Universitatea Transilvania din Brașov

TEZA DE ABILITARE

Abordări inovative în optimizarea tehnologiilor fermentative și în evaluarea calității produselor alimentare

Domeniul: Ingineria Produselor Alimentare

Prof. dr. ing. PĂDUREANU Vasile

Universitatea Transilvania din Brașov · 2026



Două direcții majore de cercetare

01

Tehnologii fermentative și neconvenționale

Must • vinuri roșii • oțet de afine
Ultrasunete și compuși bioactivi

02

Calitate, siguranță și funcționalitate

Microbiologie • HAP • preparate gastronomice/catering
Metode analitice și siguranță alimentară

Abordarea metodologică a cercetărilor

01

Materie primă

Struguri, afine, carne și pește

02

Procesare

HPU, pasteurizare, gătire

03

Analize

TPC, MA, FRAP, HPLC, teste microbiologice

04

Modelare

ANOVA, RSM, clasificare

05

Aplicabilitate

Calitate, siguranță și optimizare

Studiile combină tehnologia, experimentul analitic și evaluarea statistică.

DIRECȚIA I

Optimizarea tehnologiilor fermentative și neconvenționale

Obținerea produselor cu valoare bioactivă ridicată prin intervenții tehnologice controlate.

MUST ȘI VINURI

ULTRASUNETE

OȚET DE AFINE

Lucrările științifice analizate

2020	**Molecules**	Pasteurizare versus HPU • suc de struguri roșii
2023	**Sustainability**	Optimizarea extracției prin RSM • must Merlot
2024	**Food Science and Technology**	Compuși bioactivi și caracteristici cromatice ale vinului
2024	**Studiu vinuri roșii**	Parametri de calitate și gruparea probelor
2023	**Fermentation**	Proprietățile antioxidante ale oțetului de afine

Logica științifică a cercetărilor cu HPU

Matrice
struguri / must / vin / afine

Proces
ultrasunete de mare putere

Mecanism
cavitație • transfer de masă

Răspuns
bioactivi • culoare • microbiologie

Optimizare
amplitudine × timp × macerare



cavitație

Ipoteza comună

- creșterea extracției compușilor cu valoare biologică;
- modificarea favorabilă a proprietăților cromatice și antioxidante;
- posibilitatea reducerii tratamentelor convenționale sau a timpilor de proces.

Sucul de struguri roșii: pasteurizare versus HPU

OBIECTIV

- Compararea efectelor tehnologiilor asupra compușilor bioactivi, proprietăților fizico-chimice și calității microbiologice.

TRATAMENTE

- Martor, pasteurizare 80°C/2 minute și HPU la 50% sau 70%, timp de 5 ori 10 minute.

DETERMINĂRI

- Polifenoli totali, vitamina C, profil fenolic, pH, °Brix, aciditate și indicatori microbieni.

6

variante experimentale analizate



molecules

MDPI

Article

An Overview of Effects Induced by Pasteurization and High-Power Ultrasound Treatment on the Quality of Red Grape Juice

Alina Margean [1], Mirabela Ioana Lupu [1,*], Ersilia Alexa [2], Vasile Padureanu [1], Cristina Maria Canja [1], Ileana Cocan [2], Monica Negrea [2], Gavrila Calefariu [3] and Mariana-Atena Poiana [2]

[1] Food and Tourism Faculty, Transilvania University of Brasov, Castelului 148, 500014 Brasov, Romania; alinamargean@yahoo.com (A.M.); padu@unitbv.ro (V.P.); canja.c@unitbv.ro (C.M.C.)
[2] Faculty of Food Engineering, Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine "King Michael I of Romania" from Timisoara, Calea Aradului 119, 300641 Timisoara, Romania; alexa.ersilia@yahoo.ro (E.A.); ileanacocan@usab-tm.ro (I.C.); negrea_monica2000@yahoo.com (M.N.); atenapoiana@yahoo.com (M.-A.P.)
[3] Faculty of Technological Engineering and Industrial Management, Transilvania University of Brasov, Universitatii 1, 500068 Brasov, Romania; gcalefariu@unitbv.ro
* Correspondence: lupu.mirabela@unitbv.ro; Tel.: +40-766670809

