inferența Fuzzy; Fuzzification; Defuzzification.

Abordarea adoptată privind evaluarea calității grâului se bazează pe expertiza a 20 de specialiști din domeniu, cu competente în determinarea și evaluarea calității grâului precum și în sfera de trading a cerealelor.

Alocarea calificativelor de către experți privind calitatea loturilor analizate, precum și stabilirea ponderii importanței parametrilor analizați s-a realizat în baza standardelor internaționale, europene, dar și a specificațiilor de calitate utilizate în contractele comerciale alături de experiența profesională a fiecăruia.

Maparea atributelor de calitate într-un domeniu fuzzy ca seturi fuzzy multidimensionale are ca rezultat obținerea unui indice de calitate asociat întregului lot.

În controlul calității, specialiștii se pot confrunța cu concepte incerte și neclare. Prin utilizarea conceptului fuzzy și elaborare modelului informațional, calitatea grâului este calificată în funcție de strictetea factorilor de decizie și de valorile parametrilor de calitate obținuți.

În această teză, am propus un model, care nu numai că poate realiza o evaluare a calității în toate punctele de control, ci și să evalueze calitatea grâului care face obiectul unui contract internațional. Cantitățile care fac obiectul unor tranzacții comerciale, provin de regulă de la mai mulți fermieri și sunt stocate înainte de livrare în mai multe spații de depozitare (platforme, magazii, celule de siloz).

Utilizarea mapării loturilor pe baza indicelui de calitate rezultat, reprezintă un avantaj pentru traderi și pentru depozitari, generând o imagine de ansamblu clară și obiectivă.

Utilizarea logicii fuzzy pentru a descrie concepte abstracte și a proiecta sisteme de luare a deciziilor mult mai apropiate de modul în care o face un om este un domeniu interesant și util de explorat. Pentru a implementa în mod eficient aceste tipuri de sisteme, sunt necesare cunoștințele experților din domeniul în care aplicația este utilizată.[54]

Pentru fiecare termen lingvistic pe care o variabilă lingvistică îl presupune va fi creat un set nebulos descris de o funcție de relevanță.

Proprietățile semantice ale conceptului (lingvistic) sunt descrise de schița setului nebulos respectiv. Prin urmare, cât de aproape de curba funcției de relevanță este comportamentul fenomenului în studiu, cu atât este mai precis sau performant modelul fuzzy în reprezentarea lumii reale.[55]

În etapa de formare a bazei de date, indicatorii fizico-chimici de calitate obținuți în urma determinărilor de laborator prin analizarea probelor celor 25 de loturi de grâu s-a bazat pe evaluările a 20 de experți utilizând o scală cu 5 termeni lingvistici, asociați calificativelor:

➤ **N = nesatisfăcător; S = satisfăcător; M = mediu; B = bun; FB = foarte bun.**

Termenii N, S, M, B, FB reprezintă variabilele lingvistice cărora le sunt asociate valorile parametrilor analizați.

Fiecare expert a evaluat cele 25 de loturi de grâu și a asociat o singură dată, fiecărui parametru analizat valoarea 1 pe scala calificativelor N-S-M-B-FB, aprecierea fiind exprimată în

acord cu standardele și specificațiile internaționale utilizate în comerțul internațional, precum și pe expertiza proprie.

În funcție de relevanță, sistemul fixează fiecare valoare a setului nebulos la o valoare cuprinsă între 0 și 1, o măsură care reprezintă gradul de relevanță al elementului set nebulos.

Pentru exemplificare în rezumat sunt redate rezultatele obținute în urma aprecierii experților a lotului LOT 1 (tabel 6.1).

Tabel 6.1- Aprecierea experților privind calitatea lotului LOT 1

Nr. crt.	Parametri determinați	Valoare	Scala calificativelor				
			N	S	M	B	FB
1	Umiditate, %	13.02	0	0	5	10	5
2	Impurități totale,% din care:	3.39	1	2	6	8	3
2.1	Boabe sparte,%	1.62	0	5	4	9	2
2.2	Boabe cu defecte, % din care:	1.38	0	2	7	9	2
2.2.1	Șiștave,%	0.80	0	2	9	7	2
2.2.2	Alte cereale,%	-	0	0	0	0	20
2.2.3	Atacate de dăunători, %	0.19	0	1	8	9	2
2.2.4	Boabe cu germenul de culoare modificată,%	0.39	0	0	0	2	18
2.2.5	Boabe cu tegumentul de culoare modificată (arse),%	-	0	0	0	0	20
2.3	Boabe încolțite,%	0.05	0	1	2	6	11
2.4	Impurități diverse,% din care:	0.34	0	0	1	3	16
2.4.1	Semințe ale altor plante,%	0.13	0	0	0	2	18
2.4.2.	Semințe toxice	-	0	0	0	0	20
2.4.3.	Boabe alterate,% din care:	-	0	0	0	0	20
2.4.3.1	Boabe arse-încinse,%	-	0	0	0	0	20
2.4.3.2	Boabe atacate de fusarium,%	-	0	0	0	0	20
2.4.4	Corpuri străine,%	0.21	0	0	1	3	16
2.4.5	Cornul secarei,%	-	0	0	0	0	20
2.4.6	Boabe cu mălura,%	-	0	0	0	0	20
2.5	Impurități de origine animală, nr./kg	-	0	0	0	0	20
3	Masă hectolitică, kg/hl	77.3	0	0	7	11	2
4	Conținut de proteină brută, %	11.05	0	0	5	8	7
5	Conținut de proteină, raportat la substanța uscată %	12.7	0	0	5	8	7
6	Indice de cădere, sec	404	0	16	3	1	0
7	Gluten umed, %	25.1	0	0	1	17	2
8	Indice de deformare, mm	5.4	0	0	0	5	15
9	Gluten index	73	0	0	0	0	20
10	Infestare	2 bucati*	20	0	0	0	0
11	Forța de panificație (W),10E ^{-4J}	306	0	0	0	0	20
12	DON, mg/kg	187	0	0	0	0	20

**Sitophylus zeamais* / 2,7 kg eșantion

A doua etapă în elaborarea modelului informațional a constat în definirea unei scale din trei calificative, respectiv **puțin important (PI)**, **important (I)** și **foarte important (FI)**, care a fost pusă la dispoziția experților în vederea alocării unui calificativ fiecărui parametru care a fost

determinat în vederea evaluării calității grâului. Datele obținute după centralizarea calificativelor sunt prezentate în tabelul 6.2 și constituie ponderea importanței parametrilor în modelarea fuzzy.

Tabel 6.2 - Aprecierea experților privind importanța parametrilor de calitate în evaluarea unui lot de grâu

Nr. crt.	Parametri de calitate	Scala calificativelor		
		PI	I	FI
1	Umiditate, %	0	5	15
2	Impurități totale, % din care:	5	15	0
2.1	Boabe sparte, %	5	15	0
2.2	Boabe cu defecte, % din care:	5	15	0
2.2.1	Șiștave, %	5	15	0
2.2.2	Alte cereale, %	5	5	10
2.2.3	Atacate de dăunători, %	5	15	0
2.2.4	Boabe cu germenele de culoare modificată, %	0	15	5
2.2.5	Boabe cu tegumentul de culoare modificată (arse), %	5	10	5
2.3	Boabe încolțite, %	5	15	0
2.4	Impurități diverse, % din care:	5	15	0
2.4.1	Semințe ale altor plante, %	0	5	15
2.4.2.	Semințe toxice	0	5	15
2.4.3.	Boabe alterate, % din care:	0	5	15
2.4.3.1	Boabe arse-încinse, %	0	5	15
2.4.3.2	Boabe atacate de fusarium, %	0	5	15
2.4.4	Corpuri străine, %	0	5	15
2.4.5	Cornul secarei, %	0	0	20
2.4.6	Boabe cu mălura, %	0	0	20
2.5	Impurități de origine animală, nr./kg	0	5	15
3	Masă hectolitică, kg/hl	0	15	5
4	Conținut de proteină brută, %	0	5	15
5	Conținut de proteină, raportat la substanța uscată %	0	5	15
6	Indice de cădere, sec	0	15	5
7	Gluten umed, %	0	15	5
8	Indice de deformare, mm	5	15	0
9	Gluten index	0	5	15
10	Infestare	0	5	15
11	Forța de panificație (W), 10E ⁻⁴ J	0	5	15
12	DON, mg/kg	0	5	15

Prin utilizarea programului Matlab R2020 și a funcției Fuzzy Logic Designer s-a realizat asocierea tripletelor în urma evaluării calității loturilor de grâu de către experți cât și pentru ponderile stabilite privind importanța parametrilor de calitate în evaluarea unui lot de grâu.

