



UNIVERSITATEA  
ȘTEFAN CEL MARE  
SUCEAVA

ȘCOALA DOCTORALĂ DE  
ȘTIINȚE APLICATE ȘI  
INGINEREȘTI

# TEZĂ DE DOCTORAT

DOMENIUL: INGINERIA PRODUSELOR ALIMENTARE

## Cercetări privind valorificarea prin fermentație alcoolică a tescovinei de cătină

### REZUMAT

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

*Prof. univ. dr. ing. Gheorghe GUTT*

DOCTORAND:

*ing. Anca-Mihaela SIDOR  
(căs. GÂTLAN)*

Suceava, 2020

**UNIVERSITATEA “ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA**  
**ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE APLICATE ȘI INGINEREȘTI**  
**Domeniul: Ingineria Produselor Alimentare**

**TEZĂ DE DOCTORAT**  
**- REZUMAT -**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:**  
*Prof. univ. dr. ing. Gheorghe GUTT*

**DOCTORAND:**  
*ing. Anca-Mihaela SIDOR*  
**(căs. GÂTLAN)**

Suceava  
2020

**UNIVERSITATEA “ȘTEFAN CEL MARE” DIN SUCEAVA  
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE APLICATE ȘI INGINEREȘTI  
Domeniul: Ingineria Produselor Alimentare**

**CERCETĂRI PRIVIND VALORIFICAREA  
PRIN FERMENTAȚIE ALCOOLICĂ  
A TESCOVINEI DE CĂȚINĂ  
- REZUMAT -**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:**  
*Prof. univ. dr. ing. Gheorghe GUTT*

**DOCTORAND:**  
*ing. Anca-Mihaela SIDOR  
(căs. GÂTLAN)*

Suceava  
2020

## CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

### Lista de abrevieri

### Scop și obiective

### Capitolul I. Stadiul actual privind cercetările din domeniul fermentației alcoolice a fructelor

#### I.1. Procesul biochimic al fermentației alcoolice

I.1.1. Mecanismul biochimic al fermentației alcoolice

I.1.2. Mecanismul biochimic al formării unor produși secundari ai fermentației alcoolice

I.1.3. Factori determinanți ai randamentului fermentației alcoolice

#### I.2. Fermentația alcoolică a fructelor

I.2.1. Vinul din struguri (*Vitis vinifera*)

I.2.2. Vinul din mere (*Malus domestica*)

I.2.3. Vinul din coacăze (*Vaccinium corymbosum*)

I.2.4. Vinul din cireșe (*Prunus cerasus*)

I.2.5. Vinul din soc (*Sambucus nigra*)

I.2.6. Vinul din piersici (*Prunus persica*)

I.2.7. Vin din zmeură (*Rubus idaeus*)

I.2.8. Vin din banane (*Musa spp.*)

I.2.9. Vin din guava (*Psidium guajava*)

#### I.3. Concluzii parțiale

### Capitolul II. Caracterizarea fructului de cătină ca materie primă pentru fermentație

#### II.1. Cătina în acceptanța limbajului științific și popular

#### II.2. Atestări documentare ale cătinei

#### II.3. Descrierea speciei și aria de răspândire a cătinei

#### II.4. Domenii de importanță ale cătinei

#### II.5. Compoziția fitochimică și nutrițională a cătinei

II.5.1. Vitamine

II.5.2. Compuși fenolici

II.5.3. Fitosteroli

II.5.4. Acizi organici

II.5.5. Aminoacizi

II.5.6. Antioxidanți

II.5.7. Lipide neutre și acizi grași

II.5.8. Compuși de aromă

II.5.9. Elemente minerale

#### II.6. Caracterizarea comunităților de microorganisme bacteriene și fungice ale cătinei.

#### II.7. Utilizări terapeutice ale cătinei

#### II.8. Procesarea cătinei și produse din cătină disponibile comercial

II.8.1. Băuturi răcoritoare

II.8.2. Gemuri și jeleuri

II.8.3. Suplimente alimentare și aditivi alimentari

II.8.4. Produse lactate

II.8.5. Băuturi alcoolice

#### II.9. Concluzii parțiale

### Capitolul III. Materiale și metode utilizate în cercetările experimentale

#### III.1. Materiale

#### III.2. Metode

III.2.1. Prepararea inoculului de drojdie

III.2.2. Fermentația tescovinei din cătină



- III.2.3. Monitorizarea procesului fermentativ și determinarea conținutului de etanol
- III.2.4. Determinarea acidității
- III.2.5. Determinarea culorii
- III.2.6. Determinarea concentrației de zaharuri (TSS)
- III.2.7. Determinarea activității antioxidante
- III.2.8. Determinarea compușilor fenolici
- III.2.9. Determinarea compușilor aromatici volatili
- III.2.10. Determinarea calității microbiologice

### **III.3. Design experimental**

### **III.4. Analiza statistică a datelor experimentale**

### **III.5. Concluzii parțiale**

## **Capitolul IV. Analiza parametrilor de calitate ai probelor fermentate**

### **IV.1. Evaluarea acidității probelor experimentale**

### **IV.2. Evaluarea culorii probelor experimentale**

### **IV.3. Evaluarea conținutului total de substanțe solide**

### **IV.4. Evaluarea activității antiradicalice**

### **IV.5. Evaluarea conținutului de compuși fenolici**

### **IV.6. Evaluarea conținutului în compuși de aromă**

### **IV.7. Evaluarea conținutului în etanol**

### **IV.8. Evaluarea calității microbiologice**

### **IV.9. Concluzii parțiale**

## **Capitolul V. Influența parametrilor de proces asupra randamentului fermentației**

### **V.1. Influența raportului tescovină : apă asupra randamentului fermentației**

### **V.2. Influența concentrației inoculului de drojdie asupra randamentului fermentației**

### **V.3. Influența timpului asupra randamentului fermentației**

### **V.4. Influența temperaturii asupra randamentului fermentației**

### **V.5. Influența pH-ului asupra randamentului fermentației**

### **V.6. Concluzii parțiale**

## **Capitolul VI. Modelarea matematică a procesului fermentativ**

### **VI.1. Studiu asupra acidității probelor ca efect al condițiilor fermentative**

### **VI.2. Studiu asupra pH-ului probelor ca efect al condițiilor fermentative**

### **VI.3. Studiu asupra culorii probelor ca efect al condițiilor fermentative**

### **VI.4. Studiu asupra conținutului total de substanțe solide al probelor ca efect al condițiilor fermentative**

### **VI.5. Studiu asupra activității antioxidante a probelor ca efect al condițiilor fermentative**

### **VI.6. Studiu asupra conținutului de polifenoli al probelor ca efect al condițiilor fermentative**

### **VI.7. Studiu asupra concentrației compușilor de aromă din probe ca efect al condițiilor fermentative**

### **VI.8. Studiu asupra concentrației de etanol din probe ca efect al condițiilor fermentative**

### **VI.9. Concluzii parțiale**

## **Capitolul VII. Optimizarea procesului de obținere a băuturii fermentate din tescovină de cătină**

## **Capitolul VIII. Caracterizarea băuturii fermentate din tescovină de cătină**

## **Capitolul IX. Concluzii generale și perspective**

## **Capitolul X. Contribuții originale**

## **BIBLIOGRAFIE**

## **SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT**

**Scopul** lucrării de doctorat constă în valorificarea prin fermentație alcoolică a tescovinei rezultate din industria procesatoare a fructelor de cătină, pentru obținerea unei băuturi fermentate slab-alcoolice care să împrumute cât mai mult din valoarea nutrițională a materiei prime supuse fermentației, să corespundă exigenței consumatorilor din punct de vedere organoleptic și să fie sigură pentru consum.

**Obiectivele** urmărite în cercetarea cuprinsă în teza de doctorat sunt:

- Realizarea unui studiu critic al literaturii de specialitate privind utilizarea fructelor și a tescovinei din fructe ca materie primă în procesele de fermentație alcoolică;
- Studiarea posibilității de utilizarea a cătinei și a tescovinei din cătină ca substrat pentru fermentația alcoolică prin caracterizarea completă a compoziției fitochimice și nutriționale a acesteia;
- Conceperea unei proceduri tip de fermentație a tescovinei din cătină în laborator;
- Proiectarea unei matrici de desfășurare a experimentelor care să cuprindă toate posibilitățile de configurare a condițiilor de proces simultan cu reducerea la minimum a numărului de experimente necesare;
- Documentarea metodelor specifice și adecvate pentru studiul parametrilor de calitate a probelor experimentale obținute;
- Analiza parametrilor de calitate ai probelor experimentale;
- Studiul influenței parametrilor de proces asupra randamentului fermentației;
- Modelarea matematică a datelor experimentale și elaborarea de ecuații matematice care să descrie modelele obținute;
- Optimizarea condițiilor de proces pentru fermentația alcoolică a tescovinei din cătină;
- Caracterizarea băuturii fermentate din tescovină din cătină.

**Cuvinte cheie:**

- Cătină;
- Tescovină din cătină;
- Fermentație alcoolică;
- Parametri de proces;
- Modelare matematică;
- Optimizare;
- Băutură fermentată.

Teza de doctorat cu titlul “CERCETĂRI PRIVIND VALORIFICAREA PRIN FERMENTAȚIE ALCOOLICĂ A TESCOVINEI DE CĂTINĂ” este structurată pe 8 capitole, fiecare dintre ele având la final o secțiune de concluzii parțiale, urmate de un capitol de concluzii generale și perspective și un capitol în care sunt prezentate contribuțiile originale la cunoașterea în domeniul temei de doctorat abordate. De asemenea, structura tezei include lista de abrevieri, bibliografia și un capitol care cuprinde diseminarea rezultatelor cercetării.

**Primul capitol**, *Stadiul actual privind cercetările din domeniul fermentației alcoolice a fructelor*, rezumă principalele aspecte teoretice care definesc mecanismul biochimic al fermentației alcoolice, împreună cu identificarea factorilor de importanță care condiționează randamentul procesului fermentativ, dar și o trecere în revistă a principalelor studii publicate în literatura științifică internațională pe tema oportunității de procesa diverse categorii de fructe prin fermentație alcoolică, cu obținerea unor produse finite care să corespundă exigențelor consumatorilor.

Fermentația, fiind o tehnologie ieftină, joacă un rol important ca principală aplicație biotehnologică a procesării alimentelor în multe țări în curs de dezvoltare, iar beneficiile asociate fermentației includ îmbunătățirea proprietăților senzoriale și a valorii nutriționale a alimentelor, reducerea factorilor toxici și anti-nutriționali și prelungirea duratei de valabilitate a alimentelor [Mi, '17].

Din acest motiv, în acest prim capitol al tezei au fost descrise reacțiile complexe care sunt implicate în mecanismul biochimic al fermentației alcoolice, de transformare a zahărului în alcool etilic și CO<sub>2</sub>. Complexitatea proceselor metabolice desfășurate de drojdii conduc la transformări biochimice importante, din care alături de alcool și dioxid de carbon, considerați produși principali ai acestor procese, rezultă și alți compuși (în cantități mult mai mici), cunoscuți ca produși secundari, cu rol în formarea însușirilor organoleptice ale vinurilor și care provin mai ales din metabolismul glucidelor și al compușilor cu azot [Po, '00].

Succesul unei fermentații alcoolice depinde de menținerea populației de drojdii viabile la un nivel suficient până când toate zaharurile fermentabile au fost consumate pe deplin. În caz contrar, procesul industrial de fermentație va fi unul blocat sau lent [Mo, '09]. Creșterea și înmulțirea drojdiilor se desfășoară sub influența anumitor factori din mediul ambiant. Natura transformărilor biochimice la care ele supun materia primă fermentescibilă este influențată în plus și de nivelul concentrației sau al intensității prin care acești factori sunt prezenți. După originea lor, acești factori pot fi intrinseci, condiționați de compoziția chimică a mustului, extrinseci, ce sunt influențați de condiții exterioare ecosistemului și de factorii implicați (sau biologici), determinați de relațiile biocenotice [Po, '00].

Vinul reprezintă o categorie de băuturi care înglobează sortimente foarte diverse, compusă din produsele de fermentare a mustului (sau a sucului de fructe). Vinul este un produs din fructe, dar fermentația produce o varietate de transformări chimice ale mustului, deci vinul este departe de a fi un simplu suc la care se adaugă etanol. Dintre toate fructele, strugurii sunt cei mai utilizați din punct de vedere tehnic și comercial ca substraturi pentru vinificație [Ja, '15].

Interesul pentru vinurile din fructe a crescut în ultimii ani și numeroși cercetători au inițiat studii pe tema vinurilor preparate din diferite fructe. În prezent, o mare varietate de fructe care diferă ca formă, culoare, gust și valoare nutritivă, sunt disponibile pe piață și multe sunt utilizate pe scară largă pentru producția de băuturi fermentate.

Așadar, ultima parte a primului capitol reprezintă o expunere a cercetărilor recente efectuate pe tema valorificării fructelor prin fermentație alcoolică.

**Capitolul 2** al tezei, cu titlul "*Caracterizarea fructului de cătină ca materie primă pentru fermentație*", explorează posibilitatea utilizării fructului de cătină în procesele fermentative prin expunerea principalelor caracteristici fito-chimice și terapeutice ale acestuia.

Știința despre virtuțile acestei plante și a fructelor ei datează încă din sec. VII, iar caracteristicile funcționale ale acesteia nu au scăpat neobservate nici în perioada modernă. Cercetările întreprinse în țară și în străinătate au evidențiat că frunzele, fructele și lăstarii de cătină conțin o serie de substanțe biologice active cu rol esențial în reglarea metabolismului. Fructele de cătină sunt printre cele mai complexe din punct de vedere nutritiv din toate

fructele de pădure. Boabele sunt bogate în multe substanțe nutritive esențiale, cum ar fi acizi grași, vitaminele A, C, E și o mare varietate de compuși bioactivi. Mezocarpul fructului conține niveluri ridicate de carotenoizi, compuși fenolici, steroli liberi și esterificați, triterpenoli și izoprenoli [Ma, '18].

În România, cătina are un conținut chimic de excepție, poate cel mai bogat din lume. Nicăieri în lume unde crește natural, și chiar soiurile ameliorate nu au avut o compoziție la nivelul cătinei crescute pe teritoriul României, în special în zona subcarpatică [Ma, '04].

Deși sunt folosite de secole întregi în Europa și Asia, fructele de cătină au căpătat recent popularitate la nivel mondial, în principal pentru valoarea lor nutrițională și terapeutică. Volumul de date experimentale care atestă proprietățile importante ale multor ingrediente și substanțe bioactive din cătină este vast și continuă să crească rapid. Fructele de cătină sunt utilizate în aproximativ două sute de produse industriale, inclusiv în medicamente clasice și naturiste prescrise pentru tratarea cancerului, a afecțiunilor cardiace, ulcere, tulburări hepatice, arsuri și tulburări cerebrale [Ba, '11], [Ku, '17].

Pe lângă diferitele domenii de importanță ale tuturor părților componente ale plantei, dar și a arbustului de cătină, ca întreg [Ze, '04], cel mai important sector de utilizare al cătinei rămâne industria alimentară, unde este utilizată ca materie primă pentru obținerea de alimente sau suplimente alimentare funcționale. Fructele sunt principala componentă valoroasă din acest punct de vedere, deși și frunzele sunt utilizate pentru obținerea ceaiului de cătină. Cele mai importante părți ale fructului de cătină, de interes în industria alimentară, sunt pulpa fructului (pentru obținerea sucului de cătină) și sămânța fructului (pentru extragerea uleiului) [Be, '99].

Există o gamă largă de produse obținute din fructe de cătină, la fel de vastă ca sortimentele de produse general disponibile obținute din orice alt fruct. Primele cercetări publicate pe tema produselor din cătină indică ca și produse principale obținute din aceasta, următoarele: uleiul din semințe, colorantul galben/portocaliu și suc limpede sau cu pulpă [Li, '03].

În urma presării la rece a fructului de cătină pentru obținerea sucului, rezultă tescovina din cătină, un material valoros din punct de vedere nutritiv, căruia i se poate atribui valoare adăugată prin folosirea ca materie primă în diferite procedee tehnologice din industria alimentară, inclusiv procese fermentative. Totuși, nu au fost încă publicate cercetări care să studieze valorificarea prin fermentație alcoolică a tescovinei din cătină, cu excepția celor publicate de autorul tezei.

În **capitolul 3** al tezei "*Materiale și metode utilizate în cercetările experimentale*" sunt prezentate metodele de analiză abordate pentru îndeplinirea obiectivelor propuse, precum și a fost descrisă aparatura utilizată în cadrul acestor metode. Au fost folosite aparate de laborator din dotarea Facultății de Inginerie Alimentară din cadrul Universității "Ștefan cel Mare" din Suceava, a Laboratorului de analize microbiologice din cadrul fabricii de produse lactate S.C. Rarăul S.A. din Câmpulung Moldovenesc și din dotarea Institutului de Cercetări pentru Instrumentație Analitică, ICIA din Cluj-Napoca, filială a Institutului Național de Cercetare INCDO-INOE 2000 din București.

Ca materie primă, au fost utilizate fructe de cătină colectate din plantația proprie situată în județul Botoșani, România, locația GPS: N: 47°39'44.9", E: 26°48'15.2" (figura III.1), din zece arbuști selectați aleatoriu, masculi și femele, cu vârsta de 6 ani, cultivați la distanțe de 2 x 3 m, fără fertilizare și irigare. După recoltare, fructele au fost păstrate la temperatura de -30°C până la prelucrarea lor pentru obținerea probelor pentru analiză.



**Figura III.1.** Zona de prelevare a materiei prime – cățina

Tulpina de drojdie folosită pentru fermentație a fost de tip *Saccharomyces cerevisiae* Killer (var. Bayanus), (IOC 18 - 2007), achiziționată de la compania Enzime & Derivate SA, Piatra Neamț, România, cu următoarele caracteristici microbiologice:

- Drojdii viabile: >10 miliarde celule/ gram;
- Puritate microbiologică: <10 drojdii sălbatice/ milion cellule.

Această tulpină de drojdie este folosită pentru producția vinurilor de calitate înaltă, păstrând caracterul soiului. Acest atribut este foarte important întrucât s-a urmărit ca băutura fermentată obținută să preia cât mai multe din caracteristicile senzoriale ale căținei – materie primă, aceasta fiind și unul dintre attributele care vor face din produsul obținut unul deosebit, comparativ cu sortimentele deja existente pe piață.

Fructele au fost decongelate, spălate și s-a extras suc prin presare la rece. Tescovina a fost colectată și supuse unei faze de macerare în apă în proporțiile stabilite în cadrul matricei de desfășurare a experimentelor (greutate : volum), la 25°C, timp de 5 ore, pentru extracția compușilor bioactivi. Macerarea va contribui la toate caracteristicile specifice ale mirosului, aspectului și gustului produsului finit.

Deoarece mediul de fermentație astfel obținut nu avea conținutul necesar de glucide pentru obținerea concentrației dorite de etanol (3 %vol.) în produsul finit, nivelul de zaharuri a fost ajustat folosind zaharoză (zahăr disponibil comercial), care se scindează, prin hidroliză, în D-glucoză și D-fructoză. pH-ul fiecărei probe a fost adus la valoarea setată în matricea de desfășurare a experimentelor folosind Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> de puritate absolută (Sigma Aldrich). În plus, pentru optimizarea fermentației, s-au adăugat 0,05% Activit și 0,03% Fosfat de diamoniu, achiziționate de la Enzime & Derivate S.A., Piatra Neamț, România. Aceștia sunt nutrienți valoroși pentru activitatea drojdiilor în timpul fazelor de fermentare care permit drojdiilor conversia rapidă a zaharurilor fermentescibile.

Metodele abordate pentru analiza probelor rezultate au fost:

- Monitorizarea procesului fermentativ și determinarea conținutului de etanol - senzorii BlueSens (FIA, USV, Suceava) - monitorizarea proceselor fermentative în timp real, înregistrându-se conținutul de etanol, oxigen și dioxid de carbon pe toata durata fermentației în diferite condiții de proces a tescovinei de cătină, cu ajutorul a trei senzori spectrali în domeniul infraroșu, fiecare dintre ei montat pe recipientul de fermentație.
- Determinarea acidității – metoda OIV-MA-AS313-01:R2015;
- Determinarea culorii - colorimetrul Konica Minolta CR400 (FIA, USV, Suceava) - coordonatele de culoare corespunzătoare spațiului de culoare aproximativ uniform CIELAB au fost obținute direct din aparat, calibrat în prealabil față de o placă albă (illuminant standardizat C sau D65), în triplicat.