Academic Editors: Diego A. Moreno and Débora Villaño
Received: 12 March 2020; Accepted: 2 April 2020; Published: 4 April 2020

check for updates

Abstract: In juice processing, ultrasound treatment has been tested as a potential alternative to conventional thermal methods to inactivate microorganisms and to enhance the nutritional status of juice. In this study, the impact of pasteurization and high-power ultrasound treatment on the quality of red grape juice was investigated in terms of the content of bioactive compounds such as phenolic compounds and L-ascorbic acid as well as regarding the microbiological and physicochemical properties. The grape juice was subjected to pasteurization (80 °C, 2 min) as well as to ultrasound treatment with an amplitude of 50 and 70% for 5 and 10 min. The results indicated the same level of total phenolic content for pasteurized and sonicated samples for 10 min with an amplitude of 70%, while the highest level of L-ascorbic acid was recorded for sonicated samples with an amplitude of 70% for 10 min. pH of sonicated samples decreased with amplitude and treatment time while total soluble solids and titratable acidity increased with amplitude and time. Moreover, the results indicated the usefulness of juice sonication to enhance the inactivation of microorganisms. Thus, the high-power ultrasound treatment might represent a viable technique to replace the conventional thermal treatment in grape juice processing.

Keywords: red grape juice; pasteurization; high-power ultrasound treatment; phenolic compounds; microorganisms

1. Introduction

Grapes are one of the largest fruit crops harvested around the world. However, grape juice is not consumed worldwide in large amounts because of its higher sugar content or higher acidity, but it can be mixed with apple or other juices [1–3]. The last decades were characterized by numerous studies related to the chemical constituents of grapes, especially phenolic compounds that are secondary plant metabolites with free radical scavenging activity [4,5]. The main phenols in grape belong either to the flavonoid family or the non-flavonoid one. Among the flavonoid family, anthocyanins, flavanols, flavonols and dihydroflavonols are considered to play an important role in the pigmentation and

Molecules **2020**, *25*, 1669; doi:10.3390/molecules25071669 www.mdpi.com/journal/molecules

Energia ultrasonică și creșterea temperaturii

50,2°C → 66,0°C

- Creșterea amplitudinii intensifică încălzirea probelor.
- După 10 minute, media a atins 50,2°C la A50%, respectiv 66,0°C la A70%.
- Temperatura trebuie controlată pentru păstrarea compușilor sensibili.