Termenilor lingvistici folosiți pentru aprecierea calității loturilor de grâu le-au fost asociate tripletele fuzzy cu ajutorul funcțiilor de apartenență triunghiulare de tip stânga – dreapta, astfel:

Nesatisfăcător, (N)=[0 0 25]; Satisfăcător, (S)=[25 25 25]; Mediu, (M)=[50 25 25];

Bun, (B)=[75 25 25]; Foarte bun, (FB)=[100 25 0].

Termenilor lingvistici utilizați pentru determinarea ponderilor indicatorilor de analiză în valoarea indicelui global de calitate le-au fost asociate tripletele fuzzy cu ajutorul funcțiilor de apartenență triunghiulare de tip stânga – dreapta (tabelul 6.53)astfel:

Puțin important, (PI) =[0 0 50]; Important, (I) =[50 50 50]; Foarte important, (FI)=[100 50 0];

Pentru exemplificare în rezumat este redată asocierea tripletelor fuzzy în raport cu valorile indicatorilor de calitate obținuți prin analiza LOT 1 (tabel 6.3).

Tabel 6.3 -Asocierea tripletelor fuzzy în raport cu valorile indicatorilor de calitate obținuți prin analiza LOT 1

Nr. crt.	Parametri determinați	Valori obținute	Triplete asociate		
			PI	I	FI
1	Umiditate, %	13.02	75.0000	25.0000	18.7500
2	Impurități totale,% din care:	3.39	62.5000	23.7500	21.2500
2.1	-boabe sparte,%	1.62	60.0000	25.0000	22.5000
2.2	-boabe cu defecte, % din care:	1.38	63.7500	25.0000	22.5000
2.2.1	-șiștave,%	0.80	61.2500	25.0000	22.5000
2.2.2	-alte cereale,%	-	100.0000	25.0000	0
2.2.3	-atacate de dăunători, %	0.19	65.0000	25.0000	22.5000
2.2.4	-boabe cu germenele de culoare modificată (black point),%	0.39	97.5000	25.0000	2.5000
2.2.5	-boabe cu tegumentul de culoare modificată, arse,%	-	100.0000	25.0000	0
2.3	-boabe încolțite,%	0.05	83.7500	25.0000	11.2500
2.4	-impurități diverse,% din care:	0.34	93.7500	25.0000	5.0000
2.4.1	-semințe ale altor plante,%	0.13	97.5000	25.0000	2.5000
2.4.2.	-semințe toxice	-	100.0000	25.0000	0
2.4.3.	-boabe alterate,% din care:	-	100.0000	25.0000	0
2.4.3.1	a) boabe arse-încinse,%	-	100.0000	25.0000	0
2.4.3.2	b) boabe atacate de Fusarium,%	-	100.0000	25.0000	0
2.4.4	-corpuri străine,%	0.21	93.7500	25.0000	5.0000
2.4.5	-cornul secarei,%	-	100.0000	25.0000	0
2.4.6	-boabe cu mālura,%	-	100.0000	25.0000	0
2.5	-impurități de origine animală, nr./kg	-	100.0000	25.0000	0
3	Masă hectolitrică, kg/hl	77.3	68.7500	25.0000	22.5000
4	Conținut de proteină ,(NX5,7), %	11.05	77.5000	25.0000	16.2500
5	Conținut de proteină ,(NX5,7), % raportat la substanța uscată %	12.7	77.5000	25.0000	16.2500
6	Indice de cădere, sec	404	31.2500	25.0000	25.0000
7	Gluten umed, %	25.1	76.2500	25.0000	22.5000
8	Indice de deformare, mm	5.4	93.7500	25.0000	6.2500
9	Gluten index	73	100.0000	25.0000	0
10	Infestare	2 buc. *	0	0	25.0000
11	Forța de panificație (W),10E ⁻⁴ J	306	100.0000	25.0000	0
12	DON, mg/kg	187	100.0000	25.0000	0

*Sitophyllius Zeamais / 2,7 kg eșantion

Asocierea tripletelor fuzzy pe baza ponderii relative a analizelor fizico-chimice (tabel 6.4) s-a realizat utilizând relația:

$$F_t = F * [PI; I; FI] / 20$$

Tabel 6.4 – Asocierea tripletelor fuzzy pe baza ponderii relative a analizelor fizico-chimice

Nr. crt.	Parametri determinați	Triplete asociate		
		PI	I	FI
1	Umiditate, %	87.5000	50.0000	12.5000
2	Impurități totale, % din care:	87.5000	50.0000	12.5000
2.1	-boabe sparte, %	37.5000	37.5000	50.0000
2.2	-boabe cu defecte, % din care:	37.5000	37.5000	50.0000
2.2.1	-șistave, %	37.5000	37.5000	50.0000
2.2.2	-alte cereale, %	37.5000	37.5000	50.0000
2.2.3	-atacate de dăunători, %	62.5000	37.5000	25.0000
2.2.4	-boabe cu germenele de culoare modificată (black point), %	37.5000	37.5000	50.0000
2.2.5	- boabe cu tegumentul de culoare modificată (arse), %	62.5000	50.0000	37.5000
2.3	-boabe încolțite, %	50.0000	37.5000	37.5000
2.4	-impurități diverse, % din care:	37.5000	37.5000	50.0000
2.4.1	-semințe ale altor plante, %	37.5000	37.5000	50.0000
2.4.2.	-semințe toxice	87.5000	50.0000	12.5000
2.4.3.	-boabe alterate, % din care:	87.5000	50.0000	12.5000
2.4.3.1	a) boabe arse-încinse, %	87.5000	50.0000	12.5000
2.4.3.2	b) boabe atacate de Fusarium, %	87.5000	50.0000	12.5000
2.4.4	-corpuri străine, %	87.5000	50.0000	12.5000
2.4.5	-cornul secarei, %	87.5000	50.0000	12.5000
2.4.6	-boabe cu mătura, %	100.0000	50.0000	0
2.5	-impurități de origine animală, nr./kg	100.0000	50.0000	0
3	Masă hectolitică, kg/hl	87.5000	50.0000	12.5000
4	Conținut de proteină ,(NX5,7), %	62.5000	50.0000	37.5000
5	Conținut de proteină ,(NX5,7), % raportat la substanța uscată %	87.5000	50.0000	12.5000
6	Indice de cădere, sec	87.5000	50.0000	12.5000
7	Gluten umed, %	62.5000	50.0000	37.5000
8	Indice de deformare, mm	62.5000	50.0000	37.5000
9	Gluten index	37.5000	37.5000	50.0000
10	Infestare	87.5000	50.0000	12.5000
11	Forța de panificație (W), 10E ⁻⁴ J	87.5000	50.0000	12.5000
12	DON, mg/kg	87.5000	50.0000	12.5000

Tripletele fuzzy asociate pe baza ponderii relative a analizelor fizico-chimice (table 6.5) au fost transpuse în funcția de calcul matricial al aplicației fuzzy și supuse modelării astfel:

$$Q_t = \sum(F_t(:,1)); / F_{trel} = F_t / Q_t;$$

F_{trel} – reprezintă matricea ponderilor fiecărui indicator de calitate în calculul indicelui global de calitate