- Determinarea conținutului total de solide - refractometrul Leica Mark II Plus (FIA, USV, Suceava);
- Determinarea activității antioxidante - spectrometria de chemiluminiscență, sistem Photochem Analytik Jena (ICIA, Cluj-Napoca) – cuantificarea capacității antioxidante a probelor prin comparație cu standardul. În acest sens, s-a trasat o curbă de calibrare folosindu-se diferite concentrații de acid ascorbic.
- Determinarea compușilor fenolici - cromatograful de lichide de înaltă performanță 10 ADVP-Shimadzu (FIA, USV, Suceava) – identificarea compușilor fenolici pe baza timpilor de retenție ai standardelor și cuantificarea lor prin raportarea ariilor peak-urilor obținute în cromatogramele probelor cu cele ale compușilor fenolici standard, la 280 nm pentru acid protocatecuic, acid 4-hidroxibenzoic, acid galic și acid vanilic; și la 320 nm pentru acid clorogenic, acid cafeic, acid p-cumaric, acid rosmarinic, miricetină, luteolină, quercitină și kaempferol.
- Determinarea compușilor aromatici volatili – GC-MS Agilent Technologies (ICIA, Cluj-Napoca) – extracția compușilor aromatici volatili folosind abordarea headspace. Cuantificarea compușilor volatili de aromă a fost exprimată în procente din cantitățile totale detectate.
- Determinarea calității microbiologice – kituri *E. Coli*, bacterii coliforme, drojdii și mucegaiuri, laborator de analize microbiologice (Fabrica Rarăul, Câmpulung Moldovenesc).

Proiectarea și analiza experimentală au fost efectuate prin abordarea metodologiei suprafeței de răspuns (MSR). Matricea de desfășurare a experimentelor a fost obținută prin utilizarea unui design Box-Behnken. Box-Behnken este un design experimental al metodologiei suprafeței de răspuns care studiază efectul variabilelor alese și interacțiunile acestora. Prin folosirea acestor tehnici, a fost posibilă examinarea simultană a influenței tuturor factorilor și a fost redus numărul de experimente necesare pe cât posibil.

În cadrul tezei, au fost necesare un număr de 46 de seturi de diferite condiții experimentale, conform tabelului III.3.

Variabilele independente utilizate au fost:

- raport tescovină : apă ( $X_1$ , 1: x);
- concentrație inocul de drojdie ( $X_2$ , %);
- timp de fermentație ( $X_3$ , ore)
- temperatură ( $X_4$ , °C);
- pH ( $X_5$ ).

Variabilele de răspuns studiate au fost:

- aciditate (meq/L);
- intensitatea culorii;
- conținut de solide solubile, TSS (°Brix);
- activitate antiradicalică – echivalenți acid ascorbic (mg/L);
- conținut de polifenoli (mg/L);
- compuși de aromă (%);
- concentrație de etanol (% vol.).

Nivelurile codificate și necodate ale variabilelor independente și designul experimental sunt prezentate în tabelele III.2 și, respectiv, III.3. Valoarea codată 0 reprezintă punctul central al variabilelor și a fost repetată pentru eroarea experimentală.

**Tabel III.2.** Variabilele independente utilizate în planul experimental Box Behnken și nivelurile lor

| Variabila independentă                         | Cod   | Nivel |       |      |
|------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|
|                                                |       | (-1)  | (0)   | (+1) |
| Raport tescovină : apă, ( $I : x$ )            | $X_1$ | 1,5   | 2     | 2,5  |
| Concentrație inocul de drojdie, (%), ( $g/v$ ) | $X_2$ | 0,02  | 0,11  | 0,2  |
| Timp, (ore)                                    | $X_3$ | 24    | 48    | 72   |
| Temperatură, ( $^{\circ}C$ )                   | $X_4$ | 18    | 24    | 30   |
| pH                                             | $X_5$ | 2,85  | 3,925 | 5    |

**Tabel III.3.** Planul experimental Box Behnken

| Nr. experiment | $X_1, (I : x)$ | $X_2, (\%), (g/v)$ | $X_3, (ore)$ | $X_4, (^{\circ}C)$ | $X_5$ |
|----------------|----------------|--------------------|--------------|--------------------|-------|
| 1              | 1,5            | 0,11               | 48           | 24                 | 5     |
| 2              | 2,5            | 0,11               | 48           | 18                 | 3,93  |
| 3              | 2              | 0,11               | 72           | 24                 | 2,85  |
| 4              | 2              | 0,11               | 48           | 30                 | 5     |
| 5              | 2,5            | 0,11               | 48           | 24                 | 2,85  |
| 6              | 2              | 0,11               | 72           | 18                 | 3,93  |
| 7              | 1,5            | 0,2                | 48           | 24                 | 3,93  |
| 8              | 2,5            | 0,2                | 48           | 24                 | 3,93  |
| 9              | 2              | 0,2                | 48           | 24                 | 5     |
| 10             | 2              | 0,02               | 24           | 24                 | 3,93  |
| 11             | 2              | 0,11               | 48           | 30                 | 2,85  |
| 12             | 2              | 0,2                | 48           | 18                 | 3,93  |
| 13             | 1,5            | 0,11               | 48           | 18                 | 3,93  |
| 14             | 2,5            | 0,11               | 48           | 30                 | 3,93  |
| 15             | 2              | 0,11               | 48           | 24                 | 3,93  |
| 16             | 1,5            | 0,11               | 48           | 24                 | 2,85  |
| 17             | 1,5            | 0,11               | 72           | 24                 | 3,93  |
| 18             | 1,5            | 0,11               | 48           | 30                 | 3,93  |
| 19             | 2              | 0,11               | 72           | 30                 | 3,93  |
| 20             | 2,5            | 0,11               | 72           | 24                 | 3,93  |
| 21             | 2              | 0,2                | 24           | 24                 | 3,93  |
| 22             | 2              | 0,11               | 24           | 18                 | 3,93  |
| 23             | 2              | 0,02               | 48           | 30                 | 3,93  |
| 24             | 2              | 0,11               | 24           | 24                 | 5     |
| 25             | 1,5            | 0,02               | 48           | 24                 | 3,93  |
| 26             | 2              | 0,11               | 24           | 30                 | 3,93  |
| 27             | 2              | 0,11               | 48           | 24                 | 3,93  |
| 28             | 2              | 0,2                | 48           | 24                 | 2,85  |
| 29             | 2              | 0,11               | 48           | 24                 | 3,93  |
| 30             | 1,5            | 0,11               | 24           | 24                 | 3,93  |
| 31             | 2              | 0,02               | 48           | 24                 | 5     |
| 32             | 2              | 0,11               | 72           | 24                 | 5     |
| 33             | 2              | 0,11               | 48           | 18                 | 5     |
| 34             | 2,5            | 0,02               | 48           | 24                 | 3,93  |
| 35             | 2              | 0,02               | 72           | 24                 | 3,93  |
| 36             | 2              | 0,2                | 48           | 30                 | 3,93  |
| 37             | 2              | 0,11               | 48           | 24                 | 3,93  |
| 38             | 2,5            | 0,11               | 24           | 24                 | 3,93  |
| 39             | 2              | 0,11               | 48           | 24                 | 3,93  |
| 40             | 2              | 0,11               | 48           | 18                 | 2,85  |
| 41             | 2              | 0,2                | 72           | 24                 | 3,93  |
| 42             | 2              | 0,11               | 24           | 24                 | 2,85  |
| 43             | 2              | 0,02               | 48           | 24                 | 2,85  |

| Nr. experiment | $X_1, (l : x)$ | $X_2, (\%), (g/v)$ | $X_3, (ore)$ | $X_4, (^\circ C)$ | $X_5$ |
|----------------|----------------|--------------------|--------------|-------------------|-------|
| 44             | 2              | 0,02               | 48           | 18                | 3,93  |
| 45             | 2              | 0,11               | 48           | 24                | 3,93  |
| 46             | 2,5            | 0,11               | 48           | 24                | 5     |

Procesul de fermentație al tescovinei de cătină a fost stabilit cu ajutorul MSR, care a fost utilizată pentru a determina cea mai bună combinație de variabile pentru ca, în urma procesului tehnologic, să se obțină o băutură fermentată care să fie caracterizată prin caracteristici fizico-chimice, nutriționale și de siguranță alimentară optime.

Datele au fost analizate utilizând software-ul statistic Design Expert 12.0. Analiza regresiei multiple a fost aplicată pentru “potrivirea” modelului. Analiza de varianță (ANOVA) a fost folosită pentru identificarea diferențelor semnificative statistic ( $p < 0,05$ ). Datele au fost raportate ca medie  $\pm$  abatere standard (SD) a experimentelor individuale, realizate în triplicat. Suprafețele de răspuns au fost reprezentate ca funcție a trei variabile, cu păstrarea celei de-a treia la un nivel optim.

O ecuație pătratică fost utilizată pentru a exprima variabilele de răspuns ca funcție a variabilelor independente (folosind nivelurile codate). Modelul pătratic polinomial potrivit fiecărui răspuns a fost următorul (ecuația III.12):

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i < j} \sum \beta_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \epsilon \quad (III.12)$$

, unde:  $y$  - răspuns prezis;

$\beta_0$  - constanta modelului;

$\beta_i$  - coeficienți de corelație pentru termenii liniari;

$\beta_{ii}$  - coeficienți de corelație pentru termenii de interacțiune;

$\beta_{ij}$  - coeficienți de corelație pentru termenii quadratici;

$X_i, X_j$  - niveluri ale variabilelor independente.

Datele experimentale au fost apoi potrivite modelului de regresie selectat pentru o înțelegere corectă a corelației dintre fiecare factor și diferitele răspunsuri.

Nivelul de potrivire a modelelor matematice obținute prin MSR a fost evaluat prin analiza de varianță (ANOVA), pe baza testului F și a coeficientului de determinare ( $R^2$ ), care arată în ce măsură variabilitatea valorilor de răspuns observate ar putea fi explicată cu ajutorul factorilor experimentali și a interacțiunilor lor liniare și pătratice.

Optimizarea polinoamelor a fost realizată folosind software-ul Design-Expert, versiunea 12. Restricțiile au fost setate pentru a da valoarea codificată a variabilelor între limitele inferioare și cele superioare. Pentru a optimiza nivelurile variabilelor independente, variabilelor de răspuns li s-au atribuit o categorii de importanță egale, pe baza efectelor lor asupra calității și acceptabilității produsului finit. Valorile experimentale și previzionate ale răspunsurilor au fost comparate pentru a determina validitatea modelului.

În **capitolul 4** al tezei de doctorat sunt prezentate rezultatele evaluării parametrilor de calitate ai probelor de băutură fermentată din tescovină de cătină. Au fost analizate atributele calitative senzoriale, funcționale și de siguranță alimentară cum sunt aciditatea produsului, intensitatea culorii acestuia, conținutul total de substanțe solide, activitatea antiradicalică, conținutul în polifenoli și compuși de aromă și concentrația în etanol.

Aciditatea unei băuturi fermentate joacă un rol important în multe aspecte legate de procesul de fermentație și de stabilitatea produsului finit. Aceasta influențează capacitatea majorității bacteriilor de a crește, solubilitatea sărurilor tartarate, eficacitatea dioxidului de sulf, a acidului ascorbic, a adaosurilor enzimatic, polimerizarea pigmentilor de culoare,



precum și reacțiile oxidative și de îmbrunare. Aciditatea titrabilă este un parametru important în evaluarea senzorială a băuturilor fermentate și este un factor important în reacțiile de maturare [Ra, '07]. Aciditatea titrabilă a probelor de băutură fermentată din cătină a variat între o valoare minimă de  $48,23 \pm 0,12$  meq/L pentru proba P<sub>38</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 3,93, timp de 24 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2,5, la temperatura de 24°C, cu 0,11% inocul de drojdie) și valoarea maximă de  $127,57 \pm 0,23$  pentru proba P<sub>16</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 2,85, timp de 48 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 1,5, la temperatura de 24°C, cu 0,11% inocul de drojdie).

Culoarea este un atribut de calitate important în industria alimentară și influențează preferințele și alegerile consumatorilor. Aspectul unui produs, apreciat prin culoarea sa, este prima senzație pe care consumatorul o percepe și o folosește ca un instrument în decizia de a accepta sau a respinge un aliment [Pa, '12]. Intervalul de variație determinat pentru intensitatea culorii probelor ( $C^*_{ab}$ ) a fost  $14,01 \pm 0,52$  (proba P<sub>42</sub>) ÷  $30,14 \pm 0,84$  (proba P<sub>17</sub>). Proba P<sub>42</sub> este proba rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 2,85, timp de 24 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2, la temperatura de 24°C, cu 0,11% inocul de drojdie iar proba P<sub>17</sub> este proba rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 3,93, timp de 72 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 1,5, la temperatura de 24°C, cu 0,11% inocul de drojdie.

Conținutul de solide sub formă de zaharoză (°Brix) din probe a fost determinat prin refractometrie. Datele experimentale pentru conținutul total de substanțe solide din probe (TSS) au variat între o valoare minimă de  $3,3 \pm 0$  pentru proba P<sub>14</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 3,925, timp de 48 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2,5, la temperatura de 30°C, cu 0,11% inocul de drojdie) și valoarea maximă de  $5,2 \pm 0,2$  pentru proba P<sub>9</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 5, timp de 48 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2, la temperatura de 24°C, cu 0,2% inocul de drojdie).

Fructele de cătină prezintă cea mai mare activitate antioxidantă dintre plantele medicinale [Ve, '98], [Ba, '11]. Băuturile alcoolice fermentate din fructe au activitate antioxidantă mai mare decât fructele, întrucât activitatea antioxidantă a fitochimicilor fenolici este sporită în prezența alcoolului [Pé, '11]. O măsură a valorii nutriționale a probelor de băutură fermentată din tescovină de cătină o reprezintă activitatea lor antiradicalică. Activitatea antiradicalică a probelor a variat în intervalul  $557,54$  mg/L EAA ÷  $1295,92$  mg/L EAA, valoarea minimă fiind determinată în cazul probei P<sub>26</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 2,85, timp de 24 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2, la temperatura de 30°C, cu 0,11% inocul de drojdie), iar valoarea maximă în cazul probei P<sub>22</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 3,93, timp de 24 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2, la temperatura de 18°C, cu 0,11% inocul de drojdie).

Activitatea antioxidantă a alimentelor vegetale este în principal condiționată de conținutul lor în polifenoli [Ur, '17]. Conținutul de compuși fenolici din probe a variat în intervalul  $21,47$  mg/L ÷  $133,17$  mg/L, valoarea minimă fiind determinată în cazul probei P<sub>18</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 3,93, timp de 48 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 1,5, la temperatura de 30°C, cu 0,11% inocul de drojdie), iar valoarea maximă în cazul probei P<sub>12</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 3,93, timp de 48 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2, la temperatura de 18°C, cu 0,2% inocul de drojdie).

Tulpina de drojdie și condițiile de fermentare influențează conținutul în compuși aromatici și, implicit, calitatea băuturii rezultate în urma procesului fermentativ. Condițiile de fermentare și metabolismii microbieni produc o gamă largă de compuși aromatici, inclusiv

esteri, alcooli, acizi, derivați ai benzenului, aldehide, furani și terpeni, care dau specificitate băuturii fermentate rezultate [Ti, '18]. Concentrația totală de compuși de aromă din fiecare probă analizată, exprimată în procente din cantitățile totale detectate, a variat între o valoare minimă de 8,09% pentru proba P<sub>25</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 3,93, timp de 48 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 1,5, la temperatura de 24°C, cu 0,02% inocul de drojdie) și valoarea maximă de 30,3% pentru proba P<sub>32</sub> (rezultată în urma procesului de fermentație a unei plămezi fermentative cu un pH de 5, timp de 72 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2, la temperatura de 24°C, cu 0,11% inocul de drojdie).

Conținutul de etanol este deosebit de important pentru băuturile alcoolice fermentate. Concentrația de etanol poate acționa ca un factor determinant al calității produsului iar creșterea conținutului de etanol poate îmbunătăți plenitudinea percepută a băuturii [Gâ, '20]. Concentrația de etanol din probele rezultate în urma proceselor de fermentație a avut valori cuprinse între 0,63% vol. și 6,85% vol.. Valoarea minimă a fost înregistrată pentru procesul fermentativ al unei plămezi cu un pH de 2,85, cu o durată de 48 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2, la temperatura de 18°C, cu 0,11% inocul de drojdie (Proba P<sub>40</sub>), iar valoarea maximă pentru concentrația de etanol a fost înregistrată pentru procesul fermentativ al unei plămezi cu un pH de 3,93, cu o durată de 48 ore, la un raport tescovină : apă de 1 : 2, la temperatura de 30°C, cu 0,02% inocul de drojdie (Proba P<sub>23</sub>).

Deși superioare din punct de vedere nutrițional și unice din punct de vedere senzorial, este o condiție sin-quia-non ca probele de băutură fermentată din tescovină de cătină să fie sigure pentru consum. În urma analizelor efectuate, s-a constatat că toate cele 46 de probe de băutură fermentată din tescovină de cătină au fost sigure pentru consum, nefiind contaminate cu niciunul din microorganismele studiate: *E. Coli*, bacterii coliforme, drojdii și mucegaiuri. Astfel, pentru fiecare probă, rezultatul evaluării microbiologice a fost:

- drojdii și mucegaiuri: < 10 cfu/mL ± 0.00;
- *E. Coli* - absent;
- bacterii coliforme – absent.

Influența parametrilor de proces asupra randamentului fermentației a fost descrisă în **capitolul 5** al cercetării doctorale.

Fermentația alcoolică a tescovinei de cătină a fost condusă variind diverși parametri de proces, considerați a avea influențe semnificative asupra randamentului procesului fermentativ și a calității produsului obținut.

Raportul tescovină : apă influențează semnificativ aciditatea probelor rezultate în urma desfășurării fermentației alcoolice, valoarea intensității culorii probelor, conținutul total de substanțe solide din probe, activitatea antioxidantă, conținutul în etanol și, într-o oarecare măsură, concentrația compușilor de aromă din probe. Conținutul în polifenoli al probelor nu este influențat în mod semnificativ de variația raportului tescovină : apă.

**Tabel V.1.** Influența raportului tescovină : apă asupra randamentului fermentației

| Variabila de răspuns                 | Nivel raport tescovină : apă |        |        | F<br>(ANOVA)          |
|--------------------------------------|------------------------------|--------|--------|-----------------------|
|                                      | -1                           | 0      | +1     |                       |
| Aciditate, (meq/L)                   | 95,81                        | 85,39  | 70,99  | 98,60 <sup>***</sup>  |
| Intensitatea culorii                 | 25,41                        | 22,88  | 19,73  | 149,52 <sup>***</sup> |
| TSS, (°Brix)                         | 4,56                         | 4,43   | 4,01   | 307,63 <sup>***</sup> |
| Activitate antioxidantă, (EAA, mg/L) | 975,28                       | 941,85 | 837,00 | 83,29 <sup>***</sup>  |
| Conținut polifenoli, (mg/L)          | 63,63                        | 78,68  | 60,17  | 0,91 <sup>ns</sup>    |
| Concentrație compuși de aromă, (%)   | 16,32                        | 18,42  | 14,26  | 13,19 <sup>**</sup>   |
| Concentrație etanol, (% vol.)        | 2,56                         | 3,07   | 3,90   | 150,9 <sup>***</sup>  |

<sup>ns</sup> p>0,05; \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.

Valoarea concentrației utilizate pentru inoculul de drojdie influențează semnificativ intensitatea culorii probelor rezultate în urma desfășurării fermentației alcoolice, conținutul total de substanțe solide, concentrația compușilor de aromă și conținutul de etanol din probe. Aciditatea probelor, activitatea antioxidantă și conținutul de polifenoli din probe nu sunt influențate în mod semnificativ de variația concentrației de inocul de drojdie folosit.

**Tabel V.2.** Influența concentrației inoculului de drojdie asupra randamentului fermentației

| Variabila de răspuns                 | Nivel concentrație inocul de drojdie |        |         | F<br>(ANOVA)          |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------|---------|-----------------------|
|                                      | -1                                   | 0      | +1      |                       |
| Aciditate, (meq/L)                   | 82,30                                | 85,39  | 79,04   | 1,75 <sup>ns</sup>    |
| Intensitatea culorii                 | 23,20                                | 22,88  | 25,03   | 15,63 <sup>***</sup>  |
| TSS, (°Brix)                         | 4,52                                 | 4,43   | 4,82    | 91,53 <sup>***</sup>  |
| Activitate antioxidantă, (EAA, mg/L) | 1034,73                              | 941,85 | 1003,99 | 4,12 <sup>ns</sup>    |
| Conținut polifenoli, (mg/L)          | 107,25                               | 78,68  | 109,00  | 0,24 <sup>ns</sup>    |
| Concentrație compuși de aromă, (%)   | 12,52                                | 18,42  | 20,69   | 208,32 <sup>***</sup> |
| Concentrație etanol, (% vol.)        | 3,45                                 | 3,07   | 3,01    | 16,09 <sup>***</sup>  |

<sup>ns</sup> p>0,05; \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.