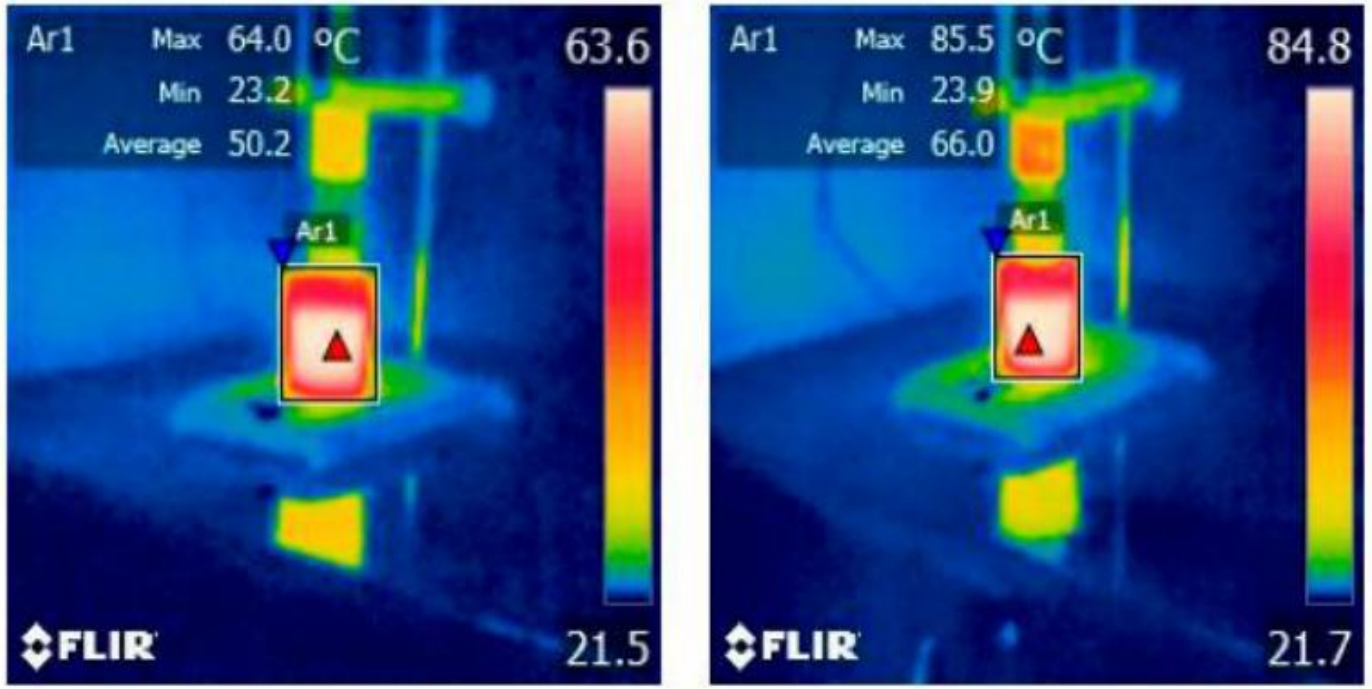


Figura 2.2 – Termografie HPU, 10 minute

Efectul HPU asupra polifenolilor totali

TPC: diferențe între regimuri

- Pasteurizarea: pierdere de 3,05% față de martor.
- HPU A70%/10 min: reducere de 4,09%, apropiată de tratamentul termic.

Alte combinații HPU au produs pierderi mai mari (aprox. 25–30%).

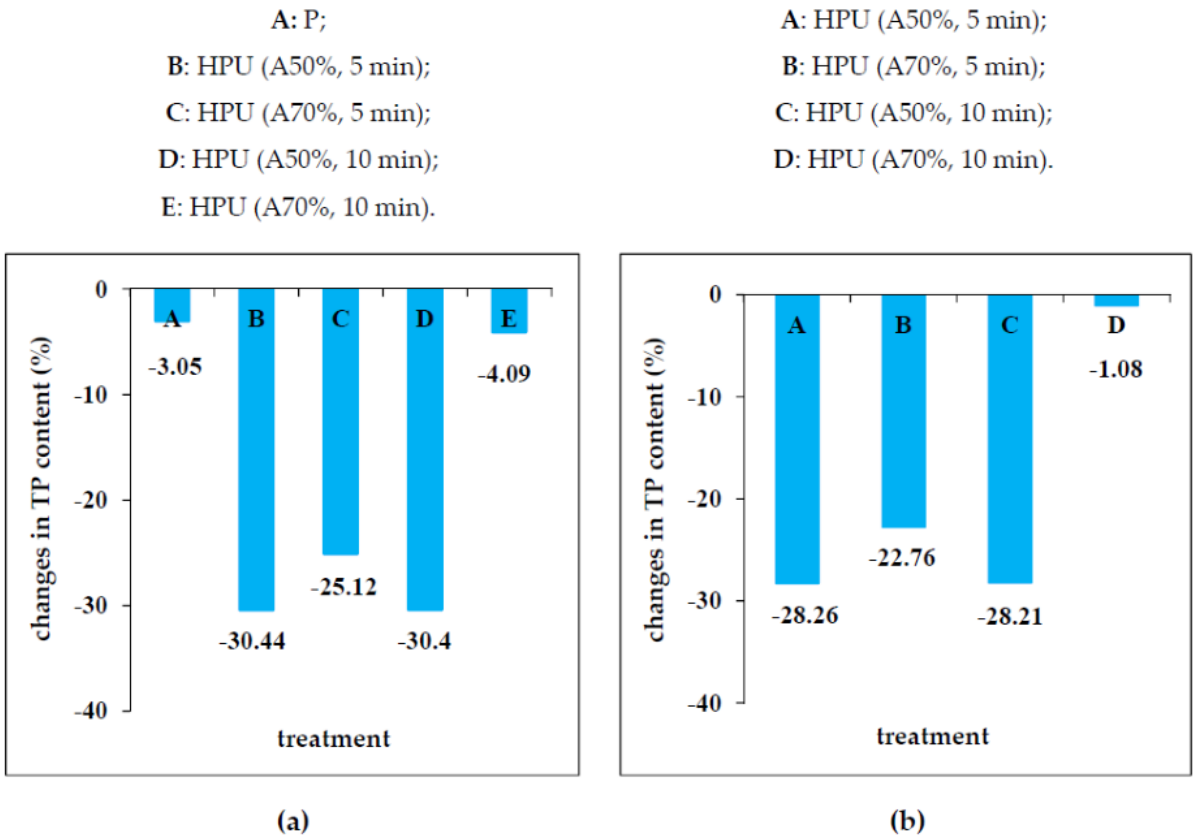


Figura 2.3 – Variația compușilor fenolici

Retenția vitaminei C la sonicare

+66,67% vs. pasteurizare

- HPU A70%/10 min: 568 mg/L acid L-ascorbic.
- Creștere de 25% în raport cu proba martor.
- Creștere de 66,67% comparativ cu proba pasteurizată.