Tabel 6.5 - Matricea ponderilor fiecărui indicator de calitate în calculul indicelui global de calitate

Nr. crt.	Parametri determinați	Triplete asociate		
		PI	I	FI
1	Umiditate, %	0.0419	0.0240	0.0060
2	Impurități totale, % din care:	0.0419	0.0240	0.0060
2.1	-boabe sparte, %	0.0180	0.0180	0.0240
2.2	-boabe cu defecte, % din care:	0.0180	0.0180	0.0240
2.2.1	-șistave, %	0.0180	0.0180	0.0240
2.2.2	-alte cereale, %	0.0180	0.0180	0.0240
2.2.3	-atacate de dăunători, %	0.0299	0.0180	0.0120
2.2.4	-boabe cu germenele de culoare modificată (black point), %	0.0180	0.0180	0.0240
2.2.5	- boabe cu tegumentul de culoare modificată (arse), %	0.0299	0.0240	0.0180
2.3	-boabe încolțite, %	0.0240	0.0180	0.0180
2.4	-impurități diverse, % din care:	0.0180	0.0180	0.0240
2.4.1	-semințe ale altor plante, %	0.0180	0.0180	0.0240
2.4.2.	-semințe toxice	0.0419	0.0240	0.0060
2.4.3.	-boabe alterate, % din care:	0.0419	0.0240	0.0060
2.4.3.1	a)boabe arse-încinse, %	0.0419	0.0240	0.0060
2.4.3.2	b)boabe atacate de Fusarium, %	0.0419	0.0240	0.0060
2.4.4	-corpuri străine, %	0.0419	0.0240	0.0060
2.4.5	-cornul secarei, %	0.0419	0.0240	0.0060
2.4.6	-boabe cu mālura, %	0.0479	0.0240	0
2.5	-impurități de origine animală, nr./kg	0.0479	0.0240	0
3	Masă hectolitrică, kg/hl	0.0419	0.0240	0.0060
4	Conținut de proteină ,(NX5,7), %	0.0299	0.0240	0.0180
5	Conținut de proteină ,(NX5,7), % raportat la substanța uscată %	0.0419	0.0240	0.0060
6	Indice de cădere, sec	0.0419	0.0240	0.0060
7	Gluten umed, %	0.0299	0.0240	0.0180
8	Indice de deformare, mm	0.0299	0.0240	0.0180
9	Gluten index	0.0180	0.0180	0.0240
10	Infestare	0.0419	0.0240	0.0060
11	Forța de panificație (W), 10E ^{-4J}	0.0419	0.0240	0.0060
12	DON, mg/kg	0.0419	0.0240	0.0060

Calculul indicelui global de calitate al loturilor de grau analizate cuprinde faza de fuzzificare si de defuzzificare.

Cu ajutorul ponderilor relative sub forma tripletelor fuzzy s-a calculat indicele global de calitate pentru fiecare lot de grâu, folosind produsul extins pe.mat.

Modelul matematic folosit este: $Clt_i = \sum It_i \otimes Ft_{reli}$, unde $i = 1:30$.

Modelul matematic folosește produsul extins care a fost introdus sub forma funcției pe .mat:

```
%produsul extins  
function C = pe (A, B)/ C(1)=A(1)*B(1);/ C(2)=A(1)*B(2)+B(1)*A(2);/  
C(3)=A(1)*B(3)+B(1)*A(3);
```

Pentru calculul calității lotului de grâu am utilizat funcția cg.mat care transpune modelul matematic de mai sus în limbajul Matlab:

```
%fuzzificare, %calitatea lotului de grâu  
function C = cg(A, B) / C=[0 0 0]; / for i =1:30, / C=C+pe(A(i,:),B(i,:));/end; /
```

Astfel prin fuzzificare, calitatea loturilor de grâu este exprimată sub forma unei triplet fuzzy (tabel 6.6).

Tabel 6.6 - Fuzzificarea calității loturilor de grâu

FUNȚIA	SET FUZZY		
	PI	I	FI
Cl1=cg(lt1, Ftrrel);	82.5150	78.3458	40.5913
Cl2=cg(lt2, Ftrrel);	80.0898	76.7515	40.4192
Cl3=cg(lt3, Ftrrel);	86.9386	82.2455	40.5314
Cl4=cg(lt4, Ftrrel);	82.4626	78.6826	41.0404
Cl5=cg(lt5, Ftrrel);	84.3787	79.2740	39.5210
Cl6=cg(lt6, Ftrrel);	87.7021	82.5599	39.1617
Cl7=cg(lt7, Ftrrel);	88.6078	83.3757	39.7904
Cl8=cg(lt8, Ftrrel);	85.0898	80.9281	39.8129
Cl9=cg(lt9, Ftrrel);	80.0225	76.7740	40.5464
Cl10=cg(lt10, Ftrrel);	86.2500	82.1632	42.1632
Cl11=cg(lt11, Ftrrel);	87.2455	82.6796	41.1901
Cl12=cg(lt12, Ftrrel);	84.1392	80.2994	41.0554
Cl13=cg(lt13, Ftrrel);	86.9386	82.2455	40.5314
Cl14=cg(lt14, Ftrrel);	84.2141	80.4566	41.6617
Cl15=cg(lt15, Ftrrel);	86.9311	82.5524	40.4192
Cl16=cg(lt16, Ftrrel);	76.1228	73.6302	39.5434
Cl17=cg(lt17, Ftrrel);	74.3263	72.4701	39.8877
Cl18=cg(lt18, Ftrrel);	76.9686	74.6108	39.6332
Cl19=cg(lt19, Ftrrel);	76.5719	73.1662	36.8787
Cl20=cg(lt20, Ftrrel);	80.5015	76.1078	38.3084
Cl21=cg(lt21, Ftrrel);	87.3578	82.1407	39.1467
Cl22=cg(lt22, Ftrrel);	84.0644	78.8997	37.1856
Cl23=cg(lt23, Ftrrel);	88.2036	82.6048	38.4281
Cl24=cg(lt24, Ftrrel);	86.0030	81.3623	39.8428
Cl25=cg(lt25, Ftrrel);	87.3278	82.3802	40.2096

Prin intermediul funcției de **defuzzificare**, tripletele fuzzy ce indică calitatea loturilor de grâu, sunt transformate în indici.

```
%defuzzificare: function Y = df(A) / Y=(3*A(1)-A(2)+A(3))/3;
```

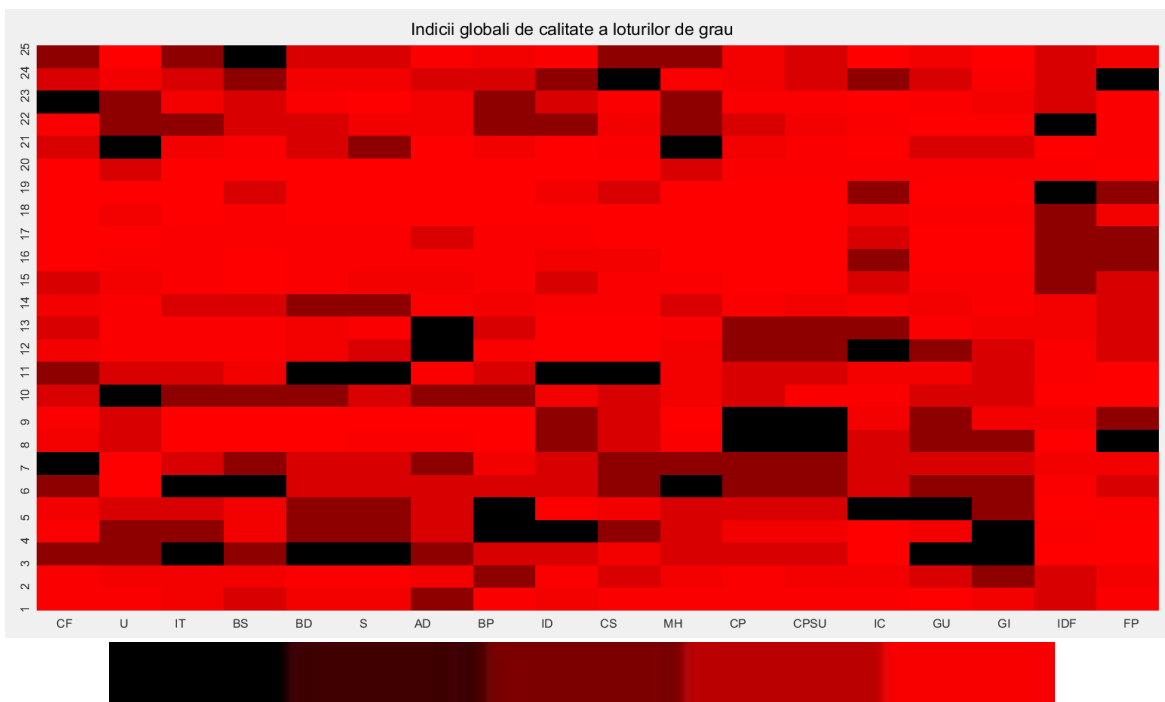
Se obține astfel vectorul ICG, cu indicii de calitate pentru fiecare lot (tabel 6.7)