Durata fermentației influențează semnificativ intensitatea culorii probelor studiate și conținutul acestora în etanol. De asemenea, se remarcă un efect al duratei fermentației și asupra acidității probelor, a conținutului total de substanțe solide, a activității antioxidante și a concentrației compușilor de aromă din probe. Valorile conținutului de polifenoli din probe nu sunt influențate în mod semnificativ de durata fermentației.

**Tabel V.3.** Influența timpului asupra randamentului fermentației

| Variabila de răspuns                 | Nivel durată fermentație |        |        | F<br>(ANOVA)         |
|--------------------------------------|--------------------------|--------|--------|----------------------|
|                                      | -1                       | 0      | +1     |                      |
| Aciditate, (meq/L)                   | 84,58                    | 85,39  | 77,35  | 8,57 <sup>**</sup>   |
| Intensitatea culorii                 | 21,17                    | 22,88  | 24,75  | 59,23 <sup>***</sup> |
| TSS, (°Brix)                         | 4,19                     | 4,43   | 4,09   | 10,17 <sup>**</sup>  |
| Activitate antioxidantă, (EAA, mg/L) | 901,50                   | 941,85 | 944,19 | 7,94 <sup>**</sup>   |
| Conținut polifenoli, (mg/L)          | 61,06                    | 78,68  | 59,83  | 0,12 <sup>ns</sup>   |
| Concentrație compuși de aromă, (%)   | 20,36                    | 18,42  | 18,71  | 8,49 <sup>**</sup>   |
| Concentrație etanol, (% vol.)        | 2,38                     | 3,07   | 2,80   | 14,47 <sup>***</sup> |

<sup>ns</sup> p>0,05; \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.

Temperatura la care se desfășoară fermentația influențează semnificativ activitatea antioxidantă a probelor, conținutul acestora în polifenoli, concentrația în etanol din probe și, într-o măsură mai mică, intensitatea culorii probelor. Temperatura fermentației nu influențează aciditatea probelor și nici concentrația compușilor de aromă din probe.

**Tabel V.4.** Influența temperaturii asupra randamentului fermentației

| Variabila de răspuns                 | Nivel temperatură |        |        | F<br>(ANOVA)          |
|--------------------------------------|-------------------|--------|--------|-----------------------|
|                                      | -1                | 0      | +1     |                       |
| Aciditate, (meq/L)                   | 92,02             | 85,39  | 88,90  | 1,43 <sup>ns</sup>    |
| Chroma                               | 25,85             | 22,88  | 24,44  | 9,26 <sup>**</sup>    |
| TSS, (°Brix)                         | 4,33              | 4,43   | 4,30   | 1,43 <sup>ns</sup>    |
| Activitate antioxidantă, (EAA, mg/L) | 1040,6            | 941,85 | 919,48 | 63,9 <sup>***</sup>   |
| Conținut polifenoli, (mg/L)          | 92,79             | 78,68  | 70,28  | 38,64 <sup>***</sup>  |
| Concentrație compuși de aromă, (%)   | 19,53             | 18,42  | 19,53  | 0 <sup>ns</sup>       |
| Concentrație etanol, (% vol.)        | 2,00              | 3,07   | 5,09   | 803,07 <sup>***</sup> |

<sup>ns</sup> p>0,05; \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.

PH-ul plămazii fermentative influențează semnificativ aciditatea probelor rezultate în urma desfășurării fermentației alcoolice, valoarea intensității culorii probelor, a conținutului de polifenoli din probe și, într-o măsură mai mică, activitatea antioxidantă și concentrația compușilor de aromă din probe. Conținutul total de substanțe solide din probe și concentrația lor în etanol nu sunt influențate de valoarea pH-ului plămazii supuse fermentației.

**Tabel V.5.** Influența pH-ului asupra randamentului fermentației

| Variabila de răspuns                 | Nivel pH |        |        | F<br>(ANOVA)       |
|--------------------------------------|----------|--------|--------|--------------------|
|                                      | -1       | 0      | +1     |                    |
| Aciditate, (meq/L)                   | 120,14   | 85,39  | 61,48  | 516,82***          |
| Chroma                               | 15,10    | 22,88  | 24,22  | 386,11***          |
| TSS, (°Brix)                         | 4,57     | 4,43   | 4,53   | 1,43 <sup>ns</sup> |
| Activitate antioxidantă, (EAA, mg/L) | 916,78   | 941,85 | 871,29 | 9,01**             |
| Conținut polifenoli, (mg/L)          | 49,31    | 78,68  | 84,75  | 95,85***           |
| Concentrație compuși de aromă, (%)   | 22,03    | 18,42  | 23,82  | 10,01**            |
| Concentrație etanol, (% vol.)        | 2,89     | 3,07   | 2,70   | 2,84 <sup>ns</sup> |

<sup>ns</sup> p>0,05; \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.

În **capitolul 6** al tezei de doctorat, cu titlul “*Modelarea matematică a procesului fermentativ*”, au fost descrise modelele matematice care au fost potrivite datelor experimentale și au fost analizate dependențele și influențele dintre parametrii considerați și variabilele de răspuns studiate.

Datele experimentale pentru aciditatea probelor obținute în urma procesului de fermentație al tescovinei de cătină au fost potrivite modelului quadratic care poate fi descris prin ecuația pătratică (VI.1).

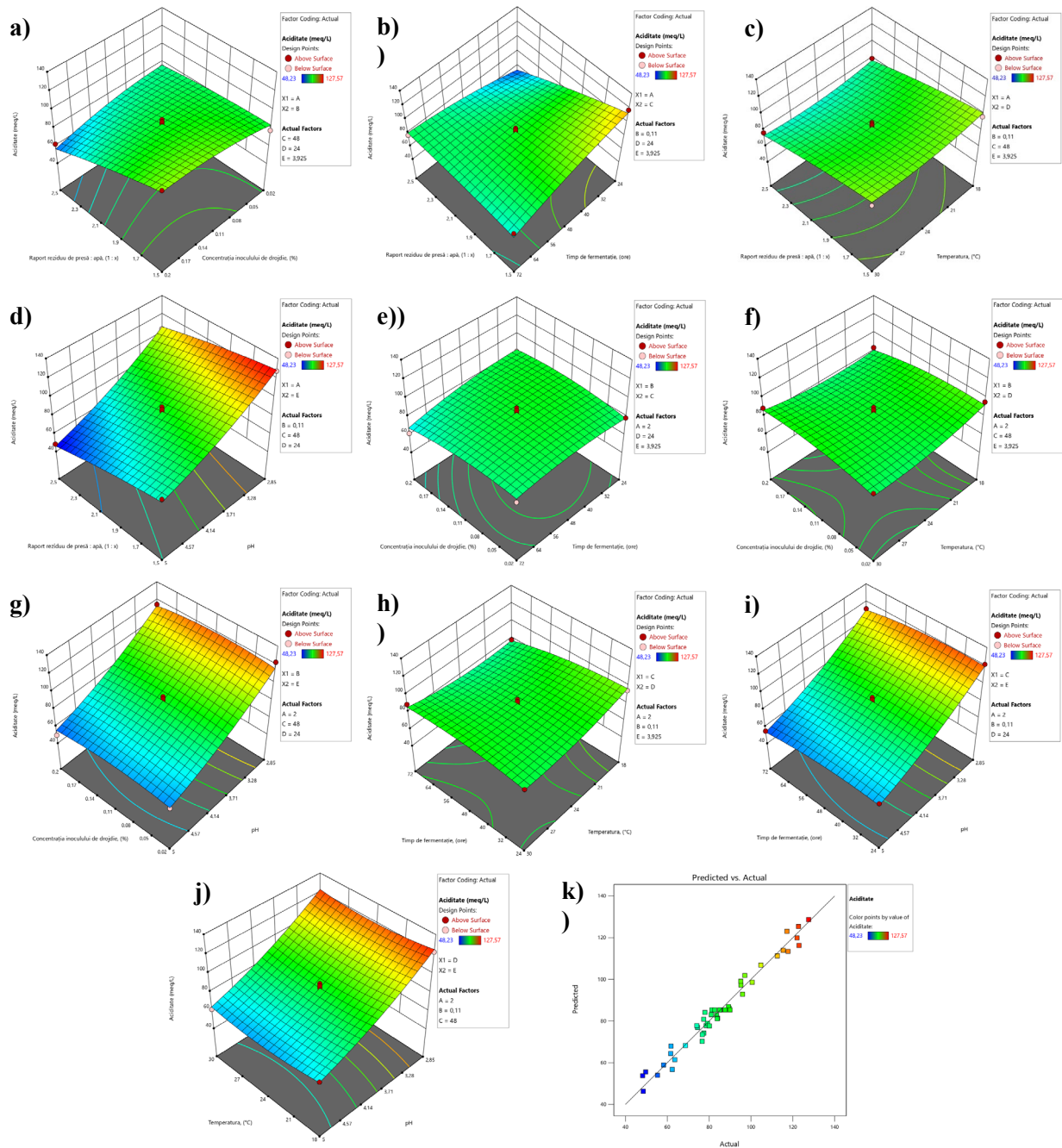
$$\begin{aligned}
 \text{Aciditatea, } \left(\frac{\text{meq}}{\text{L}}\right) & \quad (VI.1) \\
 &= 85,34 - 12,26X_1 - 4,03X_3 - 28,93X_5 - 8,67X_1X_2 \\
 &+ 17,56X_1X_3 + 5,67X_3X_4 - 4,44X_2^2 - 3,97X_3^2 + 4,65X_4^2 + 5,28X_5^2
 \end{aligned}$$

Ecuația, în termeni de factori codificați, poate fi utilizată pentru a face predicții despre aciditatea probelor studiate pentru nivelurile date ale fiecărui factor.

O înțelegere avansată a dependențelor și influențelor dintre parametrii considerați și aciditatea probelor studiate s-a obținut prin reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru mărimea analizată și, respectiv, examinarea acestor grafice 3D.

Figura VI.1 oglindește efectele combinate ale parametrilor de proces studiați, doi câte doi, cu menținerea celorlalți trei parametri în punctul central al mărimii considerate. Astfel, se poate observa o scădere a acidității o dată cu creșterea raportului tescovină : apă și o creștere a acesteia o dată cu prelungirea duratei de fermentație și cu diminuarea pH-ului plămazii supuse fermentației. Variația concentrației inoculului de drojdie și a temperaturii nu produce modificări însemnate în ceea ce privește aciditatea probelor. Analizând interacțiunea dintre factorii studiați, cele mai mici valori ale acidității se observă la niveluri maxime ale raportului tescovină : apă și ale concentrației inoculului de drojdie (figura VI.1 - a), la niveluri maxime ale raportului tescovină : apă și o durată minimă a timpului de fermentație (figura VI.1 - b) și la niveluri maxime ale raportului tescovină : apă și pH maxim al plămazii supuse fermentației (figura VI.1 - d). Cele mai ridicate valori ale acidității se remarcă la probele supuse fermentației la valori mici ale raportului tescovină : apă și valori mici ale pH-ului plămazii (figura VI.1 - d). Din figura VI.1 - k se observă o corelație puternică între valorile prezise și

cele efective ale acidității probelor.



**Figura VI.1.** Reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru aciditatea probelor în dependență de: *a)* – raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ); *b)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *c)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *d)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *e)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *f)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *g)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *h)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *i)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *j)* - temperatura fermentației ( $X_4$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *k)* – valorile prezise vs. valorile reale pentru aciditatea probelor.

De asemenea, au fost analizați parametrii statistici ai modelului pentru aciditatea probelor studiate. Rezultatele au arătat că modelul a fost semnificativ, lipsa de potrivire nu a fost semnificativă, a existat o corelație bună între valoarea corectată a coeficientului de determinare (Adj.  $R^2$ ) și valoarea previzionată a coeficientului de determinare (Pred.  $R^2$ ), precizia ajustată a fost mai mare de 4, valorile erorii de predicție (diferența dintre valoarea observată și valoarea prognozată) au fost satisfăcătoare. Așadar, s-a putut concluziona că *modelul a oferit predicții bune pentru valorile acidității probelor, putând fi utilizat pentru a configura modelele de proiectare a producției.*

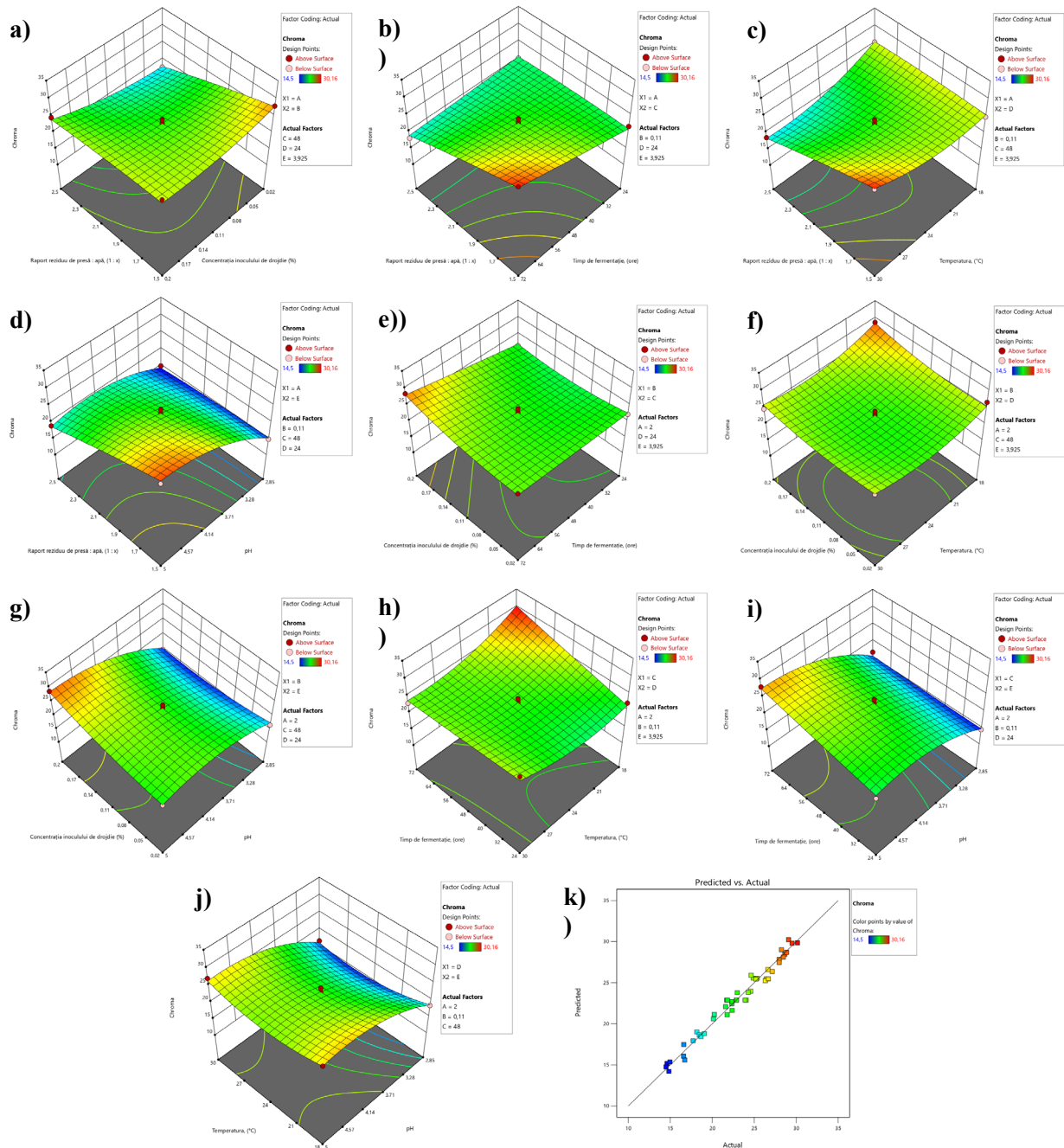
Datele experimentale pentru culoarea probelor obținute în urma procesului de fermentație al tescovinei de cătină au fost potrivite modelului quadratic care poate fi descris prin următoarea ecuație pătratică (VI.2):

$$\begin{aligned} \text{Intensitatea culorii} = & 22,88 - 2,84X_1 + 0,9181X_2 + 1,79X_3 - 0,7069X_4 + \\ & 4,56X_5 + 2,09X_1X_2 - 2,59X_1X_3 - 2,83X_1X_4 - 2,27X_1X_5 + 1,23X_2X_3 + \\ & 2,07X_2X_5 - 2,52X_3X_4 + 1,38X_3X_5 + 1,23X_2^2 + 2,27X_4^2 - 3,22X_5^2 \end{aligned} \quad (VI.2)$$

Ecuația, în termeni de factori codificați, poate fi utilizată pentru a face predicții despre chroma probelor studiate pentru nivelurile date ale fiecărui factor.

O înțelegere avansată a dependențelor și influențelor dintre parametrii considerați și intensitatea culorii probelor studiate s-a obținut prin reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru mărimea analizată și, respectiv, examinarea acestor grafice 3D. Figura VI.2 oglindește efectele combinate ale parametrilor de proces studiați, doi câte doi, cu menținerea celorlalți trei parametri în punctul central al mărimii considerate. Astfel, cele mai scăzute valori ale intensității culorii se observă când fermentația se desfășoară la rapoarte tescovină : apă mari și concentrații mici ale inoculului de drojdie (figura VI.2 - a), pentru 72 ore (figura VI.2 - g) și la temperaturi ridicate (figura VI.2 - c). De asemenea, valori mici pentru intensitatea culorii s-au determinat la probele la care pH-ul plămezii fermentative a fost minim, indiferent de raportul tescovină : apă folosit (figura VI.2 - g), durata fermentației (figura VI.2 - i) și temperatura la care s-a desfășurat fermentația (figura VI.2 - j). Atunci când s-au folosit rapoarte ale tescovinei : apă mici simultan cu durate prelungite ale fermentației (figura VI.2 - b), temperaturi ridicate (figura VI.2 - c) sau valori mari ale pH-ului plămezii fermentative (figura VI.2 - d) au fost observate valori mari pentru chroma probelor studiate. Totodată, valori ridicate ale intensității culorii au fost determinate și pentru probele la care s-au folosit concentrații ridicate ale inoculului de drojdie la o durată mare a fermentației (figura VI.2 - e), la temperaturi scăzute (figura VI.2 - f) sau pH ridicat al plămezii supuse fermentației (figura VI.2 - g) și la fermentațiile prelungite desfășurate la temperaturi scăzute (figura VI.2 - h) sau la pH mare (figura VI.2 - i). Din figura VI.2 - k se observă o corelație puternică între valorile prezise și cele efective pentru intensitatea culorii probelor.

De asemenea, au fost analizați parametrii statistici ai modelului pentru aciditatea probelor studiate. Rezultatele au arătat că modelul a fost semnificativ, lipsa de potrivire nu a fost semnificativă, a existat o corelație bună între valoarea corectată a coeficientului de determinare (Adj.  $R^2$ ) și valoarea previzionată a coeficientului de determinare (Pred.  $R^2$ ), precizia ajustată a fost mai mare de 4, valorile erorii de predicție (diferența dintre valoarea observată și valoarea prognozată) au fost satisfăcătoare. Așadar, s-a putut concluziona că *modelul a oferit predicții bune pentru valorile intensității culorii probelor, putând fi utilizat pentru a configura modelele de proiectare a producției.*



**Figura VI.2.** Reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru intensitatea culorii probelor în dependență de: *a)* – raportul tesovină : apă ( $X_1$ ) și concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ); *b)* - raportul tesovină : apă ( $X_1$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *c)* - raportul tesovină : apă ( $X_1$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *d)* - raportul tesovină : apă ( $X_1$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *e)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *f)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *g)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *h)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *i)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *j)* - temperatura fermentației ( $X_4$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *k)* – valorile prezise vs. valorile reale pentru chroma probelor.

Datele experimentale pentru conținutul total de substanțe solide al probelor obținute în urma procesului de fermentație al tesovinei de cătină au fost potrivite modelului quadratic care poate fi descris prin următoarea ecuație pătratică (VI.3):



$$\begin{aligned}
 TSS, (^{\circ}Brix) = & 4,43 - 0,275X_1 + 0,15X_2 - 0,05X_3 - 0,525X_1X_4 \\
 & - 0,2X_1X_5 - 0,15X_2X_4 + 0,3X_2X_5 + 0,25X_3X_5 - 0,1438X_1^2 \\
 & + 0,2396X_2^2 - 0,2938X_3^2 - 0,1187X_4^2 + 0,1146X_5^2
 \end{aligned}
 \quad (VI.3)$$

Ecuția, în termeni de factori codificați, poate fi utilizată pentru a face predicții despre conținutul total de substanțe solide al probelor studiate pentru nivelurile date ale fiecărui factor.