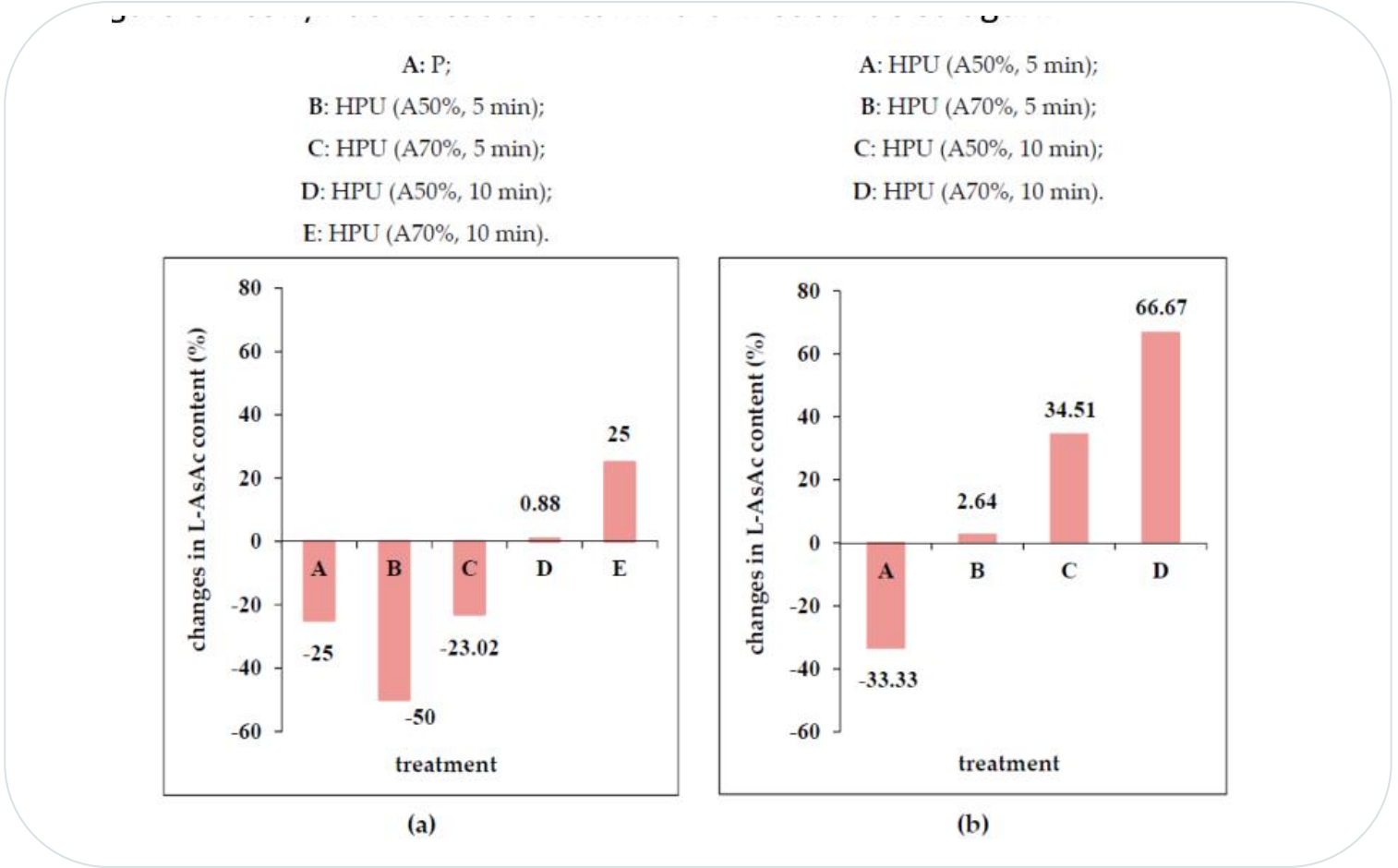


Figura 2.4 – Variația acidului L-ascorbic

Efectele microbiologice ale tratamentelor

1,13

log UFC/mL • numărul total de germeni

0,53

log UFC/mL • Enterobacteriaceae

Cele mai scăzute încărcături bacteriene au fost observate la HPU A70% / 10 minute.