$$[CGd, Ld1]=\text{sortrows}(ICG',-1); [La1, L1]=\text{sortrows}(Ld1);$$

Tabel 6.7 – Indicii de calitate globală pentru loturile analizate (ICG)

Cod lot	Funcția Y = df (A)	Indice global de calitate (ICG)
Lot 1	ICG= df(Clt1)	69.9301
Lot 2	ICG= df(Clt2)	67.9790
Lot 3	ICG= df(Clt3)	73.0339
Lot 4	ICG= df(Clt4)	69.9152
Lot 5	ICG= df(Clt5)	71.1277
Lot 6	ICG= df(Clt6)	73.2360
Lot 7	ICG= df(Clt7)	74.0793
Lot 8	ICG= df(Clt8)	71.3847
Lot 9	ICG= df(Clt9)	67.9466
Lot 10	ICG= df(Clt10)	72.9167
Lot 11	ICG= df(Clt11)	73.4157
Lot 12	ICG= df(Clt12)	71.0579
Lot 13	ICG= df(Clt13)	73.0339
Lot 14	ICG= df(Clt14)	71.2824
Lot 15	ICG= df(Clt15)	72.8867
Lot 16	ICG= df(Clt16)	64.7605
Lot 17	ICG= df(Clt17)	63.4656
Lot 18	ICG= df(Clt18)	65.3094
Lot 19	ICG= df(Clt19)	64.4760
Lot 20	ICG= df(Clt20)	67.9017
Lot 21	ICG= df(Clt21)	73.0264
Lot 22	ICG= df(Clt22)	70.1597
Lot 23	ICG= df(Clt23)	73.4780
Lot 24	ICG= df(Clt24)	72.1632
Lot 25	ICG= df(Clt25)];	73.2710

În figura 6.1 este reprezentată grafic imaginea calității celor 25 de loturi de grâu analizate, observându-se variațiile indicelui global de calitate, iar în figura 6.2 programul a generat o hartă coloristică prin care se pot identifica cu ușurință punctele critice din analizele efectuate.

Figura 6.1 - Indicii globali de calitate ai loturilor de grâu

Foarte bun Bun Mediu Satisfăcător Nesatisfăcător
 CF- infestare; U=umiditate; IT=impurități totale; BS=boabe sparte; BD=boabe cu defecte
 S=boabe șistave; AD=boabe atacate de dăunători; BP=blackpoint; ID=impurități diverse; CS=corpuri
 străine; MH= masă hectolitică; CP=conținut de proteină brută; CPSU=conținut de proteină raportat la
 substanța uscată; IC=indice de cădere; GU=conținut de gluten; GI= gluten index, IDF=indice de
 deformare; FP=forța de panificație (W)

Figura 6.2 - Harta indicilor globali de calitate în partida de marfă analizată

Corelarea indicelui global de calitate prin raportarea la Planul de gradare pentru grâul comun în România, s-a realizat prin ordonarea descrescătoare a valorilor indicelui ICG și asocierea cu gradul alocat.

În operația de gradare, din valoarea impurităților totale a fost eliminată fracția boabelor atacate de blackpoint, identificarea și evidențierea acestora a avut rolul de a efectua o apreciere complexă luând în calcul toate fracțiile prevăzute de standard.

În tabelul 6.8 este redată asocierea și factorul determinant care a clasat lotul într-un grad special sau inferior gradului RO 1.

Tabel 6.8- Asocierea ICG la sistemul de gradare românesc

LOT	GRAD RO (FACTOR DETERMINANT)	ICG
Lot 7	RO 1	74.0793
Lot 23	RO 1	73.478
Lot 11	RO 1	73.4157
Lot 25	RO 1	73.271
Lot 6	RO 1	73.236
Lot 3	RO 1	73.0339
Lot 13	RO 1	73.0339
Lot 21	RO 1	73.0264
Lot 10	RO 1	72.9167
Lot 15	RO 3 (% boabe sparte)	72.8867
Lot 24	RO 1	72.1632
Lot 8	RO 3 (% boabe sparte)	71.3847
Lot 14	RO 1	71.2824
Lot 5	RO 1 INFESTAT	71.1277
Lot 12	RO 1	71.0579
Lot 22	RO 1	70.1597
Lot 1	RO 1 INFESTAT	69.9301
Lot 4	RO 1 INFESTAT	69.9152
Lot 2	RO 1 INFESTAT	67.979
Lot 9	RO 2 INFESTAT (kg/hl, masa hectolitrică)	67.9466
Lot 20	RO 2 (boabe șistave)	67.9017
Lot 18	RO 3 (kg/hl, masa hectolitrică)	65.3094
Lot 16	RO 3 INFESTAT (kg/hl, masa hectolitrică)	64.7605
Lot 19	RO 2 (% conținut de proteină)	64.476
Lot 17	RO 3 INFESTAT(kg/hl, masa hectolitrică)	63.4656

În urma analizării celor două metode de apreciere a calității unor loturi de grâu, se poate concluziona că valorile minime ale ICG obținute în cazul celor 25 de loturi analizate au fost atribuite cu precădere loturilor infestate și ale căror parametri determinați în gradare au înregistrat valori sub limitele impuse gradului RO 1.

Criteriile care stau la baza operației de gradare sunt caracteristicile organoleptice și sanitare, conținutul de impurități totale, masa hectolitrică și conținutul de proteină raportat la substanța uscată.

CAPITOLUL 7 - CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI PERSPECTIVE DE CERCETARE

7.1 CONCLUZII GENERALE

Conceperea modelului informațional s-a bazat pe aprofundarea aspectelor care țin de evoluție, origini și însușirile fizico-chimice ale grâului, expuse în cuprinsul Capitolului 1.

Stadiul actual al cunoașterii indicatorilor care definesc calitatea grâului și metodele de determinare a acestora constituie baza științifică ca reper în metodologia de evaluare a calității grâului și la configurarea modelului informațional realizat în prezenta teză.

Fundamentarea importanței grâului din punct de vedere economic și cultural, precum și condițiile de calitate prevăzute în contractele specifice utilizate în comerțul internațional cu grâu a evidențiat percepția diferită asupra evaluării calității grâului.

Conceptul de calitate al grâului în țările mari producătoare de grâu este diferit perceput și adaptat la viața socio-culturală a regiunilor analizate. Aprecierea și importanța parametrilor de calitate subliniază caracterul geografic, resursele naturale și economice de care dispune fiecare stat, aceste aspecte diferențiază și limitează calitatea anumitor loturi de grâu prin norme naționale raportate la standardele și regulamentele internaționale în vigoare.