O înțelegere mai avansată a dependențelor și influențelor dintre parametrii considerați și conținutul total de substanțe solide al probelor studiate s-a obținut prin reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru mărimea analizată și, respectiv, examinarea acestor grafice 3D.

Figura VI.3 oglindește efectele combinate ale parametrilor de proces studiați, doi câte doi, cu menținerea celorlalți trei parametri în punctul central al mărimii considerate. Astfel, cele mai scăzute valori ale TSS se observă când fermentația se desfășoară la rapoarte tescovină : apă mari, pentru durate prelungite (figura VI.3 - b), la temperaturi ridicate (figura VI.3 - c) și la valori mari ale pH-ului plămezii supuse fermentației (figura VI.3 - d). Cele mai ridicate niveluri ale conținutului total de substanțe solide s-au determinat pentru probele care au rezultat în urma fermentațiilor desfășurate la rapoarte ale tescovinei : apă mici cu concentrații mari de inocul de drojdie (figura VI.3 - a) și la temperaturi ridicate (figura VI.3 - c), dar și la cele unde fermentația a avut loc la temperaturi scăzute și cu concentrații ale inoculului de drojdie mari (figura VI.3 - f) sau pH-ul plămezii fermentative a fost ridicat și s-au folosit, de asemenea, concentrații ridicate ale inoculului de drojdie (figura VI.3 - g). Din figura VI.3 - k se observă o corelație puternică între valorile prezise și cele efective pentru conținutul total de substanțe solide al probelor.

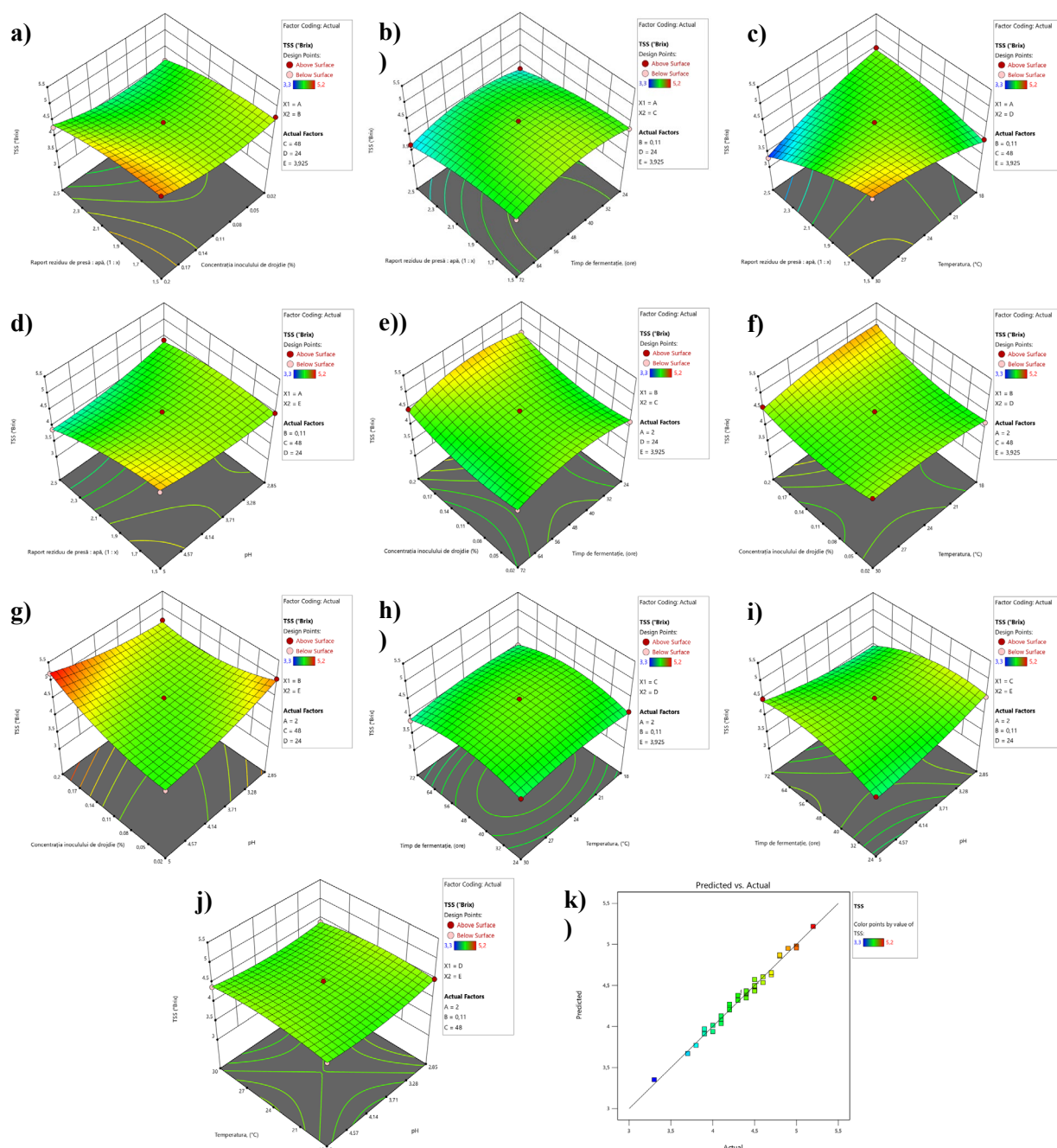
De asemenea, au fost analizați parametrii statistici ai modelului pentru conținutul total de substanțe solide al probelor studiate. Rezultatele au arătat că modelul a fost semnificativ, lipsa de potrivire nu a fost semnificativă, a existat o corelație bună între valoarea corectată a coeficientului de determinare ( $Adj. R^2$ ) și valoarea previzionată a coeficientului de determinare ( $Pred. R^2$ ), precizia ajustată a fost mai mare de 4, valorile erorii de predicție (diferența dintre valoarea observată și valoarea prognozată) au fost satisfăcătoare. Așadar, s-a putut concluziona că *modelul a oferit predicții bune pentru valorile conținutului total de substanțe solide al probelor, putând fi utilizat pentru a configura modelele de proiectare a producției.*

Datele experimentale pentru activitatea antioxidantă a probelor obținute în urma procesului de fermentație al tescovinei de cătină au fost potrivite modelului quadratic care poate fi descris prin ecuația pătratică (VI.4):

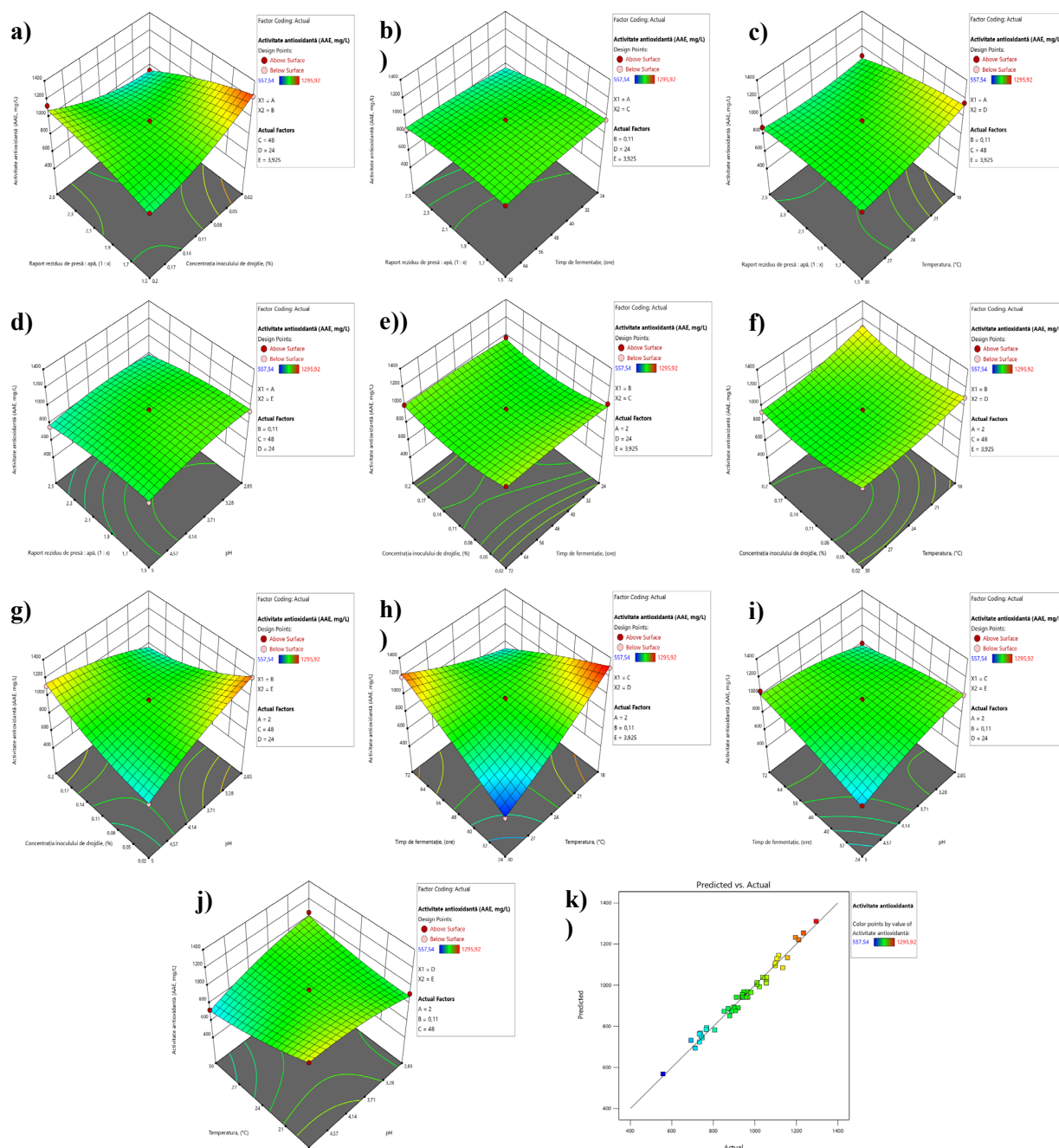
$$\begin{aligned}
 \text{Activitate antioxidantă, (mg/L)} & \quad (VI.4) \\
 = & 941,85 - 69,14X_1 - 15,37X_2 + 21,35X_3 - 60,56X_4 \\
 & - 22,75X_5 + 185,96X_1X_2 + 33,56X_1X_3 + 59,97X_1X_4 \\
 & + 211,8X_2X_5 + 310,57X_3X_4 + 136,86X_3X_5 - 125,04X_4X_5 \\
 & - 35,71X_1^2 + 77,51X_2^2 + 38,19X_4^2 - 47,81X_5^2
 \end{aligned}$$

Ecuția, în termeni de factori codificați, poate fi utilizată pentru a face predicții despre activitatea antioxidantă a probelor studiate pentru nivelurile date ale fiecărui factor.





**Figura VI.3.** Reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru conținutul total de substanțe solide al probelor în dependență de: *a)* – raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ); *b)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *c)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *d)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *e)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *f)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *g)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *h)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *i)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *j)* - temperatura fermentației ( $X_4$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *k)* – valorile prezise vs. valorile reale pentru conținutul total de substanțe solide al probelor.



**Figura VI.4.** Reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru activitatea antioxidantă a probelor în dependență de: *a)* – raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ); *b)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *c)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *d)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *e)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *f)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *g)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *h)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *i)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *j)* - temperatura fermentației ( $X_4$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *k)* – valorile prezise vs. valorile reale pentru activitatea antioxidantă a probelor.

O înțelegere avansată a dependențelor și influențelor dintre parametri considerați și activitatea antioxidantă a probelor studiate s-a obținut prin reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru mărimea analizată și, respectiv, examinarea

acestor grafice 3D. Figura VI.4 oglindește efectele combinate ale parametrilor de proces studiați, doi câte doi, cu menținerea celorlalți trei parametri în punctul central al mărimii considerate. Astfel, atunci când s-au folosit rapoarte ale tescovinei : apă mici simultan cu concentrații mici ale inoculului de drojdie (figura VI.4 - a), sau în cazul fermentațiilor prelungite la temperaturi ridicate (figura VI.4 - h) ori fermentații scurte la temperaturi scăzute (figura VI.4 - h) au fost observate valori mari pentru activitatea antioxidantă a probelor studiate. Cele mai scăzute valori ale activității antioxidante se observă la probele unde fermentația s-a desfășurat la rapoarte ale tescovinei : apă mari și concentrații mici ale inoculului de drojdie (figura VI.4 - a), pentru durate de timp mici cuplate cu temperaturi ridicate sau durate prelungite cuplate cu temperaturi scăzute (figura VI.4 - h), pentru durate de timp mici cuplate cu un pH ridicat al plămazii supuse fermentației (figura VI.4 - i) și la temperaturi ridicate simultan cu un pH mare al plămazii fermentative (figura VI.4 - j). Din figura VI.4 - k se observă o corelație puternică între valorile prezise și cele efective pentru activitatea antioxidantă a probelor.

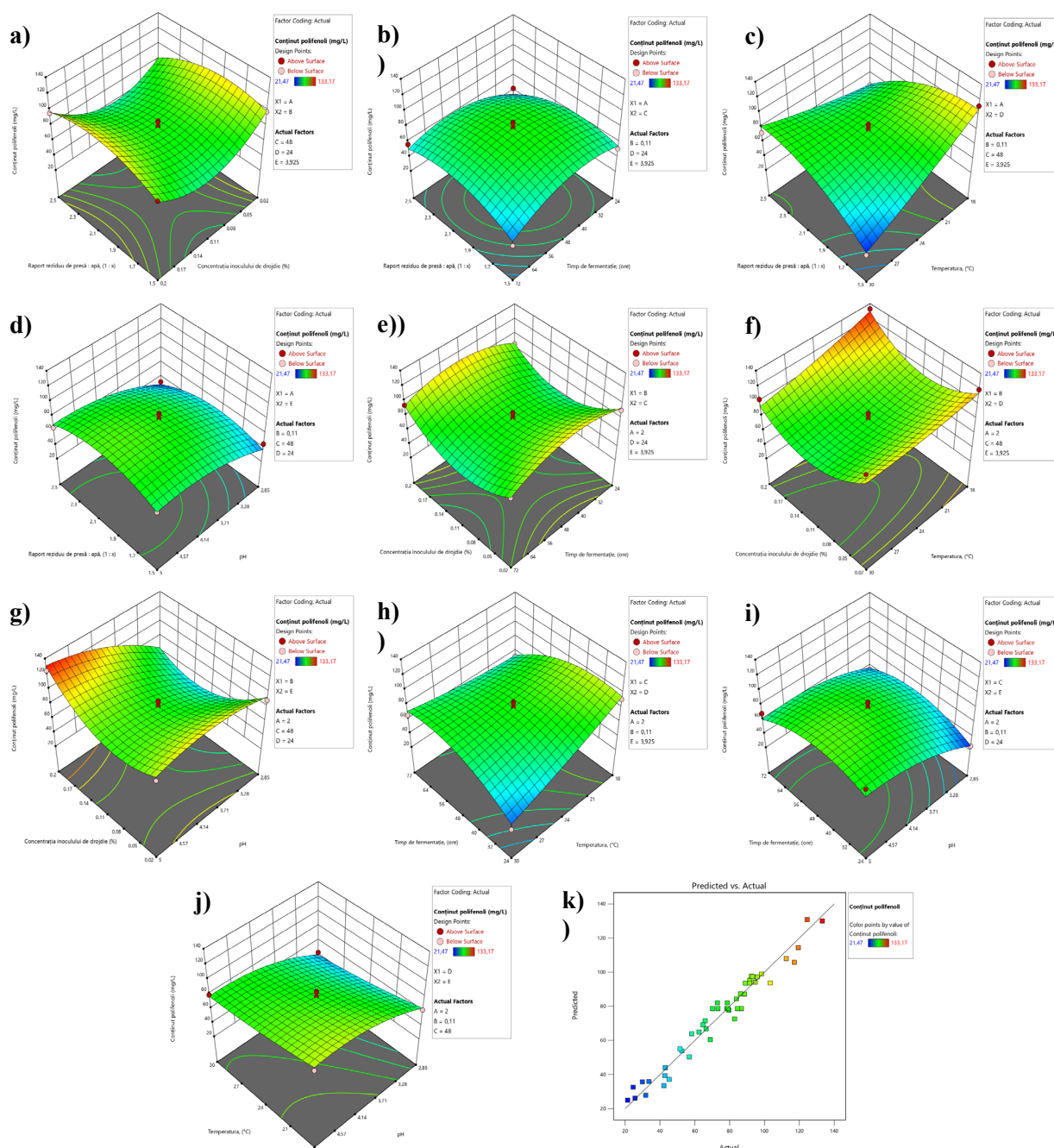
De asemenea, au fost analizați parametrii statistici ai modelului pentru activitatea antioxidantă a probelor studiate. Rezultatele au arătat că modelul a fost semnificativ, lipsa de potrivire nu a fost semnificativă, a existat o corelație bună între valoarea corectată a coeficientului de determinare ( $\text{Adj. } R^2$ ) și valoarea previzionată a coeficientului de determinare ( $\text{Pred. } R^2$ ), precizia ajustată a fost mai mare de 4, valorile erorii de predicție (diferența dintre valoarea observată și valoarea prognozată) au fost satisfăcătoare. Așadar, s-a putut concluziona că *modelul a oferit predicții bune pentru valorile acivității antioxidante a probelor, putând fi utilizat pentru a configura modelele de proiectare a producției.*

Datele experimentale pentru conținutul de polifenoli din probele obținute în urma procesului de fermentație al tescovinei de cătină au fost potrivite modelului quadratic care poate fi descris prin următoarea ecuație pătratică (VI.5):

$$\begin{aligned} \text{Conținut polifenoli, (mg/L)} & \quad (VI.5) \\ &= 78,68 - 11,25X_4 + 17,75X_5 + 30,24X_1X_4 + 15,70X_2X_5 \\ &+ 20,08X_3X_4 - 16,78X_1^2 + 29,45X_2^2 - 18,23X_3^2 - 11,65X_5^2 \end{aligned}$$

Ecuația, în termeni de factori codificați, poate fi utilizată pentru a face predicții despre conținutul de polifenoli din probele studiate pentru nivelurile date ale fiecărui factor.

O înțelegere avansată a dependențelor și influențelor dintre parametri considerați și conținutul de polifenoli al probelor studiate s-a obținut prin reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru mărimea analizată și, respectiv, examinarea acestor grafice 3D. Figura VI.5 oglindește efectele combinate ale parametrilor de proces studiați, doi câte doi, cu menținerea celorlalți trei parametri în punctul central al mărimii considerate. Astfel, cele mai ridicate concentrații de polifenoli s-au observat la probele la care fermentația a avut loc cu o concentrație ridicată de inocul de drojdie la temperaturi scăzute (figura VI.5 - a) sau la un pH ridicat al plămazii supuse fermentației (figura VI.5 - g). Valori mici pentru conținutul de polifenoli s-au determinat la probele unde fermentația s-a desfășurat la rapoarte ale tescovinei : apă mici și la temperaturi ridicate (figura VI.5 - c), la rapoarte ale tescovinei : apă mari și la pH mic al plămazii fermentative (figura VI.5 - d), pentru durate scurte și la valori scăzute ale pH-ului (figura VI.5 - i) sau la temperaturi ridicate și pH mic al plămazii supuse fermentației (figura VI.5 - j). Din figura VI.5 - k se observă o corelație puternică între valorile prezise și cele efective pentru conținutul de polifenoli al probelor.



**Figura VI.5.** Reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru conținutul de polifenoli din probe în dependență de: *a)* – raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ); *b)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *c)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *d)* - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *e)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); *f)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *g)* - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *h)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); *i)* - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *j)* - temperatura fermentației ( $X_4$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); *k)* – valorile prezise vs. valorile reale pentru conținutul de polifenoli din probe.