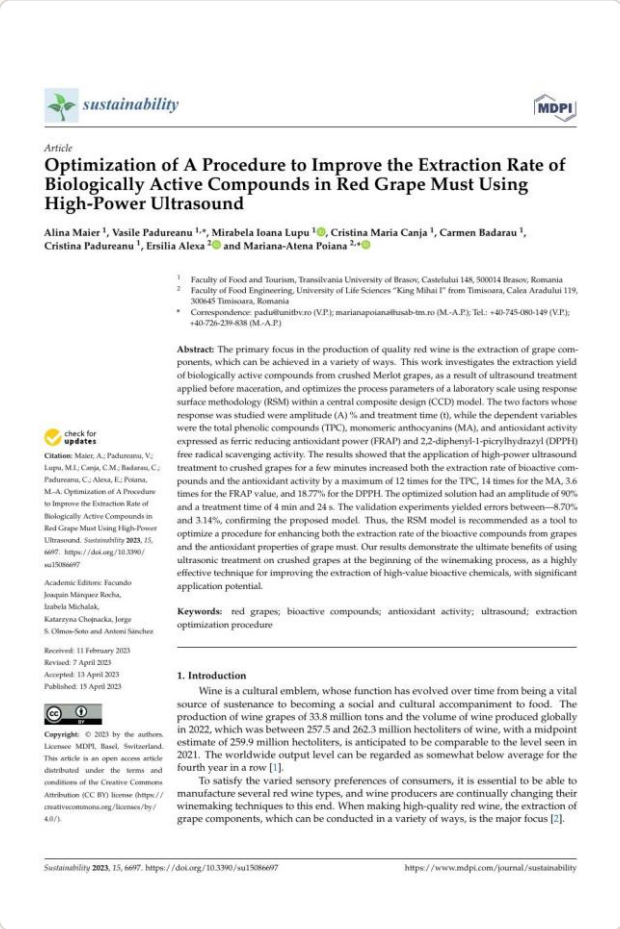
Sursa: teza, p. 19 (valori raportate pentru HPU A70%, 10 min)

Concluzie: potențialul HPU ca alternativă

- Amplitudinea de 70% a fost mai eficientă decât 50% pentru parametrii investigați.
- Regimul A70%/5 minute favorizează anumite flavonoide și resveratrolul.
- Regimul A70%/10 minute a asigurat reducerea încărcăturii microbiene și valori ridicate de vitamina C și polifenoli totali.

Optimizarea trebuie să echilibreze siguranța microbiologică și retenția compușilor bioactivi.

• Optimizarea extracției în must de Merlot



sustainability MDPI

Article

Optimization of A Procedure to Improve the Extraction Rate of Biologically Active Compounds in Red Grape Must Using High-Power Ultrasound

Alina Maier [1], Vasile Padureanu [1,*], Mirabela Ioana Lupu [1], Cristina Maria Canja [1], Carmen Badarau [1], Cristina Padureanu [1], Ersilia Alexa [2] and Mariana-Atena Poiana [2,*]

[1] Faculty of Food and Tourism, Transilvania University of Brasov, Castelului 148, 500014 Brasov, Romania
[2] Faculty of Food Engineering, University of Life Sciences "King Mihai I" from Timisoara, Calea Aradului 119, 300645 Timisoara, Romania
* Correspondence: padu@unitbv.ro (V.P.); marianapoiana@usab-tm.ro (M.-A.P.); Tel.: +40-745-080-149 (V.P.); +40-726-239-838 (M.-A.P.)