În etapa premergătoare generării modelului informațional au fost efectuate cercetări aplicative privind determinarea principalilor indicatori de calitate în scopul identificării punctelor critice și a aspectelor care țin de o evaluare obiectivă, corectă și reprezentativă a loturilor de grâu analizate. Pe parcursul capitolului 5 au fost descrise etapele și metodele utilizate, precum și rezultatele obținute, raportate la specificațiile de produs europene și internaționale.

Pe tot parcursul lucrării s-au avut în vedere condiționările și limitările care pot clasa loturile de grâu ca fiind inapte consumului uman, precum și aspecte ce țin de siguranța alimentară prin potențiale contaminări cu micotoxine sau cu impurități greu de eliminat în procesele de condiționare, manipulare ori transport.

Toate loturile analizate pot fi utilizate în panificație, făina rezultată fiind pretabilă obținerii pâinii, unele loturi necesitând amestecare cu cantități de o calitate superioară sau aditivare pentru valorificarea făinii în produse de patiserie sau alte specialități din panificație.

Analiza calitativă a loturilor relevă necesitatea intervenirii rapide asupra loturilor în care a fost identificată infestare vie, prin luarea măsurilor care se impun, respectiv gazarea sau fumigarea acestora.

Îmbunătățirea calității loturilor analizate poate fi realizată printr-o condiționare suplimentară diminuând astfel fracțiile categoriei impurităților totale și îmbunătățirea parametrului masă hectolitrică. Modificarea masei hectolitrică presupune creșterea conținutului de făină extrasă și poate influența pozitiv parametrii care vizează comportarea reologica a aluatului, dar și conținutul și calitatea glutenului.

Aprecierile experților privind rezultatele obținute în urma determinărilor de calitate ale loturilor luate în studiu, precum și stabilirea ponderii importanței parametrilor analizați s-a realizat prin corelarea valorilor aferente indicatorilor analizați cu standardele internaționale, europene, dar și a specificațiilor de calitate utilizate în contractele comerciale alături de experiența profesională a fiecărui evaluator.

Prelucrarea calificativelor acordate de experți atât pentru valorile obținute cât și ponderea importanței parametrilor, au condus la obținerea unor seturi de date care au permis modelarea matematică în Matlab prin utilizarea funcțiilor de fuzzyficare și defuzzyficare.

Programul Matlab cu funcțiile fuzzy este frecvent utilizat și există numeroase articole științifice care au la baza date statistice prelucrate prin această metodă. Literatura de specialitate subliniază potențialul aplicațiilor fuzzy folosite pentru a reda incertitudinea procesului și simularea determinării calității unui produs final.

Maparea atributelor de calitate prin tehnica fuzzy ca seturi fuzzy multidimensionale și ulterior defuzzyficare a avut ca rezultat obținerea unui **indice global de calitate** asociat întregului lot (ICG).

Integrarea conceptului ICG al grâului în aria comercială vizând evaluarea calitativă a grâului poate genera o imagine globală a calității pentru întreaga partidă de grâu sau individual pentru fiecare lot.

Caracterul multifactorial al ICG aferent loturilor analizate validează obiectivul tezei de doctorat intitulată „Model informațional de standardizare a calității grâului în contractele internaționale” și poate fi verificabil prin asocierea ICG la gradele de calitate alocate în urma operației de gradare pe baza rezultatelor obținute.

7.2 CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI PERSPECTIVE DE CERCETARE

Obiectivul tezei de doctorat intitulată „Model informațional de standardizare a calității grâului în contractele internaționale” reprezintă o metodă inovativă de abordare a calității grâului și poate constitui un reper în calculul penalităților și bonificațiilor din cadrul contractelor comerciale internaționale.

Parcursul etapelor descrise în capitolele tezei a generat un indice global de calitate al grâului care poate fi extins ca utilizare în mai multe segmente comerciale, guvernamentale sau științifice.

Cercetarea transpusă în teza de doctorat „Model informațional de standardizare a calității grâului în contractele internaționale” a îmbinat standardele naționale și internaționale care reglementează metodele de referință pentru determinările de calitate a grâului frecvent utilizate în contractele internaționale, precum și specificații naționale și contractuale sub aspectul stabilirii calității.

Pe lângă literatura de specialitate care cuprinde în mare parte studii privind modificări și comportări ale grâului în diferite faze de cultură, depozitare sau procesare, experiența personală în domeniul calității și aprecierea experților asupra ponderii importanței parametrilor de calitate și evaluarea calității pe baza rezultatelor obținute, au condus la configurarea modelului informațional propus.

Obținerea și utilizarea indicelui global de calitate generează aplicabilitate nu numai sferei comerciale ca referință de calitate și de stabilire a prețului, ci și o măsură de apreciere a oportunităților de procesare.

Indicele global de calitate poate fi implementat și în contractele de creditare unde sunt aduse în garanție stocuri de grâu, instituțiile creditoare având o imagine nu doar asupra cantității.

Cercetătorii pot utiliza indicele global de calitate în studiul tehnologiilor de cultură sau în procesele de ameliorare.

Pe lanțul comercial, indicele global de calitate poate evidenția punctele critice ale unor loturi și poate facilita depozitarea diferențiată în depozite, barje, hambarele navelor, silozuri, vagoane sau alte mijloace de transport.

Din punct de vedere al continuării cercetării și dezvoltării indicelui global de calitate, modelul informațional propus poate fi extins și pe alte tipuri de semințe agricole și poate fi asociat unei aplicații care să genereze un model informațional de stabilire a prețului.

În studiul calității grâului, indicele de calitate globală poate fi studiat și prin extinderea numărului de parametri sau limitarea la anumiți indicatori de interes.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- [1] “FAOSTAT.” <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed Feb. 17, 2021).
- [2] F. Balfourier *et al.*, “Worldwide phylogeography and history of wheat genetic diversity,” *Sci. Adv.*, vol. 5, pp. 1–10, May 2019, doi: 10.1126/sciadv.aav0536.
- [3] “Short History Website,” *The term Mesopotamia and geographical position*, 2015. <https://www.shorthistory.org/ancient-civilizations/mesopotamia/the-term-mesopotamia-and-geographical-position>.
- [4] M. Axinte, I. Borcean, G. V. Roman, and L. S. Muntean, *Fitotehnie*, IV. Iasi: Editura “Ion Ionescu de la Brad,” 2006.
- [5] S. Rustgi, P. Shewry, F. Brouns, L. J. Deleu, and J. A. Delcour, “Wheat Seed Proteins: Factors Influencing Their Content, Composition, and Technological Properties, and Strategies to Reduce Adverse Reactions,” *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 18, no. 6, pp. 1751–1769, Nov. 2019, doi: 10.1111/1541-4337.12493.
- [6] “Histological structure of wheat grain.” https://www.researchgate.net/figure/Histological-structure-of-wheat-grain-Adapted-from-Surget-and-Barron-2005-color_fig1_221977734.
- [7] I. Pasha, F. M. Anjum, and C. F. Morris, “Grain Hardness: A Major Determinant of Wheat Quality,” *Food Sci. Technol. Int.*, vol. 16, no. 6, pp. 511–522, Dec. 2010, doi: 10.1177/1082013210379691.
- [8] Y. N. Guragain, K. V. Probst, and P. V. Vadlani, “Fuel Alcohol Production,” in *Reference Module in Food Science*, Elsevier, 2016.
- [9] Banu Iuliana, *Principii generale de morarit*. Galati: Editura Fundatiei Universitare “Dunarea de Jos” Galati, 2007.
- [10] *Organismul National de Standardizare - SR EN ISO 24333:2010. Cereale si produse din cereale. Esantionare*. 2010.
- [11] ISO, *International Standard 7970:2021- Wheat (Triticum aestivum L.) — Specification*. 2021.
- [12] *Organismul National de Standardizare -SR ISO 6639-1. Cereale si leguminoase. Determinarea infestarii ascunse cu insecte. Partea 1: Principii generale*. 1996.
- [13] A. Mogarzan and T. Robu, *Tehnologia pastrarii produselor agricole vegetale*. Iasi, 2005.
- [14] *Organismul National de Standardizare - SR EN ISO 712. Cereale si produse din cereale. determinarea umiditatii. Metoda de referinta*. 2010.
- [15] *Organismul National de Standardizare, SR EN 13548:2013 - Grâu comun (Triticum aestivum). Specificații*. 2013.
- [16] G. Branlard, M. Dardevet, R. Saccomano, F. Lagoutte, and J. Gourdon, “Genetic Diversity of Wheat Storage Proteins and Bread Wheat Quality,” 2001, pp. 157–169.
- [17] W. MA, Z. YU, M. SHE, Y. ZHAO, and S. ISLAM, “Wheat gluten protein and its impacts on wheat processing quality,” *Front. Agric. Sci. Eng.*, vol. 6, no. 3, p. 279, 2019, doi: 10.15302/J-FASE-2019267.
- [18] H. Wang, N. Pampati, W. M. McCormick, and L. Bhattacharyya, “Protein Nitrogen Determination by Kjeldahl Digestion and Ion Chromatography,” *J. Pharm. Sci.*, vol. 105, no. 6, pp. 1851–1857, Jun. 2016, doi: 10.1016/j.xphs.2016.03.039.
- [19] P. R. Shewry, R. D’Ovidio, J. A. Jenkins, and F. Békés, “CHAPTER 8: Wheat Grain Proteins,” in *WHEAT: Chemistry and Technology*, 3340 Pilot Knob Road, St. Paul, Minnesota 55121, U.S.A.: AACCI International, Inc., 2009, pp. 223–298.
- [20] C. N. Popa, R. M. T. Berehoiu, and N. Lambrache, “Assessment of gluten index component wet gluten remaining on the sieve as predictor of wheat bakery potential,” *Rev. Chim.*, vol. 70, no. 11, pp. 3994–3999, 2019, doi: 10.37358/rc.70.19.11.7690.
- [21] N. A. Oikonomou, S. Bakalis, M. S. Rahman, and M. K. Krokida, “Gluten Index for Wheat Products: Main Variables in Affecting the Value and Nonlinear Regression Model,” *Int. J.*