De asemenea, au fost analizați parametrii statistici ai modelului pentru conținutul de polifenoli din probe studiate. Rezultatele au arătat că modelul a fost semnificativ, lipsa de

potrivire nu a fost semnificativă, a existat o corelație bună între valoarea corectată a coeficientului de determinare ( $\text{Adj. } R^2$ ) și valoarea previzionată a coeficientului de determinare ( $\text{Pred. } R^2$ ), precizia ajustată a fost mai mare de 4, valorile erorii de predicție (diferența dintre valoarea observată și valoarea prognozată) au fost satisfăcătoare. Așadar, s-a putut concluziona că *modelul a oferit predicții bune pentru valorile conținutului de polifenoli din probe, putând fi utilizat pentru a configura modelele de proiectare a producției.*

Datele experimentale pentru concentrația compușilor de aromă din probele obținute în urma procesului de fermentație al tescovinei de cătină au fost potrivite modelului quadratic care poate fi descris prin următoarea ecuație pătratică (VI.6):

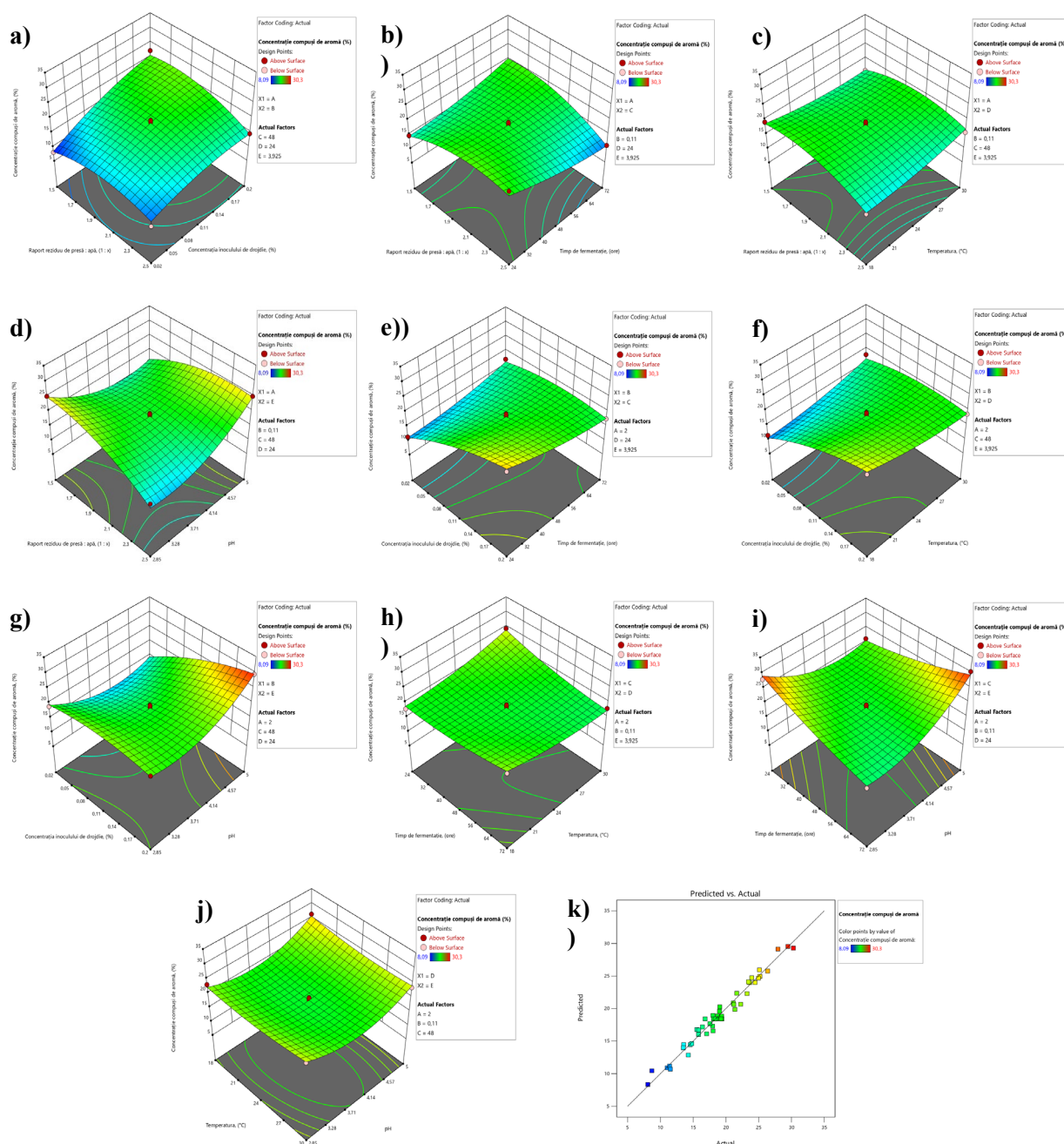
$$\begin{aligned} \text{Concentrație compusi de aroma, (\%)} & \quad (VI.6) \\ &= 18,42 - 1,03X_1 + 4,08X_2 - 0,8244X_3 + 0,8950X_5 \\ &- 2,08X_1X_2 - 3,66X_1X_3 + 1,40X_1X_4 + 5,01X_1X_5 - 3,30X_2X_3 \\ &- 2,93X_2X_4 + 3,45X_2X_5 - 2,53X_3X_4 + 5,16X_3X_5 - 3,13X_1^2 \\ &- 1,81X_2^2 + 1,12X_3^2 + 1,11X_4^2 + 4,51X_5^2 \end{aligned}$$

Ecuația, în termeni de factori codificați, poate fi utilizată pentru a face predicții despre concentrația compușilor de aromă din probele studiate pentru nivelurile date ale fiecărui factor.

O înțelegere avansată a dependențelor și influențelor dintre parametrii considerați și concentrația compușilor de aromă din probele studiate s-a obținut prin reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru mărimea analizată și, respectiv, examinarea acestor grafice 3D. Figura VI.6 oglindește efectele combinate ale parametrilor de proces studiați, doi câte doi, cu menținerea celorlalți trei parametri în punctul central al mărimii considerate. Astfel, concentrații ridicate ale compușilor de aromă se remarcă la probele unde fermentația s-a desfășurat cu cantități mai ridicate de inocul de drojdie, la pH mare al plămezii fermentative (figura VI.6 - g), la fermentații scurte ca durată și pH mic (figura VI.6 - i), sau fermentații prelungite și pH mare (figura VI.6 - i). Atunci când s-au folosit concentrații mici de inocul de drojdie s-au observat concentrații scăzute ale compușilor de aromă, indiferent de raportul tescovină : apă utilizat (figura VI.6 - a), durata fermentației (figura VI.6 - e), temperatura setată (figura VI.6 - f) ori valoarea ajustată a pH-ului plămezii fermentative (figura VI.6 - g). De asemenea, concentrații mici ale compușilor de aromă s-au depistat și în cazul fermentațiilor prelungite, unde raportul tescovină : apă a fost mare (figura VI.6 - b). Din figura VI.6 - k se observă o corelație puternică între valorile prezise și cele efective pentru concentrația compușilor de aromă din probe.

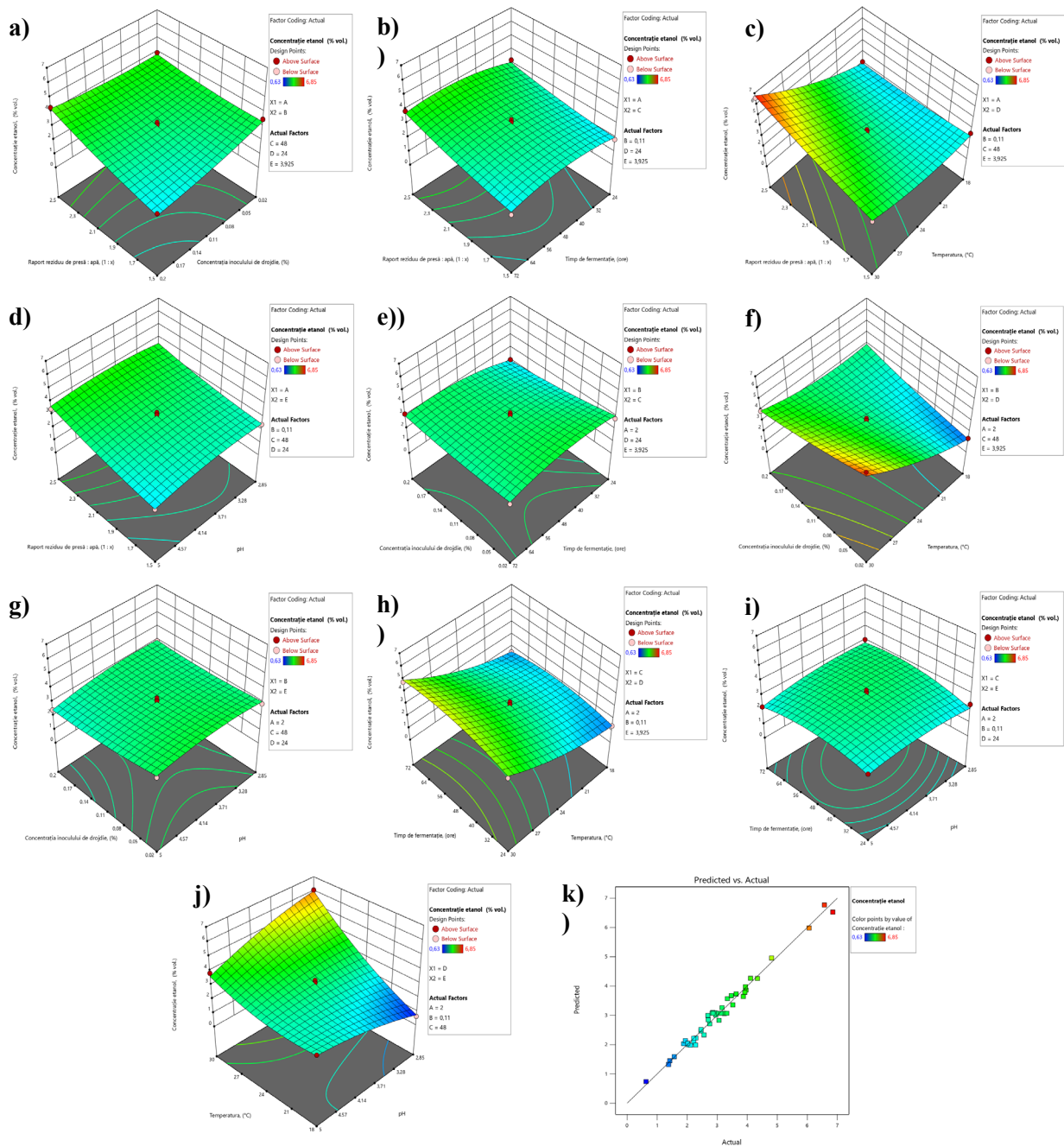
De asemenea, au fost analizați parametrii statistici ai modelului pentru concentrația compușilor de aromă din probele studiate. Rezultatele au arătat că modelul a fost semnificativ, lipsa de potrivire nu a fost semnificativă, a existat o corelație bună între valoarea corectată a coeficientului de determinare ( $\text{Adj. } R^2$ ) și valoarea previzionată a coeficientului de determinare ( $\text{Pred. } R^2$ ), precizia ajustată a fost mai mare de 4, valorile erorii de predicție (diferența dintre valoarea observată și valoarea prognozată) au fost satisfăcătoare. Așadar, s-a putut concluziona că *modelul a oferit predicții bune pentru valorile concentrației compușilor de aromă din probe, putând fi utilizat pentru a configura modelele de proiectare a producției.*





**Figura VI.6.** Reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru concentrația compușilor de aromă din probe în dependență de: a) – raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ); b) - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); c) - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); d) - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); e) - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); f) - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); g) - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); h) - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); i) - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); j) - temperatura fermentației ( $X_4$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); k) – valorile prezise vs. valorile reale pentru concentrația compușilor de aromă din probe.

Datele experimentale pentru concentrația de etanol a probelor obținute în urma procesului de fermentație al tescovinei de cătină au fost potrivite modelului quadratic care poate fi descris prin ecuația pătratică VI.7.



**Figura VI.7.** Reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru concentrația de etanol din probe în dependență de: a) – raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ); b) - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); c) - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); d) - raportul tescovină : apă ( $X_1$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); e) - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și timpul de fermentație ( $X_3$ ); f) - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); g) - concentrația inoculului de drojdie ( $X_2$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); h) - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și temperatura fermentației ( $X_4$ ); i) - timpul de fermentație ( $X_3$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); j) - temperatura fermentației ( $X_4$ ) și pH-ul plămezii fermentative ( $X_5$ ); k) – valorile prezise vs. valorile reale pentru concentrația de etanol din probe.

Ecuția, în termeni de factori codificați, poate fi utilizată pentru a face predicții despre concentrația de etanol din probele studiate pentru nivelurile date ale fiecărui factor.

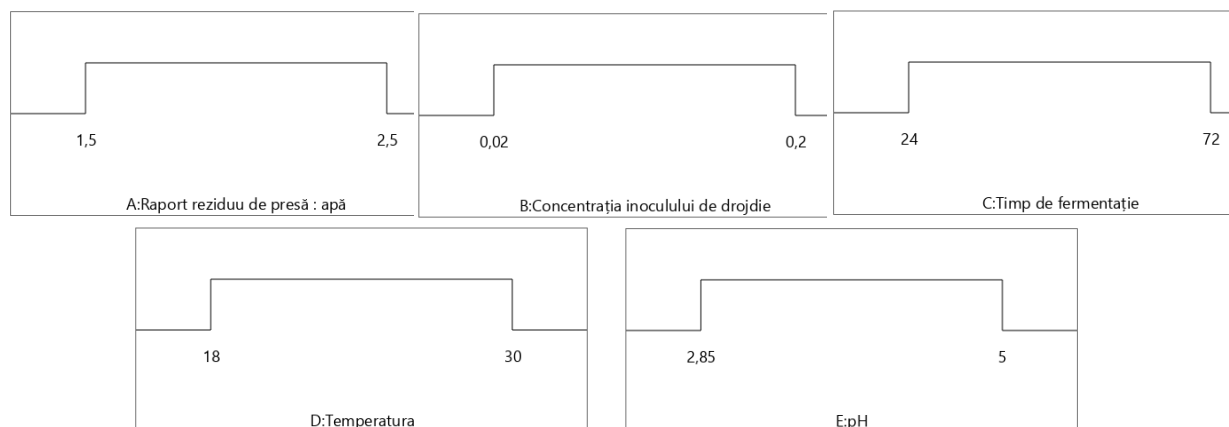
$$\begin{aligned}
 &\textbf{Concentratie etanol, (\% vol.)} && (VI.7) \\
 &= 3,07 + 0,67X_1 - 0,2187X_2 + 0,2075X_3 + 1,55X_4 + 0,42X_1X_2 \\
 &+ 0,8475X_1X_4 + 0,33X_2X_3 - 1,05X_2X_4 - 1,08X_4X_5 + 0,159X_1^2 \\
 &+ 0,1606X_2^2 - 0,4777X_3^2 + 0,4731X_4^2 - 0,2769X_5^2
 \end{aligned}$$

O înțelegere avansată a dependențelor și influențelor dintre parametrii considerați și conținutul de etanol din probele studiate s-a obținut prin reprezentarea grafică tridimensională a suprafețelor de răspuns pentru mărimea analizată și, respectiv, examinarea acestor grafice 3D. Figura VI.7 oglindește efectele combinate ale parametrilor de proces studiați, doi câte doi, cu menținerea celorlalte trei parametri în punctul central al mărimii considerate. Astfel, cele mai scăzute valori ale concentrației de etanol s-au determinat la probele la care fermentația a fost desfășurată la temperaturi scăzute și concentrații mici ale drojdiei inoculate (figura VI.7 - f), pentru intervale de timp mici (figura VI.7 - h), sau la pH scăzut al plămezii supuse fermentației (figura VI.7 - j). Concentrațiile cele mai ridicate de etanol au fost observate la probele unde fermentația a fost condusă la temperaturi mari și rapoarte ale tescovinei : apă mari (figura VI.7 - c), concentrații ridicate ale inocului de drojdie (figura VI.7 - f), sau pH mic al plămezii fermentative (figura VI.7 - j).

De asemenea, au fost analizați parametrii statistici ai modelului pentru concentrația de etanol din probele studiate. Rezultatele au arătat că modelul a fost semnificativ, lipsa de potrivire nu a fost semnificativă, a existat o corelație bună între valoarea corectată a coeficientului de determinare ( $\text{Adj. } R^2$ ) și valoarea previzionată a coeficientului de determinare ( $\text{Pred. } R^2$ ), precizia ajustată a fost mai mare de 4, valorile erorii de predicție (diferența dintre valoarea observată și valoarea prognozată) au fost satisfăcătoare. Așadar, s-a putut concluziona că *modelul a oferit predicții bune pentru valorile concentrației de etanol din probe, putând fi utilizat pentru a configura modelele de proiectare a producției.*

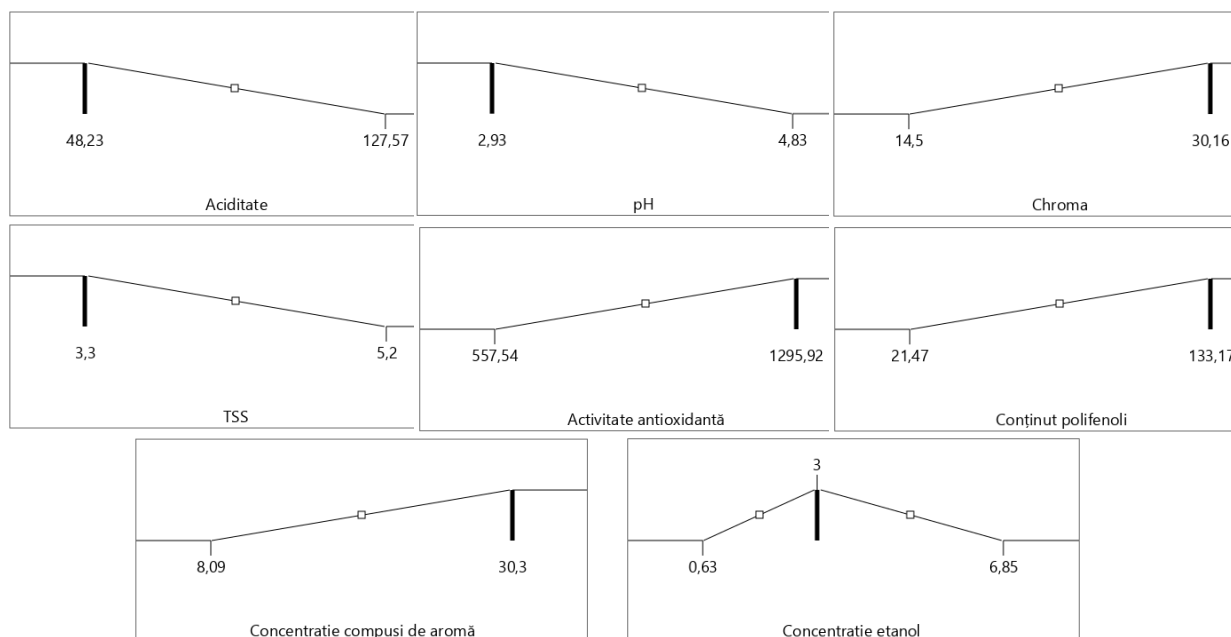
În cadrul **capitolului 7** al cercetării doctorale, cu titlul “*Optimizarea procesului de obținere a băuturii fermentate din tescovină de cătină*”, variabilelor de răspuns li s-au atribuit o categorii de importanță egale, pe baza efectelor lor asupra calității și acceptabilității produsului finit cu scopul de a optimiza nivelurile variabilelor independente.

Valorile intervalelor de referință pentru variabile, împreună cu obiectivele setate pentru fiecare dintre variabilele studiate sunt prezentate graphic în figurile VII.1 și VII.2.