Abstract: The primary focus in the production of quality red wine is the extraction of grape components, which can be achieved in a variety of ways. This work investigates the extraction yield of biologically active compounds from crushed Merlot grapes, as a result of ultrasound treatment applied before maceration, and optimizes the process parameters of a laboratory scale using response surface methodology (RSM) within a central composite design (CCD) model. The two factors whose response was studied were amplitude (A) % and treatment time (t), while the dependent variables were the total phenolic compounds (TPC), monomeric anthocyanins (MA), and antioxidant activity expressed as ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity. The results showed that the application of high-power ultrasound treatment to crushed grapes for a few minutes increased both the extraction rate of bioactive compounds and the antioxidant activity by a maximum of 12 times for the TPC, 14 times for the MA, 3.6 times for the FRAP value, and 18.77% for the DPPH. The optimized solution had an amplitude of 90% and a treatment time of 4 min and 24 s. The validation experiments yielded errors between—8.70% and 3.14%, confirming the proposed model. Thus, the RSM model is recommended as a tool to optimize a procedure for enhancing both the extraction rate of the bioactive compounds from grapes and the antioxidant properties of grape must. Our results demonstrate the ultimate benefits of using ultrasonic treatment on crushed grapes at the beginning of the winemaking process, as a highly effective technique for improving the extraction of high-value bioactive chemicals, with significant application potential.

Keywords: red grapes; bioactive compounds; antioxidant activity; ultrasound; extraction optimization procedure

check for updates

Citation: Maier, A.; Padureanu, V.; Lupu, M.I.; Canja, C.M.; Badarau, C.; Padureanu, C.; Alexa, E.; Poiana, M.-A. Optimization of A Procedure to Improve the Extraction Rate of Biologically Active Compounds in Red Grape Must Using High-Power Ultrasound. *Sustainability* **2023**, *15*, 6697. https://doi.org/10.3390/su15086697

Academic Editors: Facundo Joaquín Márquez Rocha, Izabela Michalak, Katarzyna Chojnacka, Jorge S. Ulmos-Soto and Antoni Sánchez

Received: 11 February 2023
Revised: 7 April 2023
Accepted: 13 April 2023
Published: 15 April 2023

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Introduction

Wine is a cultural emblem, whose function has evolved over time from being a vital source of sustenance to becoming a social and cultural accompaniment to food. The production of wine grapes of 33.8 million tons and the volume of wine produced globally in 2022, which was between 257.5 and 262.3 million hectoliters of wine, with a midpoint estimate of 259.9 million hectoliters, is anticipated to be comparable to the level seen in 2021. The worldwide output level can be regarded as somewhat below average for the fourth year in a row [1].

To satisfy the varied sensory preferences of consumers, it is essential to be able to manufacture several red wine types, and wine producers are continually changing their winemaking techniques to this end. When making high-quality red wine, the extraction of grape components, which can be conducted in a variety of ways, is the major focus [2].

Model de optimizare

- RSM – Response Surface Methodology
- CCD – Central Composite Design
- factori: amplitudine A (%) și timp t
- răspunsuri: TPC, antociani monomerici, FRAP, DPPH

Soluția optimă

90% amplitudine • 4 min 24 s

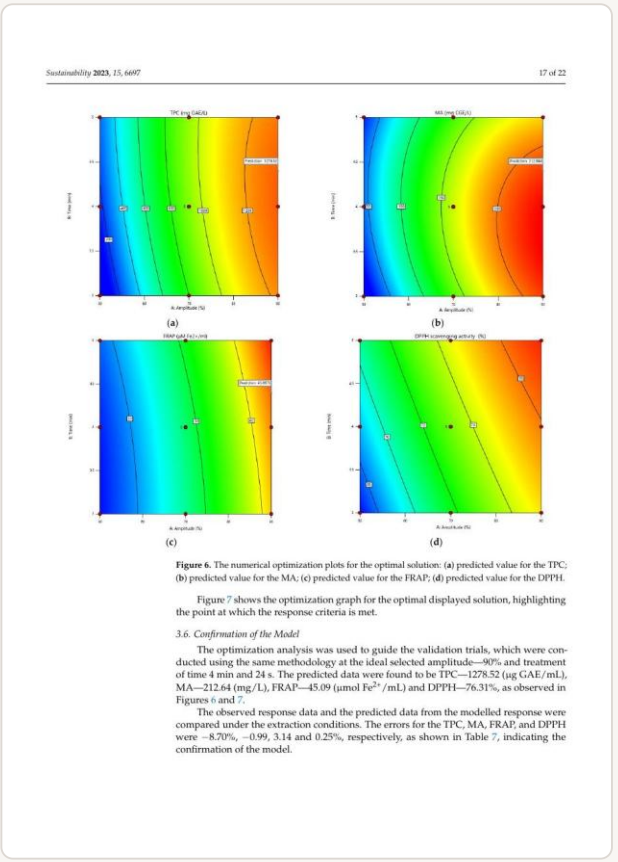


Figure 6. The numerical optimization plots for the optimal solution: (**a**) predicted value for the TPC; (**b**) predicted value for the MA; (**c**) predicted value for the FRAP; (**d**) predicted value for the DPPH.