- Food Prop.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–11, Jan. 2015, doi: 10.1080/10942912.2013.772198.
- [22] “International Association for Cereal Science and Technology,” 2020. <https://icc.or.at/publications/icc-standards/standards-overview/155-standard-method>.
- [23] Organismul National de Standardizare - *SR ISO 5527-Cereale. Terminologie*. 2002.
- [24] Organismul National de Standardizare, *SR EN 15587: 2019 - cereale si produse cerealiere. determinarea continutului de impuritati in grau (Triticum aestivum L.), grau durum (Triticum durum Desf.), secara (Secale cereale L.) si orz furajer (Triticum vulgare L.)*. 2019.
- [25] Y. Shen *et al.*, “Image Recognition Method Based on an Improved Convolutional Neural Network to Detect Impurities in Wheat,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 162206–162218, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2946589.
- [26] A. M. Kiszonas, D. A. Engle, L. A. Pierantoni, and C. F. Morris, “Relationships between Falling Number, α -amylase activity, milling, cookie, and sponge cake quality of soft white wheat,” *Cereal Chem.*, vol. 95, no. 3, pp. 373–385, May 2018, doi: 10.1002/cche.10041.
- [27] Organismul National de Standardizare, *SR EN ISO 27971 Cereale și produse cerealiere. Grâu comun (Triticum aestivum L.). Determinarea proprietăților alveografice a unui aluat cu hidratare constantă din făină industrială sau de încercare și metodologia de măcinare experimentală*. .
- [28] *REGULAMENTUL (CE) NR. 1881/2006 AL COMISIEI EUROPENE din 19 decembrie 2006 de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare*. 2006.
- [29] N. U. Hassan, Q. Mahmood, A. Waseem, M. Irshad, Faridullah, and A. Pervez, “Assessment of heavy metals in wheat plants irrigated with contaminated wastewater,” *Polish J. Environ. Stud.*, 2013.
- [30] A. Esmaili, V. Noroozi Karbasdehi, R. Saeedi, M. Javad Mohammadi, T. Sobhani, and S. Dobaradaran, “Data on heavy metal levels (Cd, Co, and Cu) in wheat grains cultured in Dashtestan County, Iran,” *Data Br.*, 2017, doi: 10.1016/j.dib.2017.08.012.
- [31] B. Hou, Z. wei Wang, and R. Ying, “Pesticide Residues and Wheat Farmer’s Cognition: A China Scenario,” *Agric. Res.*, 2016, doi: 10.1007/s40003-015-0192-4.
- [32] “STATISTA.” <https://www.statista.com/statistics/267268/production-of-wheat-worldwide-since-1990/>.
- [33] “IndexMundi.” <https://www.indexmundi.com/agriculture/?country=us&commodity=wheat&graph=production>.
- [34] “World Bank.” <https://data.worldbank.org/indicator/AG.PRD.CREL.MT>.
- [35] “The Food and Agriculture Organization (FAO).” http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity.
- [36] “FAOSTAT.” http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity (accessed Feb. 17, 2021).
- [37] E. Commission, “Cereals trade Directorate-General for Agriculture and Rural Development,” 2022.
- [38] U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, “Economic Research Service U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE,” *Periodic and Scheduled Wheat-related Publications and Data*, 2022. <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/wheat/> (accessed Feb. 23, 2022).
- [39] 2014b USDA-GIPSA, *Subpart M—United States Standards for Wheat*. Washington, 2014.
- [40] K. M. Uhl, O. Perekhozhuk, and T. Glauben, “Russian Market Power in International Wheat Exports: Evidence from a Residual Demand Elasticity Analysis,” *J. Agric. Food Ind. Organ.*, 2019, doi: 10.1515/jafio-2016-0026.

- [41] “GOST 9353-2016 Wheat. Specifications,” 2016.
- [42] Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale din România, *Ordinul nr. 228/2017 privind aprobarea Manualului de gradare pentru semințele de consum*. Monitorul Oficial, Partea I nr. 537 din 10 iulie 2017, 2017.
- [43] “German Grain TAB GmbH.” <https://www.german-grain.de/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [44] R. Lásztity and A. Salgó, “Quality assurance of cereals - Past, present, future,” *Period. Polytech. Chem. Eng.*, vol. 46, no. 1–2, pp. 5–13, 2002.
- [45] *Organismul National de Standardizare SR EN ISO 7971-2- Cereale. Determinarea densității în vrac, denumită masă hectolitrică. Partea 2: Metoda de trasabilitate pentru instrumentele de măsură prin referire la instrumentul etalon internațional*. 2019.
- [46] *Organismul National de Standardizare -SR EN ISO 3093.Grau, secara și fainuri corespunzătoare, grau durum și faina grifică de grau durum. Determinarea indicelui de cadere conform Hagberg - Perten*. 2010.
- [47] X. Yang, L. Wu, Z. Zhu, G. Ren, and S. Liu, “Variation and trends in dough rheological properties and flour quality in 330 Chinese wheat varieties,” *Crop J.*, vol. 2, no. 4, pp. 195–200, Aug. 2014, doi: 10.1016/j.cj.2014.04.001.
- [48] ISO, *ISO 5725-1:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*. 1994.
- [49] *Organismul National de Standardizare SR EN ISO 7971-1-Cereale. Determinarea masei volumice, denumită masă hectolitrică. Partea 1: Metoda de referință*. .
- [50] S. Thaker and V. Nagori, “Analysis of Fuzzification Process in Fuzzy Expert System,” 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.05.047.
- [51] C. Kahraman, T. Ertay, and G. Büyüközkan, “A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 171, no. 2, pp. 390–411, Jun. 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2004.09.016.
- [52] C. Rosyidi, R. Murtisari, and W. Jauhari, “A concurrent optimization model for supplier selection with fuzzy quality loss,” *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 10, no. 1, p. 98, Apr. 2017, doi: 10.3926/jiem.800.
- [53] N. Perrot, I. Ioannou, I. Allais, C. Curt, J. Hossenlopp, and G. Trystram, “Fuzzy concepts applied to food product quality control: A review,” *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 157, no. 9, pp. 1145–1154, May 2006, doi: 10.1016/j.fss.2005.12.013.
- [54] S.-åke Svensson, “Implementing a Fuzzy Classifier and Improving its Accuracy using Genetic Algorithms,” *53rd Annu. Conf. Stat. Comput. Sci. Oper. Res.*, 2020.
- [55] M. A. R. Pessoa, F. J. de Souza, P. Domingos, and J. P. S. de Azevedo, “Índice fuzzy de qualidade de água para ambiente lótico - IQAFAL,” *Eng. Sanit. e Ambient.*, vol. 25, no. 1, pp. 21–30, Jan. 2020, doi: 10.1590/s1413-41522020147587.

DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

Articole științifice publicate

- A. **Ciprian Petrișor PLENOVICI**, Constanța Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), Cristian MUNTENIȚĂ and Gheorghe Adrian ZUGRAVU, “**Primary Assessment of Wheat Quality**,” Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association (IBIMA), ISBN: 978-0-9998551-2-6, 10-11 April 2019, Granada, Spain, p 657-662, **Scopus**.
<https://ibima.org/accepted-paper/primary-assessment-of-wheat-quality/>
- B. **Ciprian Petrișor PLENOVICI**, Constanța Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), Cristian MUNTENIȚĂ and Gheorghe Adrian ZUGRAVU, “**Evolution of Wheat and Maize Productions In Romania between 2007-2018**” Proceedings of the 35th International Business Information Management Association (IBIMA), ISBN: 978-0-9998551-4-0, 1-2 April 2020, Seville, Spain, p. 5250-5255. **Web of Science**
<https://ibima.org/accepted-paper/evolution-of-wheat-and-maize-productions-in-romania-between-2007-2018/>
- C. **Ciprian Petrișor PLENOVICI**, Constanța Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU) and Gheorghe Adrian ZUGRAVU, “**Quality Analysis of Lots of Wheat Harvested from Areas Affected by Extreme Drought**,” Proceedings of the 37th International Business Information Management Association (IBIMA), ISBN: 978-0-9998551-6-4, 30-31 May 2021, Cordoba, Spain, p 6737-6742. **Web of Science**
<https://ibima.org/accepted-paper/quality-analysis-of-lots-of-wheat-harvested-from-areas-affected-by-extreme-drought/>
- D. Constanta Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), **Ciprian Petrisor PLENOVICI**, Loredana DIMA, Dragos CRISTEA, Mioara COSTACHE and Gheorghe Adrian ZUGRAVU, “**Rationalization of Transhumance in Beekeeping Through Intensive Productivity Model**” Proceedings of the 34th International Business Information Management Association (IBIMA), ISBN: 978-0-9998551-3-3, 13-14 November 2019, Madrid, Spain, p. 8014-8020. **Web of Science**
<https://ibima.org/accepted-paper/rationalization-of-transhumance-in-beekeeping-through-intensive-productivity-model/>
- E. Alina MOGODAN, Stefan-Mihai PETREA, Ira SIMIONOV, **Ciprian Petrisor PLENOVICI**, Dragos CRISTEA, Mioara COSTACHE and Gheorghe Adrian ZUGRAVU, “**The Integration of Multi-Trophic Concept: A Solution for Modern Aquaculture Sustainable Development**” Proceedings of the 34th International Business Information Management Association (IBIMA), ISBN: 978-0-9998551-3-3, 13-14 November 2019, Madrid, Spain, p. 8021-8031. **Web of Science**
<https://ibima.org/accepted-paper/the-integration-of-multi-trophicconcept-a-solution-for-modern-aquaculture-sustainable-development/>
- F. Constanta Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), **Ciprian Petrisor PLENOVICI**, Camelia FASOLA (LUNGEANU), Maria Magdalena TUREK RAHOVEANU and Gheorghe Adrian ZUGRAVU, “**Economic Feasibility Analysis in Aquaponics**,” Proceedings of the 33rd

International Business Information Management Association (IBIMA), ISBN: 978-0-9998551-2-6, 10-11 April 2019, Granada, Spain, p 63-69. **Scopus.**

<https://ibima.org/accepted-paper/economic-feasibility-analysis-in-aquaponics/>

- G. Constanta Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), Maria Magdalena TUREK RAHOVEANU, Ludmila MOGILDEA, **Ciprian PLENOVICI** and Gheorghe Adrian ZUGRAVU, "**Support Measures in The Beekeeping Sector**," Proceedings of the 37th International Business Information Management Association (IBIMA), ISBN: 978-0-9998551-6-4, 30-31 May 2021, Cordoba, Spain, p 1129-1134. **Web of Science**
- H. Gheorghe Adrian ZUGRAVU, Constanta Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), Maria Magdalena TUREK RAHOVEANU, Loredana DIMA and Ciprian Petrisor PLENOVICI, "**The Policy Measures Impact on EU Beekeeping**," Proceedings of the 36th International Business Information Management Association (IBIMA), ISBN: 978-0-9998551-5-7, 4-5 November 2020, Granada, Spain, p 3011-3017. **Web of Science**
<https://ibima.org/accepted-paper/the-policy-measures-impact-on-eu-beekeeping/>
- I. Gheorghe Adrian Zugravu, Ionica Soare, Maria Magdalena Turek Rahoveanu, Camelia Costela Fasola (Lungeanu), **Ciprian Petrisor Plenovici**, Constanța Laura Augustin (Zugravu), "**Sustainable Intensive Beekeeping**", International Conference on Trends & Innovations in Management, Engineering, Science & Humanities (ICTIMESH 2019), Dubai, 18-21 December, 2019; published in special issue of International Journal of Latest Trends in Engineering & Technology/ International Journal of Engineering, Applied and Management Sciences Paradigms. The links for accessing the special issue of ICTIMESH 19 are:
http://www.ijeam.com/special_issue_ictimesh_2019.php,
<https://www.ijltet.org/archive.php?id=954>
- J. Constanța Laura Augustin (Zugravu), Ionica Soare, Maria Magdalena Turek Rahoveanu, Camelia Costela Fasola (Lungeanu), **Ciprian Petrisor Plenovici**, Gheorghe Adrian Zugravu, "**Study on Intensive Beekeeping Practices in Romania**", International Conference on Trends & Innovations in Management, Engineering, Science & Humanities (ICTIMESH 2019), 18-21 December 2019, Dubai; published in special issue of International Journal of Latest Trends in Engineering & Technology/ International Journal of Engineering, Applied and Management Sciences Paradigms. The links for accessing the special issue of ICTIMESH 19 are:
http://www.ijeam.com/special_issue_ictimesh_2019.php,
<https://www.ijltet.org/archive.php?id=954>
- K. Gheorghe Adrian ZUGRAVU, Cristian Muntenita, Ciprian Petrisor PLENOVICI, Constanța Laura AUGUSTIN, "**Risk analysis model in aquaponics, 3rd** Complexity in Applied Science and Engineering International Conference 2019 (CASEIC 2019), 11th-13th October 2019, Phuket, Thailand, All accepted CASEIC 2019 paper will be published in Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Sciences EISSN: 0973-8975, ISSN: 2454-7190.
- L. Constanța Laura AUGUSTIN, Ciprian Petrisor PLENOVICI, Cristian Muntenita, Gheorghe Adrian ZUGRAVU, "**Environmental risk assessment of intensive beekeeping integrated**

with aquaponic system, 3rd Complexity in Applied Science and Engineering International Conference 2019 (CASEIC 2019), 11th-13th October 2019, Phuket, Thailand, All accepted CASEIC 2019 paper will be published in Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Sciences EISSN: 0973-8975, ISSN: 2454-7190.