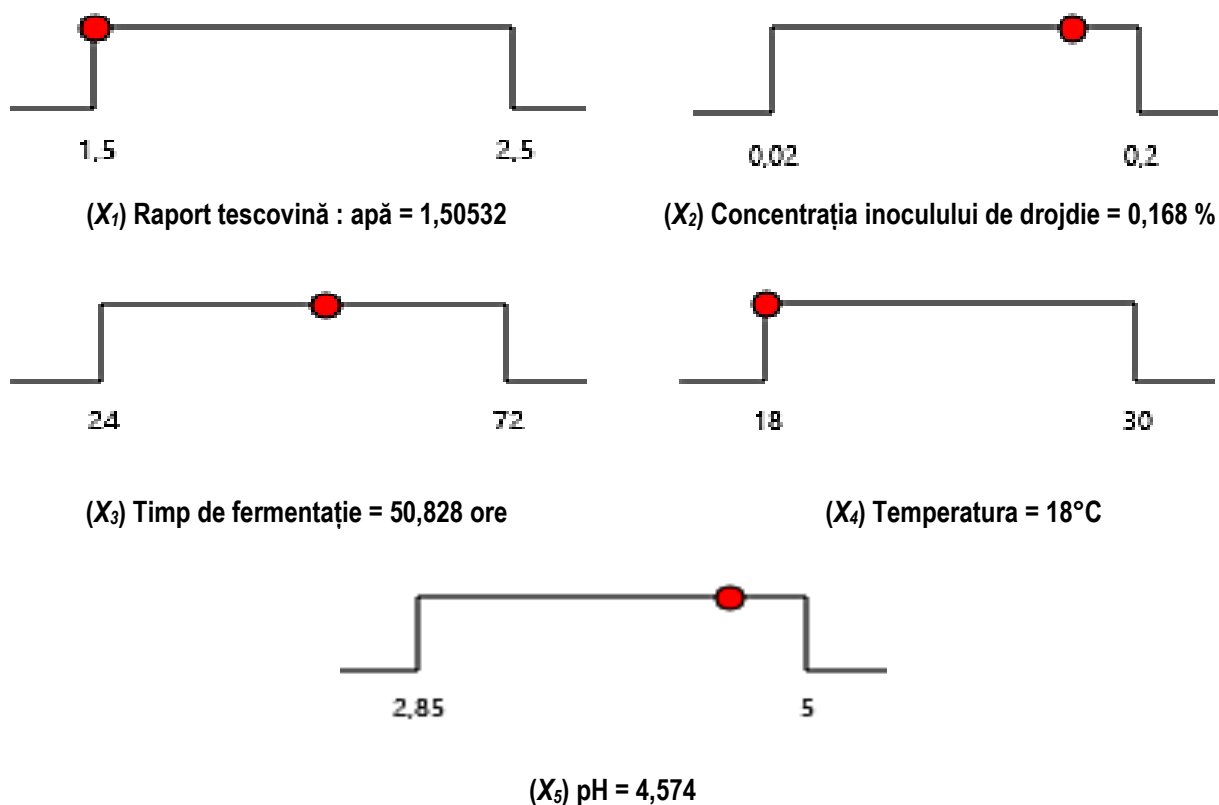
**Figura VII.1.** Reprezentarea grafică a restricțiilor setate pentru variabilele independente





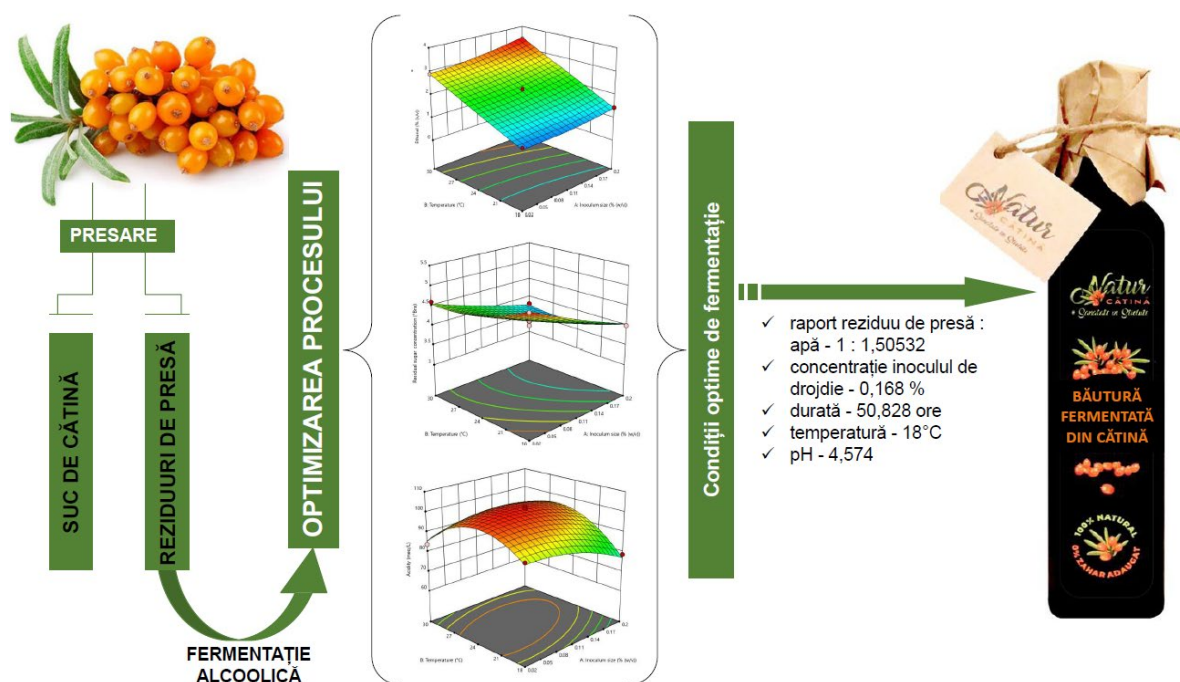
**Figura VII.2.** Reprezentarea grafică a restricțiilor setate pentru variabilele de răspuns

Valorile optime ale variabilelor independente pentru obținerea unei băuturi fermentate folosind ca materie primă tescovină de cătină, au fost determinate utilizând funcția dezirabilitate.



**Figura VII.3.** Valorile optime ale variabilelor independente pentru obținerea băuturii fermentate din tescovină de cătină

În **capitolul 8** al tezei de doctorat s-a realizat caracterizarea băuturii fermentate din tescovină de cătină obținută ca efect al aplicării condițiilor de proces pentru fermentație obținute prin optimizarea efectuată (raport tescovină : apă 1: 1,51, concentrație inoculul de drojdie 0,17 %, durată 50,83 ore, temperatură 18°C, pH 4,57), (figura VIII.1).



**Figura VIII.1.** Obținerea băuturii fermentate din tescovină de cătină

Caracteristicile fizico-chimice și nutriționale studiate pentru proba de băutură fermentată optimizată sunt prezentate în tabelul VIII.1.

**Tabel VIII.1.** Caracteristici băutură fermentată din tescovină de cătină

| Caracteristica studiată                    | Valoare experimentală | Valoare prezisă |
|--------------------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Aciditate (meq/L)                          | 87,59                 | 83,6129         |
| Intensitatea culorii (C*)                  | 28,32                 | 30,1602         |
| Conținut total de substanțe solide (°Brix) | 4,7                   | 4,515           |
| Activitate antiradicalică (mg/L EAA)       | 1096,8                | 1141,51         |
| Conținut total de compuși fenolici (mg/L)  | 124,32                | 127,106         |
| Concentrație compuși de aromă (%)          | 22,43                 | 25,7679         |
| Concentrație etanol (% vol.)               | 3,1                   | 2,9997          |

Din tabelul VIII.1 se pot observa atât valorile experimentale pentru parametrii de calitate considerați în studiu, cât și valorile prezise prin optimizarea procesului. Se remarcă o bună corelație între nivelurile reale ale parametrilor și cele prezise, așadar modelele matematice aplicate sunt potrivite iar optimizarea procesului a fost corespunzătoare.

Băutura fermentată obținută prin fermentația alcoolică a tescovinei de cătină prezintă valori satisfăcătoare pentru parametrii fizico-chimici studiați, fiind o băutură deosebită prin materia primă inedită folosită în obținerea ei, activitatea antiradicalică ridicată, conținutul ridicat în compuși fenolici și aroma unică, caracteristică. 1-hidroxi-2-propanonă este cel mai concentrat compus aromatic prezent în compoziția produsului, cu un miros înțepător, dulce,

de caramel, eteric și o aromă de dulce, verde, de ars. În cantități însemnate se regăsește și izovaleratul de etil, care are un miros fructat, dulce, de mere, de ananas și o aromă de dulce, de fructe, picant, metalic, de mere, de ananas, dar și acidul hexanoic, cu miros acru, uleios, de brânză și aromă de brânză, fructată, fenolică, uleioasă, precum și izopentilesterul acidului izovaleric cu miros dulce, fructat, verde, de măr copt, tropical și aromă verde, fructată, de mere.

**Capitolul 9** al tezei cuprinde concluziile generale și perspectivele cercetării doctorale.

Teza de doctorat oferă o soluție de valorificare a deșeurilor provenite din industria procesatoare a fructelor de cătină, respectiv valorificarea tescovinei de cătină rezultată după presarea fructelor pentru obținerea sucului. Studiul de față își propune optimizarea condițiilor industriale de fermentație alcoolică a tescovinei de cătină în vederea obținerii unei băuturi fermentate slab alcoolice. Optimizarea fost realizată cu succes, modelele matematice fiind în bun acord cu datele experimentale.

Modele matematice descrise sunt de mare importanță pentru selectarea condițiilor de proces și pentru predicția răspunsurilor dacă se dorește atingerea altor caracteristici specifice ale produsului, ajustarea procesului sau abordarea altor aplicații similare.

Tema de cercetare experimentală prezentată în această lucrare de doctorat dezvoltă posibilitatea de a oferi oportunități pentru alte studii experimentale, cum ar fi:

- ✓ exploatarea pe scară largă a tescovinei de cătină pentru obținerea unei băuturi fermentate și optimizarea condițiilor industriale de fermentație alcoolică a tescovinei de cătină în vederea obținerii unei băuturi fermentate slab alcoolice;
- ✓ optimizarea rețetei de fabricație industrială a băuturii fermentate din tescovină de cătină;
- ✓ combinarea tescovinei de cătină cu alte tipuri de reziduuri vegetale și studierea posibilității de valorificare a acestora prin fermentație alcoolică pentru obținerea de noi sortimente de băuturi fermentate cu caracteristici nutriționale îmbunătățite și calități senzoriale inedite.

În capitolul **capitolul 10** al tezei sunt prezentate contribuțiile originale la stadiul cunoașterii în domeniu realizate prin cercetarea doctorală efectuată.

Lucrarea cu titlul “Cercetări privind valorificarea prin fermentație alcoolică a tescovinei cătină” se înscrie în sfera preocupărilor comunității științifice pentru identificarea de noi sortimente de vinuri din fructe care să vină în întâmpinarea cererii sporite a consumatorilor pentru alimente funcționale, inclusiv fructele și produsele lor, dar și pentru identificarea de soluții privind gestionarea cantităților mari de deșeuri din fructe cauzate de managementul inadecvat al acestora.

Teza de doctorat, prin tematica abordată, metodologia utilizată și rezultatele obținute, are un caracter de originalitate ridicat raportat la cunoașterea din domeniu, luând în considerare următoarele:

- în premieră pentru cercetarea științifică internațională, s-a valorificat prin fermentație alcoolică tescovina de cătină rezultată după presarea la rece a fructelor (folosite altfel ca și furaje sau pentru extracția pigmentilor);
- a fost realizată o sinteză la zi a principalelor studii realizate în domeniul valorificării fructelor prin fermentație alcoolică și obținerea de vinuri din fructe;
- s-au evidențiat complet și complex caracteristicile fructelor de cătină din principalele subspecii cultivate la nivel european;
- s-a realizat o sinteză la zi a principalelor utilizări terapeutice ale cătinei;

- au fost identificați principalii factori determinanți ai randamentului fermentației alcoolice a tescovinei de cătină;
- s-au stabilit parametrii de importanță pentru atributele calitative senzoriale, funcționale și de siguranță alimentară a băuturii fermentate din tescovină de cătină;
- s-a dovedit că substanțele cu importanță nutrițională din tescovina de cătină pot fi extrase prin fermentație alcoolică, într-o băutură slab alcoolică adecvată pentru consumul pe scară largă;
- s-a arătat că raportul tescovină : apă influențează semnificativ aciditatea, intensitatea culorii, conținutul total de substanțe solide, activitatea antioxidantă și conținutul în etanol din băutura fermentată rezultată;
- s-a scos în relief că valoarea concentrației utilizate pentru inoculul de drojdie influențează semnificativ intensitatea culorii conținutul total de substanțe solide, concentrația compușilor de aromă și conținutul de etanol din băutura obținută prin fermentație;
- s-a evidențiat că durata fermentației influențează semnificativ intensitatea culorii și conținutul în etanol din băutura fermentată rezultată și nu influențează conținutul de compuși fenolici din aceasta.
- s-a evidențiat faptul că temperatura la care se desfășoară fermentația influențează semnificativ activitatea antioxidantă, conținutul în polifenoli și concentrația în etanol a băuturii rezultate în urma desfășurării procesului fermentativ, și nu impactează conținutul acesteia în compuși de aromă;
- s-a arătat că pH-ul plămезii fermentative influențează semnificativ aciditatea, intensitatea culorii și conținutul de compuși fenolici din băutura fermentată rezultată;
- s-au elaborat modele quadratice și s-au descris ecuații matematice prin intermediul cărora se pot face predicții în legătură cu parametrii de calitate ai băuturii fermentate din tescovină de cătină;
- s-a realizat o descriere completă a dependențelor și influențelor dintre parametrii de proces pentru fermentație și parametrii care definesc calitatea băuturii fermentate din tescovină de cătină;
- s-au stabilit valori optime pentru parametrii de proces ai fermentației alcoolice a tescovinei de cătină;
- s-a dovedit faptul că tescovina de cătină poate constitui un substrat potrivit pentru fermentația alcoolică.

Studiul din prezenta teză de doctorat oferă informații de mare utilitate pentru industria băuturilor fermentative, rezultatele descrise putând ajuta agenții industriali să obțină randamente satisfăcătoare pentru fermentația alcoolică a oricăror reziduuri de fructe și mai ales a tescovinei de cătină.

Prin cercetările efectuate, s-a realizat, pentru prima oară la nivel internațional, valorificarea deșeurilor din industria procesatoare a fructelor de cătină prin fermentație alcoolică. A fost obținută o băutură alcoolică fermentată din tescovină de cătină nouă, cu proprietăți nutriționale și senzoriale unice, neexistentă pe piață la ora actuală.

## REFERINȚE CITATE ȘI BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

[Ag, '02] Agrawala, P. K., Goel, H. C., (2002), Protective effect of RH-3 with special reference to radiation induced micronuclei in mouse bone marrow, *Indian J. Exp. Biol.*, 40: 525-530.

[Ak, '03] Akubor, P. I., Obio, S. O., Nwodomere, K. A., Obiomah, E., (2003), Production and quality evaluation of banana wine, *Plant Food for Human Nutrition*, 58: 1–6.

[An, '09] Andersson, S., Olsson, M. E., Johansson, E., Rumpunen, K., (2009), Carotenoids in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries during ripening and use of pheophytin a as marker of maturity, *J Agric Food Chem.*, 57(1): 250-258.

[An, '13] Andreu-Sevilla, A. J., Mena, P., Martí, N., Viguera, C. G., Carbonell-Barrachina, A., (2013), Volatile composition and descriptive sensory analysis of pomegranate juice and wine, *Food Research International*, 54(1): 246-254.

[An, '91] Anghel, I., Herlea, V., Vassu, T., Dan, V., Segal, B., Oancea, I., Berzescu, P., Kathrein, I., (1991), Biologia și tehnologia drojdiilor. Volumul 2, *Editura Tehnică*, București, 386 p.

[Ar, '15] Artero, A., Artero, A., Tarín, J. J., Cano, A., (2015), The impact of moderate wine consumption on health, *Maturitas*, 80(1): 3-13.

[Ba, '11] Bal, L. M., Meda, V., Naik, S. N., Satya, S., (2011), Sea buckthorn berries: A potential source of valuable nutrients for nutraceuticals and cosmoceuticals, *Food Research International*, 44: 1718–1727.

[Ba, '14] Bamforth, C. W., (2014), Fermented Beverages, Editor: Neal K. Van Alfen, Encyclopedia of Agriculture and Food Systems, *Academic Press*, p. 124-136.

[Ba, '12] Barrett, D. M., Lloyd, B., (2012), Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92: 7–22.

[Ba, '00] Banu, C., Răsmeriță, D., Butu, N., Stoicescu, A., Sahleanu, V., Hopulele, T., (2000) Biotehnologii în industria alimentară, *Editura Tehnică*, București, 696 p.

[Ba, '02] Bawa, S., Khanum, F., Singh, B., (2002), Seabuckthorn: A wonder plant, *Natural Product Radiance*, 1(4): 8-14.

[Be, '16] Berenguer, M., Vegara, S., Barrajon, E., Saura, D., Valero, M., Martí, N., (2016), Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains, *Food Chemistry*, 190: 848-855.

[Be, '92] Bernath, J., Foldesi, D., (1992), Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A promising new medicinal and food crop, *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 1: 27–35.

[Be, '99] Beveridge, T., Li, T.S., Oomah, B.D., Smith, A., (1999), Sea buckthorn products: manufacture and composition, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(9): 3480-3488.

[Bh, '14] Bhartee, M., Basistha, B. C., Pradhan, S., (2014), Seabuckthorn - a secret wonder species: review, *SMU Med J*, 1(2): 102–115.

[Bi, '02] Bisson, L. F., Waterhouse, A. L., Ebeler, S. E., Walker, M. A., Lapsley, J. T., (2002), The present and future of the international wine industry, *Nature*, 418: 696–699.

[Bo, '88] Bounous, G., Zanini, E., (1988), The variability of some components and biometric characteristics of fruits of six tree and shrub species, *Hort. Abst.*, 60: 4153.

[Br, '02] Brad, I., Brad, I.-L., Radu, F., (2002), Cătina albă: O farmacie într-o plantă, *Editura Tehnică*, București, 180 p.

[By, '13] Byaruagaba-Bazirake, G. W., Rensburg, P. V., Kyamuhangire, W., (2013), Characterisation of banana wine fermented with recombinant wine yeast strains, *American Journal of Food and Nutrition*, 3: 105–116.

[Ča, '19] Čakar, U., Petrović, A., Pejin, B., Čakar, M., Živković, M., Vajs, V., Đorđević, B., (2019), Fruit as a substrate for a wine: A case study of selected berry and drupe fruit wines, *Scientia Horticulturae*, 244: 42-49.

[Ca, '04] Cakir, A., (2004), Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophae rhamnoides* L. (sea buckthorn) and *Myrtus communis* L. from Turkey, *Biochemical Systematics and Ecology*, 32: 809-816.

[Ce, '06] Cenkowski, S., Yakimishen, R., Przybylski, R., Muir, W. E., (2006), Quality of extracted sea buckthorn seed and pulp oil, *Canadian Biosystems Engineering*, 48(3): 9-16.

[Ce, '19] Cerrillo, I., Escudero-López, B., Ortega, A., Martín, F., Fernández-Pachón, M. S., (2019), Effect of daily intake of a low-alcohol orange beverage on cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic humans, *Food Research International*, 116: 168-174.

[Ch, '10] Chambers, P. J., Pretorius, I. S., (2010), Fermenting knowledge: The history of winemaking, science and yeast research, *EMBO Reports*, 11: 914–920.

[Ch, '08] Cheirsilp, B., Umsakul, K., (2008), Processing of banana-based wine product using pectinase and  $\alpha$ -amylase, *Journal of Food Process Engineering*, 31: 78–90.

[Ch, '88] Chen, T., (1988), Studies of the biochemical composition of *Hippophae* and its quality assessment in Gansu Province, *Hippophae*, 1: 19–26.

[Ch, '15] Chen, D., Yap, Z. Y., Liu, S.-Q., (2015), Evaluation of the performance of *Torulaspora delbrueckii*, *Williopsis saturnus*, and *Kluyveromyces lactis* in lychee wine fermentation, *International Journal of Food Microbiology*, 206: 45-50.

[Ch, '16] Chen, D., Liu, S.-Q., (2016), Transformation of chemical constituents of lychee wine by simultaneous alcoholic and malolactic fermentations, *Food Chemistry*, 196: 988-995.

[Ch, '19] Chen, D., Toussaint, S., Huang, W., Zhan, J., Liu, S.-Q., Effects of diammonia phosphate addition on the chemical constituents in lychee wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae*, *LWT - Food Science and Technology*, 105: 224-232.

[Ch, '03] Cheng, J., Kondo, K., Suzuki, Y., Ikeda, Y., Meng, X., Umemura, K., (2003), Inhibitory effects of total flavones of *Hippophae rhamnoides* L. on thrombosis in mouse femoral artery and in vitro platelet aggregation, *Life Sciences*, 72(20): 2263–2271.

[Ch, '90] Cheng, T., (1990), Acute toxicity of flesh oil of *Hippophae rhamnoides* and its protection against experimental hepatic injury, *J. Trad. Chin. Med.*, 15: 45-47.

[Ch, '13] Cho, J. Y., Jeong, J. H., Kim, J. Y., Kim, S. R., Kim, S. J., Lee, H. J., Lee, S. H., Park, K. H., Moon, J. H., (2013), Change in the content of phenolic compounds and antioxidant activity during manufacturing of black raspberry (*Rubus coreanus* Miq.) wine, *Food Science and Biotechnology*, 22(5): 1–8.