Figure 7 shows the optimization graph for the optimal displayed solution, highlighting the point at which the response criteria is met.

3.6. Confirmation of the Model

The optimization analysis was used to guide the validation trials, which were conducted using the same methodology at the ideal selected amplitude—90% and treatment of time 4 min and 24 s. The predicted data were found to be TPC—1278.52 (μg GAE/mL), MA—212.64 (mg/L), FRAP—45.09 (μmol Fe^{2+}/mL) and DPPH—76.31%, as observed in Figures 6 and 7.

The observed response data and the predicted data from the modelled response were compared under the extraction conditions. The errors for the TPC, MA, FRAP, and DPPH were −8.70%, −0.99, 3.14 and 0.25%, respectively, as shown in Table 7, indicating the confirmation of the model.

Maier et al., Sustainability 2023, 15, 6697 • doi:10.3390/su15086697

Designul experimentului de optimizare

01

Struguri Merlot

Materie primă, recolta 2019

02

Pretratament HPU

A = 50, 70, 90%

03

Durată

t = 3, 4, 5 minute

04

Răspunsuri

TPC • MA • FRAP • DPPH

05

Optimizare RSM

Predicție și validare

13 probe randomizate • 3 repetiții • 5 puncte centrale

Temperatura mustului în funcție de HPU

26,2°C – 60,17°C

- Temperatura crește odată cu intensitatea și durata sonicației.
- SM50/3: 26,20°C; SM90/5: 60,17°C.

- Parametrii termici afectează cinetica extracției.