Lucrări publicate, cărți:

- A. Zugravu Gheorghe Adrian, Ionica Soare, Augustin Constanta Laura, **Ciprian Plenovici** - GHID PRIVIND POTENȚIALUL MELIFER, CONDIȚIILE CLIMATICE, CALITATEA AERULUI ȘI SOLULUI ÎN REGIUNEA BAZINULUI MĂRII NEGRE, Editura Zigotto este recunoscută de Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior (cod 262), Tipografia Zigotto Galați, ISBN 978-606-669-341-7

Lucrări prezentate la conferințe internaționale:

- A. A Dr. Constanta Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), Dr. **Ciprian Petrisor PLENOVICI**, Dr. Camelia FASOLA (LUNGEANU), Dr. Maria Magdalena TUREK RAHOVEANU and Dr. Gheorghe Adrian ZUGRAVU, Economic Feasibility Analysis in Aquaponics to the International Business Information Management Conference (33rd IBIMA) Granada, Spain 10-11 April, 2019 has been accepted for presentation at the conference. The paper will be included in the conference proceedings (ISBN: 978-0-9998551-2-6) as a full paper;
- B. **Dr. Ciprian Petrișor PLENOVICI**, Dr. Constanța Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), Dr. Cristian MUNTENIȚĂ, and Dr. Gheorghe Adrian ZUGRAVU, "Primary Assessment of Wheat Quality" to the International Business Information Management Conference (33rd IBIMA) Granada, Spain 10-11 April, 2019 has been accepted for presentation at the conference. The paper will be included in the conference proceedings (ISBN: 978-0-9998551-2-6) as a full paper;
- C. Augustin, CL (Augustin (Zugravu), Constanta Laura)^[1]; **Plenovici, CP (Plenovici, Ciprian Petrisor)**^[1]; Dima, L (Dima, Loredana)^[1]; Cristea, D (Cristea, Dragos)^[1]; Costache, M (Costache, Mioara)^[2]; Zugravu, GA (Zugravu, Gheorghe Adrian)^[1], Rationalization of Transhumance in Beekeeping Through Intensive Productivity Model, 34th International-Business-Information-Management-Association (IBIMA) Conference, Location: Madrid, SPAIN, Date: NOV 13-14, 2019, Accession Number: WOS:000561117201031, ISBN:978-0-9998551-3-3;
- D. Constanta Laura Augustin (Zugravu)^a, Maria Magdalena Turek Rahoveanu^b, Ciprian Petrisor Plenovici^c, Gheorghe Adrian Zugravu^d, **Intensive Beekeeping in Romania, 7th Edition of CSSD-UDJG, 13th and 14th of June 2019**
- E. **Plenovici Ciprian Petrisor**, Zugravu Constanta Laura, Muntenita Cristian, Zugravu Adrian, "Aspects regarding the qualitative classification of wheat lots", Galati, 18-19 of June 2020, 8Th Edition of SCDS-UDJG.

- F. **Plenovici Ciprian Petrisor**, Zugravu Constanta Laura, Zugravu Adrian, “Romanian agricultural seeds market. Evolution and trends”, Galati, 10-11 of June 2021, 9Th Edition of SCDS-UDJG
- G. Constanta Laura Augustin (Zugravu)^{a,*}, Maria Magdalena Turek Rahoveanu^b, **Ciprian Petrisor Plenovici**^c, Gheorghe Adrian Zugravu^d, Intensive Beekeeping model of biodiversity growth, 7th Edition of CSSD-UDJG, 13th and 14th of June 2019;
- H. **Ciprian Petrișor Plenovici**, Constanța Laura Augustin (Zugravu), Gheorghe Adrian Zugravu The main micotoxins of cereals and their impact on consumer health, 7th Edition of CSSD-UDJG, 13th and 14th of June 2019;
- I. **Ciprian Petrișor Plenovici**, Constanța Laura Augustin (Zugravu), Gheorghe Adrian Zugravu Deoxynivalenol –admissible limits and analytical methods, 7th Edition of CSSD-UDJG, 13th and 14th of June 2019;
- J. Gheorghe Adrian Zugravu, Ionica Soare, Maria Magdalena Turek Rahoveanu, Camelia Costela Fasola (Lungeanu), **Ciprian Petrisor Plenovici**, Constanta Laura Augustin (Zugravu), Sustainable Intensive Beekeeping, International Conference on Trends & Innovations in Management, Engineering, Science & Humanities (ICTIMESH 2019), Flora Grand Hotel, Dubai during December 18-21, 2019; published in special issue of International Journal of Latest Trends in Engineering & Technology/ International Journal of Engineering, Applied and Management Sciences Paradigms. The links for accessing the special issue of ICTIMESH 19 are: http://www.ijeam.com/special_issue_ictimesh_2019.php, <https://www.ijltet.org/archive.php?id=954>
- K. Constanta Laura Augustin (Zugravu), Ionica Soare, Maria Magdalena Turek Rahoveanu, Camelia Costela Fasola (Lungeanu), **Ciprian Petrisor Plenovici**, Gheorghe Adrian Zugravu, Study on Intensive Beekeeping Practices in Romania, International Conference on Trends & Innovations in Management, Engineering, Science & Humanities (ICTIMESH 2019), Flora Grand Hotel, Dubai during December 18-21, 2019; published in special issue of International Journal of Latest Trends in Engineering & Technology/ International Journal of Engineering, Applied and Management Sciences Paradigms. The links for accessing the special issue of ICTIMESH 19 are: http://www.ijeam.com/special_issue_ictimesh_2019.php, <https://www.ijltet.org/archive.php?id=954>
- L. Gheorghe Adrian ZUGRAVU, Cristian Munteniță, **Ciprian Petrișor PLENOVICI**, Constanta Laura AUGUSTIN, Risk analysis model in aquaponics, 3rd Complexity in Applied Science and Engineering International Conference 2019 (CASEIC 2019) on 11th-13th October 2019 in Phuket, Thailand, All accepted CASEIC 2019 paper will be published in Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Sciences EISSN: 0973-8975, ISSN: 2454-7190;
- M. Constanta Laura AUGUSTIN, **Ciprian Petrișor PLENOVICI**, Cristian Munteniță, Gheorghe Adrian ZUGRAVU, Environmental risk assessment of intensive beekeeping

integrated with aquaponic system, 3rd Complexity in Applied Science and Engineering International Conference 2019 (CASEIC 2019) on 11th-13th October 2019 in Phuket, Thailand, All accepted CASEIC 2019 paper will be published in Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Sciences EISSN: 0973-8975, ISSN: 2454-7190;

- N. Dr. Constanta Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), Dr. **Ciprian Petrisor PLENOVICI**, Dr. Loredana DIMA and Dr. Gheorghe Adrian ZUGRAVU, "Rationalization of Transhumance in Beekeeping through Intensive Productivity Model" to the International Business Information Management Conference (34th IBIMA) Madrid, Spain 13-14 November 2019 has been accepted for presentation at the conference. The paper will be included in the conference proceedings (ISBN: 978-0-9998551-3-3) as a full paper
- O. Dr. **Ciprian Petrișor PLENOVICI**, Dr. Constanța Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU) and Dr. Cristian MUNTENIȚĂ, Evolution of wheat and maize productions in Romania between 2007-2018, to the International Business Information Management Conference (35th IBIMA) Seville, Spain 1-2 April, 2020 has been accepted for presentation at the conference. The paper will be included in the conference proceedings (ISBN: 978-0-9998551-4-0).
- P. Dr. Gheorghe Adrian ZUGRAVU, Dr. **Ciprian Petrișor PLENOVICI**, Dr. Loredana SAGHIN (DIMA) and Dr. Constanta Laura AUGUSTIN (ZUGRAVU), "The Policy Measures Impact on EU Beekeeping" to the 36th IBIMA International Conference, Granada, Spain has been accepted for publication and presentation at the conference. The paper will be included in the conference proceedings (ISBN: 978-0-9998551-5-7)