[Co, '15] Coelho, E., Vilanova, M., Genisheva, Z., Oliveira, J. M., Teixeira, J. A., Domingues, L., (2015), Systematic approach for the development of fruit wines from industrially processed fruit concentrates, including optimization of fermentation parameters, chemical characterization and sensory evaluation, *LWT - Food Science and Technology*, (62): 1043-1052.

[Co, '17] Comitini, F., Capece, A., Ciani, M., Romano, P., (2017), New insights on the use of wine yeasts, *Current Opinion in Food Science*, 13: 44-49.

[Co, '10] Cotea, V. D., Pomohaci, N., Gheorghită, M. Șt., (2010), Oenologie, *Editura Tipo Moldova*, Iași, 315 p.

[Da, '10] Dabija, A., (2010), Biotehnologii din industria alimentară fermentativă, *Editura PIM*, Iași, 442 p.

- [Da, '52] Darmer, G., (1952), Der Sanddorn als Wild-und Kulturepflanze, Leipzig, Germany, *Editura S. Hirzel Verlag*, 89 p.
- [De, '17] Dellacassa, E., Trenchs, O., Fariña, L., Debernardis, F., Perez, G., Boido, E., Carrau, F., (2017), Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) wine production in Angola: Characterisation of volatile aroma compounds and yeast native flora, *International Journal of Food Microbiology*, 241: 161-167.
- [De, '18] Dessie, W., Zhang, W., Xin, F., Dong, W., Zhang, M., Ma, J., Jiang, M., (2018), Succinic acid production from fruit and vegetable wastes hydrolyzed by on-site enzyme mixtures through solid state fermentation, *Bioresource Technology*, 247: 1177-1180.
- [Do, '15] Dong, W., Yong, H., Yi, Z., Yue, S., (2015), Optimization of fermentation processing of yellow peach fruit wine by response surface methodology, *Journal of Food Safety and Quality*, 6(3): 809-814.
- [Du, '10] Duarte, W. F., Dias, D. R., Oliveira, J. M., Teixeira, J. A., Almeida e Silva, J. B., Schwan, R. F., (2010), Raspberry (*Rubus idaeus* L.) wine: Yeast selection, sensory evaluation and instrumental analysis of volatile and other compounds, *Food Research International*, 43(9): 2303-2314.
- [Du, '10b] Duarte, W. F., Dias, D. R., Oliveira, J. M., Teixeira, J. A., Almeida e Silva, J. B., Schwan, R. F., (2010), Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabioba, jaboticaba and umbu, *LWT—Food Science and Technology*, 43: 1564–1572.
- [Du, '12] Dulf, F., (2012), Fatty acids in berry lipids of six sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L., subspecies *carpatica*) cultivars grown in Romania, *Chemistry Central Journal*, 6: 106-118.
- [Ec, '02] Eccleston, C., Baoru, Y., Tahvonen, R., Kallio, H., Rimbach, G. H., Minihane, A. M., (2002), Effects of an antioxidant-rich juice (sea buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans, *J Nutr Biochem*, 13(6): 346–354.
- [El, '89] Eliseev, I. P., (1989), Evolutionary genetic aspects in assessment of achievements and perspectives of sea buckthorn selection in the USSR, *Proceedings of the International Symposium on sea buckthorn (H. rhamnoides L.)*, Xian, China, pag. 184–193.
- [Er, '03] Erkkola, R., Yang, B., (2003), Sea buckthorn oils: towards healthy mucous membranes, *AgroFood Industry Hi-Tech*, 3: 53–57.
- [Es, '15] Escudero-López, B., Berná, G., Ortega, A., Herrero-Martín, G., Cerrillo, I., Martín, F., Fernández-Pachón, M.-S., (2015), Consumption of orange fermented beverage reduces cardiovascular risk factors in healthy mice, *Food and Chemical Toxicology*, 78: 78-85.
- [Fr, '18] Fragopoulou, E., Choleva, M., Antonopoulou, S., Demopoulos, C., (2018), Wine and its metabolic effects. A comprehensive review of clinical trials, *Metabolism*, 83: 102-119.
- [Ga, '03] Gao, Z.-L., Gu, X., Cheng, F., Jiang, F., (2003), Effect of sea buckthorn on liver fibrosis: a clinical study, *W. J. Gastroenterol.*, 9: 1615-1617.
- [Ga, '13] Garrido, J., Borges, F., (2013), Wine and grape polyphenols — A chemical perspective, *Food Research International*, 54(2): 1844-1858.
- [Ga, '12] Garofulić, I. E., Ganić, K., Galić, I., Dragović-Uzelac, V., Savić, Z., (2012), The influence of processing on physico-chemical parameters, phenolics, antioxidant activity and sensory attributes of elderberry (*Sambucus nigra* L.) fruit wine, *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 7: 9-13.
- [Gâ, '20] Gâtlan, A., Gutt, G., Naghiu, A., (2020), Capitalization of sea buckthorn waste by fermentation: Optimization of industrial process of obtaining a novel refreshing drink, *Journal Of Food Processing And Preservation*, 1-14.

[Ge, '02] Geetha, S., Sai Ram, M., Singh, V., Ilavazhagan, G., Sawhney, R. C., (2002), Anti-oxidant and immunomodulatory properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*). An in vitro study, *J. Ethnopharmacol.*, 79: 373-378.

[Go, '02] Goel, H. C., Prasad, J., Singh, S., Sagar, R. K., Kumar, I. P., Sinha, A. K., (2002), Radioprotection by herbal preparation of *Hippophae rhamnoides*, RH-3, against whole body lethal irradiation in mice, *Phytomedicine*, 9: 15-25.

[Gu, '17] Guo, R., Guo, X., Li, T., Fu, X., Liu, R. H., (2017), Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries, *Food Chemistry*, 221: 997-1003.

[Gu, '08] Gutierrez, L.-F., Ratti, C., Belkacemi, K., (2008), Effects of drying method on the extraction yields and quality of oils from quebec sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seeds and pulp, *Food Chem*, 106: 896-904.

[Gu, '08] Gutzeit, D., Baleanu, G., Winterhalter, P., Jerz, G., (2008), Vitamin C content in sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *rhamnoides*) and related products: A kinetic study on storage stability and the determination of processing effects, *Journal of Food Science*, 73(9): C615-C620.

[Ha, '97] Hall, C. A., Cuppet, S. L., (1997), Structure-activities of natural antioxidants. In O. I. Aruoma & S.L. Cuppet (Eds.), *Antioxidant methodology in vivo and in vitro concepts* (pag. 2-29), Champaign, IL: AOCS Press.

[Ha, '84] Harju, K., Ronkainen, P., (1984), Metals in Finnish liqueurs, *Z Lebensm Unters Forsch.*, 178(5): 393-396.

[Hi, '84] Hirvi, T., Honkanen, E., (1984), The aroma of the fruit of sea buckthorn, *Hippophae rhamnoides*, L. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A, 179: 387-388.

[Ho, '16] Hornedo-Ortega, R., Krisa, S., Garcia-Parrilla, M. C., Richard, T., (2016), Effects of gluconic and alcoholic fermentation on anthocyanin composition and antioxidant activity of beverages made from strawberry, *LWT - Food Science and Technology*, 69: 382-389.

[Hu, '91] Huang, D. L., Chang, X. Z., Gui, H. N., Tian, Y. D., Chen, L. X., Li, Z. P., Xing, L., (1991), Analysis of 156 cases of chronic hepatitis treated with sea buckthorn, *Zhongxiyi Jiehe Zazhi.*, 11: 697-698.

[It, '83] Ito, N., Fukushima, S., Hasegawa, A., Shibata, M., Ogiso, T., (1983), Carcinogenicity of butylated hydroxy anisole in F344 rats, *Journal of the National Cancer Institute*, 70: 343-347.

[Iv, '73] Ivanov, V. N., Nikitina, L. P., (1973), Effect of sea buckthorn oil on certain indices of lipid metabolism in experimental atherosclerosis, *Vopr Pitan.*, 6: 13-16.

[Ja, '11] Jagtap, U. B., Waghmare, S. R., Lokhande, V. H., Suprasanna, P., Bapat, V. A., (2011), Preparation and evaluation of antioxidant capacity of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) wine and its protective role against radiation induced DNA damage, *Industrial Crops and Products*, 34(3): 1595-1601.

[Ja, '15] Jagtap, U. B., Bapat, V. A., (2015), Wines from fruits other than grapes: Current status and future prospectus, *Food Bioscience*, 9: 80-96.

[Je, '10] Jeong, J., Jung, H., Lee, S., Lee, H., Hwang, K., Kim, T., (2010), Anti-oxidant, anti-proliferative and anti-inflammatory activities of the extracts from black raspberry fruits and wine, *Food Chemistry*, 123(2): 338-344.

[Jo, '11] Johnson, M. H., Lucius, A., Meyer, T., de Mejia, E. G., (2011), Cultivar evaluation and effect of fermentation on antioxidant capacity and in vitro inhibition of  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ glucosidase by Highbush Blueberry (*Vaccinium corombosum*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 8923-8930.



[Jo, '12] Johnson, M. H., Mejia, E. G., (2012), Comparison of chemical composition and antioxidant capacity of commercially available blueberry and blackberry wines in Illinois, *Journal of Food Science*, 71: C141–C148.

[Ka, '99] Kallio, K., Yang, B. R., Tahvonen, R., Hakala, M., (1999), Composition of sea buckthorn berries of various origins, *Proceeding of International Symposium on Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides L.)*, Beijing, China.

[Ka, '02] Kallio, H., Yang, B., Peippo, P., (2002) Effects of different origins and harvesting time on vitamin C, tocopherols and tocotrienols in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berries, *J Agric Food Chem.*, 50(21): 6136-6142.

[Ka, '02b] Kallio, H., Yang, B., Peippo, P., Tahvonen, R., Pan, R., (2002), Triacylglycerols, glycerophospholipids, tocopherols, tocotrienols in berries and seeds of two species (ssp. *sinensis* and *mongolica*) of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10): 3004–3009.

[Kl, '15] Klarić, D. A., Klarić, I., Mornar, A., Nigović, B., (2015), Evaluation of volatile compound and food additive contents in blackberry wine, *Food Control*, 50: 714-721.

[Ko, '14] Kondapalli, N., Sadineni, V., Variyar, P. S., Sharma, A., Obulama, V. S. R., (2014), Impact of  $\gamma$ -irradiation on antioxidant capacity of mango (*Mangifera indica L.*) wine from eight Indian cultivars and the protection of mango wine against DNA damage caused by irradiation, *Process Biochemistry*, 49(11): 1819-1830.

[Ko, '05] Koppes, L. L., Dekker, J. M., Hendriks, H. F., Bouter, L. M., Heine, R. J., (2005), Moderate alcohol consumption lowers the risk of type 2 diabetes: a metaanalysis of prospective observational studies, *Diabetes Care*, 28(3): 719-725.

[Kr, '15] Krejcarová, J., Straková, E., Suchý, P., Herzig, I., Karásková, K., (2015), Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) as a potential source of nutraceuticals and its therapeutic possibilities - a review, *Acta Vet. Brno*, 84(3): 257-268.

[Ku, '17] Kuhkheil, A., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., Abdossi, V., (2017), Chemical constituents of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) fruit in populations of central Alborz Mountains in Iran, *Research Journal of Pharmacognosy*, 4(3) 1-12.

[Ku, '03] Kumar, V., (2003), Seabuckthorn – A Potential Bioresource in Himalayas, *Invention Intelligence*, 38: 159–167.

[Ku, '12] Kumoro, A. C., Sari, D. R., Pinandita, A. P., Retnowati, D. S., Budiyati, C., (2012), Preparation of wine from jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus Lam.*) juice using baker yeast: effect of yeast and initial sugar concentrations, *World Applied Science Journal*, 16: 1262-1268.

[La, '13] Laaksonen, O., Mäkilä, L., Tahvonen, R., Kallio, H., Yang, B., (2013), Sensory quality and compositional characteristics of blackcurrant juices produced by different processes, *Food Chemistry*, 138(4): 2421–2429.

[La, '17] Lan, Y., Wu, J., Wang, X., Sun, X., Hackman, R. M., Li, Z., Feng, X., (2017), Evaluation of antioxidant capacity and flavor profile change of pomegranate wine during fermentation and aging process, *Food Chemistry*, 232: 777-787.

[La, '08] Larmo, P., Alin, J., Salminen, E., Kallio, H., Tahvonen, R., (2008), Effects of sea buckthorn berries on infections and inflammation: a double-blind randomized, placebo-controlled trial, *Eur J Clin Nutr*, 62: 1123–1130.

[La, '10] Larmo, P. S., Jarvinen, R. L., Setälä, N. L., Yang, B., Viitanen, M. H., Engblom, J. R., Tahvonen, R. L., Kallio, H. P., (2010) Oral sea buckthorn oil attenuates tear film osmolarity and symptoms in individuals with dry eye, *J Nutr*, 140: 1462–1468.

[Le, '15] Lee, G.-D., (2015), Optimization of Peach Wine Fermentation by Response Surface Methodology, *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 44(4): 586–591.

[Le M., '12] Lee, M. H., Cho, H. R., Lee, K. G., (2012), Development of Sea Buckthorn Beer Using Mongolian Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) Fruit, *Food Engineering Progress*, 16(2): 129-133.

[Le, '12] Lee, P.-R., Chong, I., Yu, B., Curran, P., Liu, S.-Q., (2012), Effects of sequentially inoculated *Williopsis saturnus* and *Saccharomyces cerevisiae* on volatile profiles of papaya wine, *Food Research International*, 45(1): 177-183.

[Le, '11] Lehtonen, H. M., Suomela, J. P., Tahvonen, R., Yang, B., Venojärvi, M., Viikari, J., Kallio, H., (2011), Different berries and berry fractions have various but slightly positive effects on the associated variables of metabolic diseases on overweight and obese women, *Eur J Clin Nutr*, 65(3): 394–401.

[Li, '12] Li, H., Förstermann, U., (2012), Red wine and cardiovascular health, *Circulation Research*, 111: 959–961.

[Li, '03] Li, T., Beveridge, T., (2003), Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides L.*): Production and Utilization, *NRC Research Press*, 133 p.

[Li, '97] Li, T., McLoughlin, C., (1997), Sea buckthorn production guide, Pacific Agri-Food Research Centre, Agriculture & Agri-Food Canada Summerland, 21 p.

[Li, '98] Li, T. S. C., Wang, L. C. H., (1998), Physiological components and health effects of ginseng, Echinacea and sea buckthorn, *Functional Foods, Biochemical & Processing Aspects*, Technomic, pag. 329-356.

[Li, '98] Li, T. S. C., Oomah, B. D., Walker, M. C., (1998), Effects of maturity and location on fruit and seed characteristics of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*), cv. *Indian-Summer*

[Li, '13] Li, X., Lim, S. L., Yu, B., Curran, P., Liu, S. Q., (2013), Mango wine aroma enhancement by pulp contact and  $\beta$ -glucosidase, *International Journal of Food Science & Technology*, 48: 2258–2266.

[Li, '11] Li, Z. C., Chi, L. Z., Zhu, J. K., Zhang, Y. Y., Wang, Q. J., He, P. G., et al., (2011), Simultaneous determination of active ingredients in blueberry wine by CE-AD, *Chinese Chemical Letters*, 22: 1237–1240.

[Li, '89] Liu, J., Liu, Z., (1989), Research of processing technology for sea buckthorn concentrated juice, *Proceeding of International Symposium on Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides L.)*, Xian, China, pag. 314–317.

[Lo, '91] Loliger, J., (1991), The use of antioxidants in foods, In O. I. Arouma, & B. Halliwell (Eds.), *Free radicals and food additives* (pag. 121–150), Londra: Taylor and Francis.

[Lo, '19] Lorenzini, M., Simonato, B., Slaghenaufer, D., Ugliano, M., Zapparoli, G., (2019), Assessment of yeasts for apple juice fermentation and production of cider volatile compounds, *LWT - Food Science and Technology*, 99: 224-230.

[Lu, '11] Luciano, M. N., Ribeiro, T. P., França-Silva, M. S., Nascimento, R. J. B., Oliveira, E. J., França, K. C., Antunes, A. A., Nakao, L. S., Aita, C. A. M., Braga, V. A., Medeiros, I. A., (2011), Uncovering the vasorelaxant effect induced by Vale do São Francisco red wine: a role for nitric oxide, *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 57: 696–701.

[Lu, '18] Lukša, J., Vepškaitė-Monstavičė, I., Yurchenko, V., Serva, S., Servienė, E., (2018), High content analysis of sea buckthorn, black chokeberry, red and white currants microbiota – A pilot study, *Food Research International*, 111: 597-606.

[Ma, '16] Ma, X., Laaksonen, O., Zheng, J., Yang, W., Trépanier, M., Kallio, H., Yang, B., (2016), Flavonol glycosides in berries of two major subspecies of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) and influence of growth sites, *Food Chemistry*, 200: 189-198.

[Ma, '89] Ma, Z., Cui, Y., (1989), Studies on the fruit character and biochemical composition of some forms within the Chinese sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* spp.

*sinensis*) in Shanxi, China, *Proceedings of the International Symposium on sea buckthorn (H. rhamnoides L.)*, Xian, China, pag. 106–117.

[Ma, '18] Madawala, S., Brunius, C., Adholeya, A., Tripathi, S. B., Hanhineva, K., Hajazimi, E., Shi, L., Dimberg, L., Landberg, R., (2018), Impact of location on composition of selected phytochemicals in wild sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*), *Journal of Food Composition and Analysis*, 72: 115-121.

[Ma, '04] Manea, Ș., (2004), Cățina și uleiul de cățină. Aliment, miracol, sănătate, echilibru, *Hofigal*, 113 p.

[Ma, '14] Martins de Sá, L., Castro, P., Lino, F., Bernardes, M., Viegas, J., Dinis, T., Santana, M., Wanderson, R., Vaz, B., Lião, L., Ghedini, P., Rocha, M., Gil, E., (2014), Antioxidant potential and vasodilatory activity of fermented beverages of jaboticaba berry (*Myrciaria jaboticaba*), *Journal of Functional Foods*, 8: 169-179.

[Ma, '09] Mateus, N., (2009), Química dos sabores do vinho – os polifenóis, *Revista Real Academia Galega de Ciências*, 28: 5–22.

[Mc, '04] McGovern, P. E., Zhang, J., Tang, J., Zhang, Z., Hall, G. R., Moreau, R. A., (2004) Fermented beverages of pre- and proto-historic China, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101: 17593–17598.

[Me, '12] Mena, P., Gil-Izquierdo, A., Moreno, D. A., Marti, N., Garcia-Viguera, C., (2012), Assessment of the melatonin production in pomegranate wines, *LWT-Food Science and Technology*, 47: 13–18.

[Mi, '94] Mingyu, X., (1994), Anticancer effects of and direction of research on *Hippophae*, *Hippophae*, 7(4): 41-43.

[Mi, '94b] Mingyu, X., Sun, X., Tong, W., (1994), Medical research and development on sea buckthorn, *Hippophae*, 7: 32-39.

[Mi, '83] Mironov, V. A., Vasil'ev, G. S., Matrosov, V. S., Filippova, T. M., Zamurenko, V. A., Mishchenko, V. V., Marionovskii, V. G., Kas'yanenko, I. I., Maksimova, L. M., (1983), Physiologically active alcohols from sea buckthorn fruit, *Khim-Farm Zh*, 17(10): 1242–1247.

[Mi, '17] Misihairabgwi, J., Cheikhyoussef, A., (2017), Traditional fermented foods and beverages of Namibia, *Journal of Ethnic Foods*, 4(3): 145-153.

[Mo, '05] Moreno-Arribas, M. V., Polo, M. C., (2005), Winemaking biochemistry and microbiology: Current knowledge and future trends, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 265–286.

[Mo, '09] Moreno-Arribas, M. V., Polo, C., (2009), Wine Chemistry and Biochemistry, *Editura Springer-Verlag*, New York, XV, 735 p.

[Mo, '14] Morsel, J.T., Zubarev, Y., Eagle, D., (2014) Sea buckthorn. Research for a promising crop: A look at recent developments in cultivations, breeding, technology, health and environment, 3rd ed. *Norderstedt: Books & Demand*, Kindle Edition.

[Ne, '11] Neafsey, E. J., Collins, M. A., (2011), Moderate alcohol consumption and cognitive risk, *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 7: 465-484.

[Ne, '90] Nersesian, A. K., Zilfian, V. N., Kumkumadzhian, V. A., Proshian, N. V., (1990), Antimutagenic properties of sea buckthorn oil, *Genetika*, 26: 378-380.

[Ni, '13] Niesteruk, A., Lewandowska, H., Golub, Ż., Świsłocka, R., Lewandowski, W., (2013), Let's get interested with sea buckthorn preparations of sea buckthorn as food additives and assessment of their market in Poland, *Kosmos*, 62: 571–581.

[Ni, '11] Niu, Y., Zhang, X., Xiao, Z., Song, S., Eric, K., Jia, C., Yu, H., Zhu, J., (2011), Characterization of odor-active compounds of various cherry wines by gas chromatography mass spectrometry, gas chromatography-olfactometry and their correlation with sensory attributes, *J. Chromatogr. B*, 879(23): 2287-2293.

[Ok, '07] Okafor, N., (2007), Modern Industrial Microbiology and Biotechnology, Science Publishers, Enfield, NH, USA, 530 p.

[Ou, '12] Oueslati, S., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Legault, J., Abdelly, C., Ksouri, R., (2012), Evaluation of antioxidant activities of the edible and medicinal Suaeda species and related phenolic compounds, *Industrial Crops and Products*, 36: 513–518.

[Pa, '13] Panossian, A. G., Wagner, H., (2013), From Traditional to Evidence-Based Use of *Hippophae rhamnoides* L.: Chemical Composition, Experimental, and Clinical Pharmacology of Sea Buckthorn Berries and Leaves Extracts, Capitolul 5 în *Evidence and Rational Based Research on Chinese Drugs*, Springer, pag. 181-236.

[Pa, '05] Parimelazhagan, T., Chaurasia, O. P., Ahmed, Z., (2005), Seabuckthorn: Oil with promising medicinal value, *Current Science*, 88(1): 8–9.

[Pa, '12] Pathare, P., Opara, U., Al-Said, F., (2012), Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A Review, *Food And Bioprocess Technology*, 6(1): 36-60.

[Pé, '11] Pérez-Gregorio, M. R., Regueiro, J., Alonso-González, E., Pastrana-Castro, L. M., Simal-Gándara, J., (2011), Influence of alcoholic fermentation process on antioxidant activity and phenolic levels from mulberries (*Morus nigra* L.), *LWT - Food Science and Technology*, 44(8): 1793-1801.

[Pl, '88] Plekhanova, M. N., (1988), Sea buckthorn, 77 p.

[Pi, '10] Pino, J. A., Queris, O., (2010), Analysis of volatile compounds of pineapple wine using solid-phase microextraction techniques, *Food Chemistry*, 122(4): 1241-1246.

[Pi, '11] Pino, J. A., Queris, O., (2011), Characterization of odor-active compounds in Guava wine, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59: 4885–4890.

[Po, '00] Pomohaci, N., Sîrghi, C., Stoian, V., Cotea, V., Gheorghită, M., Nămoșanu, I., (2000), Oenologie, Vol. I, Prelucrarea strugurilor și producerea vinurilor, Editura Ceres, București, 367 p.

[Po, '14] Pop, R., Weesepeel, Y., Socaciu, C., Pintea, A., Vincken, J. P., (2014), Carotenoid composition of berries and leaves from six Romanian sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) varieties, *Food Chem.*, 147(1): 1-9.

[Pü, '08] Püssa, T., Pällin, R., Raudsepp, P., Soidla, R., Rei, M., (2008), Inhibition of lipid oxidation and dynamics of polyphenol content in mechanically deboned meat supplemented with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berry residues, *Food Chemistry*, 107(2): 714-721.

[Ra, '17] Rafalska, A., Abramowicz, K., Krauze, M., (2017), Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a plant for universal application, *World Scientific News*, 72: 123-140.

[Ra, '07] Rajković, M. B., Novaković, I. D., Petrović, A., (2007), Determination of titratable acidity in white wine, *Journal of Agricultural Sciences*, 52(2): 169-184.

[Ra, '06] Ranjith, A., Kumar, K. S., Venugopalan, V. V., Arumughan, C., Sawhney, R. C., Singh, V., (2006), Fatty acids, tocopherols, and carotenoids in pulp oil of three sea buckthorn species (*Hippophae rhamnoides*, *H. salicifolia*, and *H. tibetana*) grown in the Indian Himalayas, *J Am Oil Chem Soc*, 83: 359–364.

[Ra, '03] Rați, I.V., Rați, L., (2003), Cătina albă în exploatații agricole, Ministerul Agriculturii, Pădurilor, Apelor și Mediului, Agenția Națională de Consultanță Agricolă, 127 p.

[Ri, '06] Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., Lonvaud, A., (2006), Handbook of Enology. Volume 1 - The Microbiology of Wine and Vinifications, 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, 497 p.

[Ri, '94] Rice-Evans, A., Miller, N., (1994), Total antioxidant status in plasma and body fluids, *Meth. Enzym.*, 234: 279-293.

[Ro, '17] Roda, A., Lucini, L., Torchio, F., Dordoni, R., De Faveri, D. M., Lambri, M., (2017), Metabolite profiling and volatiles of pineapple wine and vinegar obtained from pineapple waste, *Food Chemistry*, 229: 734-742.

[Ro, '05] Room, R., Babor, T., Rehm, J., (2005), Alcohol and public health, *Lancet*, 365(9458): 519-530.

[Ro, '77] Rousi, A., Aulin, H., (1977), Ascorbic acid content in relation to ripeness in fruits of six *Hippophae rhamnoides* clones from Pyhärinta, SW Finland, *Annales Agriculturae Fenniae*, 16: 80-87.

[Ru, '07] Rupasingha, H. P. V., Clegg, S., (2007), Total antioxidant capacity, total phenolic content, mineral elements, and histamine concentrations in wines of different fruit sources, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 133-137.

[Sa, '09] Satora, P., Tarko, T., Duda-Chodak, A., Sroka, P., Tuszynski, T., Czepielik, M., (2009), Influence of prefermentative treatments and fermentation on the antioxidant and volatile profiles of apple wines, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(23): 11209-11217.

[Sc, '10] Schmitzer, V., Veberic, R., Slatnar, A., Stampar, F., (2010), Elderberry (*Sambucus nigra* L.) wine: A product rich in health promoting compounds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 10143-10146.

[Se, '08] Selli, S., Canbas, A., Varlet, V., Kelebek, H., Prost, C., Serot, T., (2008), Characterization of the most odor-active volatiles of orange wine made from a Turkish cv. Kozan (*Citrus sinensis* L. Osbeck), *J. Agric. Food Chem*, 56: 227-234.

[Se, '11] Sevda, S. B., Rodrigues, L., (2011), Fermentative behaviour of *Saccharomyces* strains during guava (*Psidium Guajava* L.) must fermentation and optimization of guava wine production, *Journal of Food Processing & Technology*, 2(4): 118.

[Sh, '09] Shahidi, F., (2009), Nutraceuticals and functional foods: Whole versus processed foods, *Trends in Food Science and Technology*, 20: 376-387.

[Sh, '13] Sharma, N., Bhutia, S. P., Aradhya, D., (2013), Process Optimization for Fermentation of Wine from Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), *Journal of Food Processing & Technology*, 4: 204.

[Si, '77] Silvester, W. B., (1977), Dinitrogen fixation by plant associations excluding legumes, în Hardy, R. F. W., Gibson, A. H. (ed.), *A Treatise on Dinitrogen Fixation*. Section IV: Agronomy and Ecology, *John Wiley and Sons*, New York, p. 141-190.

[Si, '14] Singh E., Puyo A., (2014), Wine production process from guava (*Psidium guajava* L.), *International Journal of Enology and Viticulture*, 1(8):089-097.

[Si, '19] Sirén, K., Mak, S., Fischer, U., Hansen, L. H., Gilbert, T., (2019), Multi-omics and potential applications in wine production, *Current Opinion in Biotechnology*, 56: 172-178.

[Sm, '02] Small, E., Catling, P. M., Li, T., (2002), Blossoming treasures of Biodiversity: Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) - an ancient crop with modern virtues, *Biodiversity*, 3(2): 25-27.

[So, '13] Socaci, S. A., Socaciu, C., Tofana, M., Rați, I. V., Pintea, A., (2013), In-tube extraction and GC-MS analysis of volatile components from wild and cultivated sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *Carpatica*) berry varieties and juice, *Phytochem Anal*, 24(4): 319-328.

[So, '01] Soufleros, E. H., Pissa, I., Petridis, D., Lygerakis, M., Mermelas, K., Boukouvalas, G., Tsimitakis, E., (2001), Instrumental analysis of volatile and other compounds of Greek kiwi wine; sensory evaluation and optimisation of its composition, *Food Chemistry*, 75(4): 487-500.

[Su, '01] Suleyman, H., Demirezer, L. O., Buyukokuroglu, M. E., Akcay, M. F., Gepdiremen, A., Banoglu, Z. N., Gocer, F., (2001), Antiulcerogenic effect of *Hippophae rhamnoides* L., *Phytother Res.*, 15: 625-627.

[Su, '13] Sun, S. U., Che, C. Y., Sun, T. F., Lv, Z. Z., He, S. X., Gu, H. N., Shen, W. J., Chi, D. C., Gao, Y., (2013), Evaluation of sequential inoculation of *Saccharomyces cerevisiae* and *Oenococcus oeni* strains on the chemical and aromatic profiles of cherry wines, *Food Chemistry*, 138(4): 2233-2241.

[Su, '12] Sun, S. Y., Jiang, W. G., Zhao, Y. P., (2012) Comparison of aromatic and phenolic compounds in cherry wines with different cherry cultivars by HS-SPME-GC-MS and HPLC, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 47(1): 100-106.

[Su, '19] Sun, X., Yan, Z., Zhu, T., Zhu, J., Wang, Y., Li, B., Meng, X., (2019), Effects on the color, taste, and anthocyanins stability of blueberry wine by different contents of mannoprotein, *Food Chemistry*, 279: 63-69.

[Su, '06] Suomela, J. P., Ahotupa, M., Yang, B., Vasankari, T., Kallio, H., (2006), Absorption of flavonols derived from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and their effect on emerging risk factors for cardiovascular disease in humans, *J Agric Food Chem*, 54: 7364-7369.

[Te, '17] Terpou, A., Gialleli, A.-I., Bosnea, L., Kanellaki, M., Koutinas, A., Castro, G., (2017), Novel cheese production by incorporation of sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L.) supported probiotic cells, *LWT - Food Science and Technology*, 79: 616-624.

[Ti, '18] Tian, T., Yang, H., Yang, F., Li, B., Sun, J., Wu, D., Lu, J., (2018), Optimization of fermentation conditions and comparison of flavor compounds for three fermented greengage wines, *LWT-Food Science and Technology*, 89: 542-550.

[To, '89] Tong, J., Zhang, C., Zhao, Z., Yang, Y., Tian, K., (1989), The determination of the physical-chemical constants and sixteen mineral elements in sea buckthorn raw juice, *Proceedings of International Symposium on Sea buckthorn (H. rhamnoides L.)*, Xian, China, pag. 132-137.

[To, '11] Towantakavanit, K., Park, Y. S., Gorinstein, S., (2011), Bioactivity of wine prepared from ripened and over-ripened kiwifruit, *Central European Journal of Biology*, 6(2): 205-215.

[Ur, '17] Ursache, F. M., Ghinea, I. O., Turturică, M., Aprodu, I., Râpeanu, G., Stănciuc, N., (2017), Phytochemicals content and antioxidant properties of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as affected by heat treatment-Quantitative spectroscopic and kinetic approaches, *Food Chemistry*, 233: 442-449.

[Ve, '98] Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B. D., (1998), Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4113-4117.

[Ve, '11] Vescan, L.-A., (2011), Selecția și înmulțirea prin metode clasice și micropropagare a unor genotipuri valoroase de cătină albă (*H. rhamnoides* ssp. *carpatica*) din flora spontană a României, Teză de doctorat, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Cluj-Napoca.

[Xi, '07] Xiao-hua, L., Ling-xue, K., Hong-zhang, L., (2007), Advances on Effective Compositions of Seabuckthorn, *Journal of Jilin Agricultural University*, 29(2): 162-167.

[Xi, '14] Xiao, Z., Liu, S., Gu, Y., Xu, N., Shang, Y., Zhu, J., (2014), Discrimination of cherry wines based on their sensory properties and aromatic fingerprinting using HS-SPME-GC-MS and multivariate analysis, *J. Food Sci.*, 79(3): C284-C294.

[Xi, '02] Xing, J., Yang, B., Dong, Y., Wang, B., Wang, J., Kallio, H., (2002), Effects of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed and pulp oils on experimental models of gastric ulcer in rats, *Fitoterapia*, 73: 644-650.

[Ya, '01] Yang, B., Kallio, H., (2001), Fatty acid composition of lipids in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries of different origins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1939–1947.

[Ya, '02] Yang, B., Kallio, H., (2002), Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophaë*) lipids, *Trends in Food Science and Technology*, 13(5): 160–167.

[Ya, '02b] Yang, B., Kallio, H., (2002), Supercritical CO<sub>2</sub> extracted sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) oils as new food ingredients for cardiovascular health, *Proc. Health Ingrid.*, Paris, France, September 17-19, pag. 7.

[Ya, '00] Yang, B., Kalimo, K. O., Tahvonen, R. L., Mattila, L. M., Katajisto, J. K., Kallio, H. P., (2000), Effect of dietary supplementation with sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) seed and pulp oils on the fatty acid composition of skin glycerophospholipids of patients with atopic dermatitis, *J. Nutr. Biochem.*, 11: 338-340.

[Ya, '92] Yao, Y., Tigerstedt, P. M. A., Joy, P., (1992), Variation of vitamin C concentration and character correlation and between and within natural sea buckthorn (*H. rhamnoides* L.) populations, *Acta Agriculturae Scandinavica*, 42: 12-17.

[Ye, '16] Ye, M., Gao, Z., Li, Z., Yuan, Y., Yue, T., (2016), Rapid detection of volatile compounds in apple wines using FT-NIR spectroscopy, *Food Chemistry*, 190: 701-708.

[Yo, '10] Youravong, W., Li, Z., Laorko, A., (2010), Influence of gas sparging on clarification of pineapple wine by microfiltration, *Journal of Food Engineering*, 96(3): 427-432.

[Yu H., '18] Yu, H., Qian, X., Chen, C., Tian, H., (2018), Changes of flavor compounds of yellow peach wine during the fermentation process, *Science and Technology of Food Industry*, 14: 17.

[Yu, '93] Yu, L., (1993), Effects of *Hippophae rhamnoides* juice on immunologic and antitumor functions, *Acta Nutrimenta Sinica*, 15: 280-283.

[Yu R., '18] Yu, R. M., Jiang, Y., Zhang, H. Y., Zhai, S., (2018), Study on the variation of volatile substances in the fermentation process of red raspberry fruit wine, *Food Research and Development*, 6: 33.

[Yu, '18] Yuyun, L., Chan, L.-J., Li, X., Liu, S.-Q., (2018), Effects of different inoculation strategies of *Saccharomyces cerevisiae* and *Williopsis saturnus* on chemical components of mango wine, *LWT - Food Science and Technology*, 87: 85-92.

[Wa, '90] Wahlberg, K., Jeppsson, N., (1990), Development of cultivars and growing techniques for sea buckthorn, black chokeberry, *Lonicera* and *Sorbus*. Sverigges Lantbruksuniversitet Balsgård - Avdelningen för Hortikulturell Växförädling Verksamhetsberättelse, 1988–1989, 80–93.

[Wa, '92] Wahlberg, K., Jeppsson, N., (1992), Development of cultivars and growing techniques for sea buckthorn, black chokeberry, honeysuckle and rowan, Sverigges Lantbruksuniversitet Balsgård - Avdelningen för Hortikulturell Växförädling Verksamhetsberättelse, 1990–1991, 86–100.

[Wa D., '04] Wang, D., Xu, Y., Hu, J., Zhao, G., (2004), Fermentation kinetics of different sugars by Apple wine Yeast *Saccharomyces cerevisiae*, *Journal of the Institute of Brewing*, 110: 340–346.

[Wa, '15] Wang, L., Sun, X., Li, F., Yu, D., Liu, X., Huang, W., Zhan, J., (2015), Dynamic changes in phenolic compounds, colour and antioxidant activity of mulberry wine during alcoholic fermentation, *Journal of Functional Foods*, 18(A): 254-265.

[Wa L., '04] Wang, L., Xu, Y., Zhao, G., Li, J., (2004), Rapid analysis of flavor volatiles in apple wine using headspace solid phase microextraction, *Journal of the Institute of Brewing*, 110: 57–65.

[Za, '05] Zadernowski, R., Naczek, M., Czaplicki, S., Rubinskiene, M., Szalkiewicz, M., (2005), Composition of phenolic acids in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82: 175–179.

[Za, '03] Zamkovaya, E. A., (2003), Hyporamine as an agent for prophylaxis of acute virus infections of the respiratory tract, *Rus Med J*, 11(4): 170–174.

[Za, '87] Zao, T. D., Cheng, Z. X., Liu, X. Y., Shao, J. Y., Ren, L. J., Zhang, L., Chen, W. C., (1987), Protective effect of the sea buckthorn oil for liver injury induced by CCl<sub>4</sub>, *Zhongcaoyao*, 18: 22-24.

[Ze, '04] Zeb, A., (2004), Chemical and Nutritional Constituents of Sea Buckthorn Juice, *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(2): 99-106.

[Ze, '04b] Zeb, A., (2004), Important Therapeutic Uses of Sea Buckthorn (*Hippophae*): A Review, *Journal of Biological Sciences*, 4(5): 687-693.

[Zh, '87] Zhang, M. S., (1987), A control trial of flavonoids of *Hippophae rhamnoides* L. in treating ischemic heart disease, *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*, 15(2): 97–99.

[Zh P., '89] Zhang, P., (1989), The anti-cancer activities of *Hippophae* seed oil and its effect on the weight of the immunological organs, *Hippophae*, 3: 31.

[Zh, '89] Zhang, W., Yan, J., Duo, J., Ren, B., Guo, J., (1989), Preliminary study of biochemical constitutions of berry of sea buckthorn growing in Shanxi province and their changing trend, *Proceedings of international symposium on sea buckthorn (H. rhamnoides* L.), Xian, China, 1989, pag. 96–105.

[Zh, '94] Zhao, Y., (1994), Clinical effects of *Hippophae* seed oil in the treatment of 32 burn cases, *Hippophae*, 7: 36-37.

[Zh, '92] Zheng, X. W., Song, X. J., (1992), Analysis of the fruit nutrient composition of nine types of sea buckthorn in Liaoning, China, *Northern fruits of China*, 3: 22-24.

[Zh, '98] Zhou, Y., (1998), Study on the effect of *Hippophae* seed oil against gastric ulcer, *Institute of Medical Plants Resource Development*, The Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing, China.

<http://www.thegoodscentscompany.com/>



## DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII

### A. Articole publicate în reviste cotate ISI - Web of Science:

1. **Gâtlan, A.**, Gutt, G., Naghiu, A., (2020), Capitalization of sea buckthorn waste by fermentation: Optimization of industrial process of obtaining a novel refreshing drink, *Journal Of Food Processing And Preservation*, 1-14.

### B. Articole / studii publicate în volume ale conferințelor indexate (ISI Proceedings):

1. **Sidor, A.-M.**, Sidor, V., Gutt, G., Dabija, A., Todosi Sănduleac, E., Contributions on enhancing pulp stability in sea buckthorn juice using ultrasonic field and the effect on its physico-chemical parameters, *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, Nano, Bio and Green – Technologies For a Sustainable Future*, Section: Advances in Biotechnology, Albena, Bulgaria, (2017), 17(61): 617-624.
2. **Sidor, A.-M.**, Buculei, A., Gutt, G., Dabija, A., Ursachi, F., Study regarding the influence of different packaging types on sea buckthorn juice quality parameters, *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, Nano, Bio and Green – Technologies For a Sustainable Future*, Section: Advances in Biotechnology, Albena, Bulgaria, (2017), 17(61): 1059-1064.

### C. Articole / studii publicate în reviste de specialitate recunoscute la nivel național de CNCS (CNCSIS) (BDI):

1. **Sidor, A.**, (2015), The intake of minerals in the diet brought by the consumption of sea buckthorn (*Hippophae Rhamnoides L.*) berries and juice, *Food and Environment Safety*, 14(3): 327 – 330.
2. **Gâtlan, A.-M.**, Gutt, G., (2019), Optimization for alcohol fermentation conditions of sea buckthorn press residues using response surface methodology, *Food and Environment Safety Journal*, XVIII (4): 266 – 271.

### D. Studii prezentate la manifestări științifice internaționale

1. **Sidor, A.-M.**, Sănduleac, E., Pasteurization Influence on Physico-Chemical Parameters of SeaBuckthorn Juice, *7th International Conference for Students "Student in Bucovina"*, 10<sup>th</sup> – 11<sup>th</sup> of November 2016, Suceava, România, Section A: Food-AgriScience, Ecology and Environment.