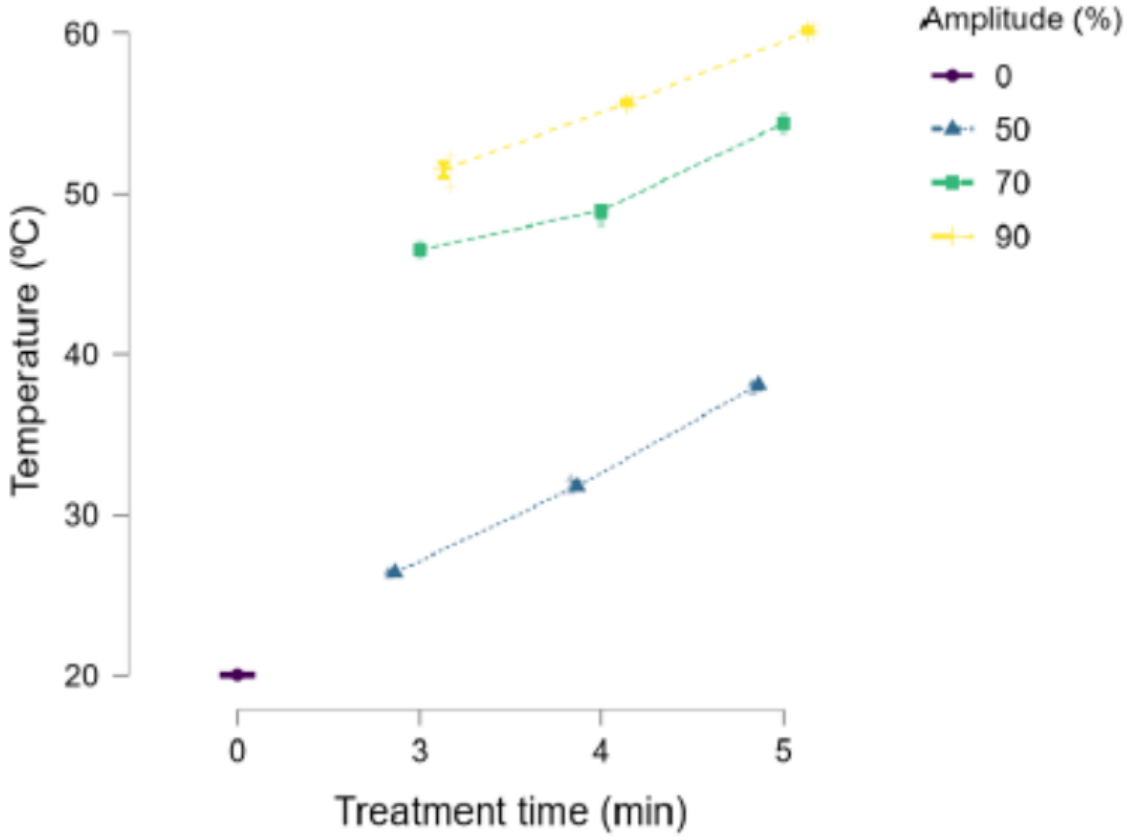


Figura 2.5 – Temperatura și parametrii HPU

Optimizarea conținutului total de polifenoli

- Conținutul TPC variază semnificativ în funcție de factorii de proces.
- Amplitudinea este un factor important pentru eficiența extracției.
- RSM permite identificarea unui domeniu de operare, nu doar a unei probe izolate.

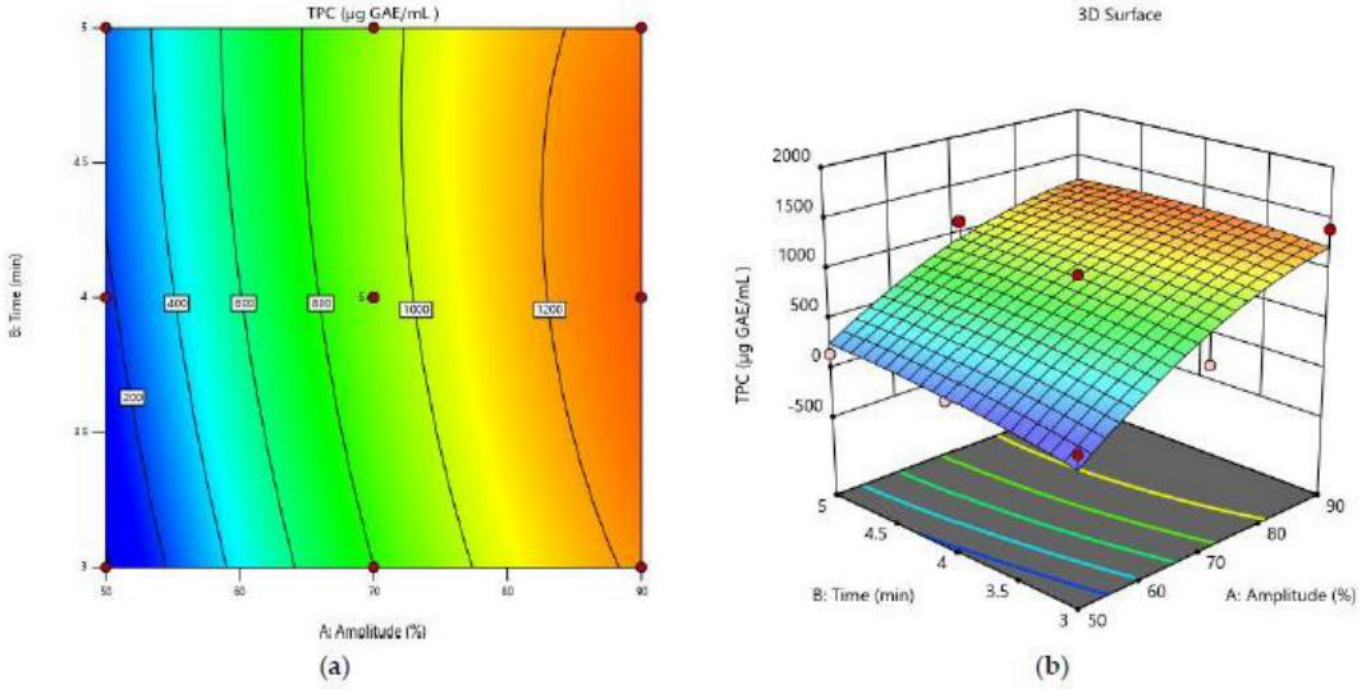


Figura 2.6 – Suprafețe de răspuns TPC

Optimizarea antocianilor monomerici

- Antocianii determină intensitatea și stabilitatea culorii.
- Analiza răspunsului evidențiază efectul combinat al amplitudinii și timpului.
- Scop: îmbunătățirea extracției fără degradare excesivă.

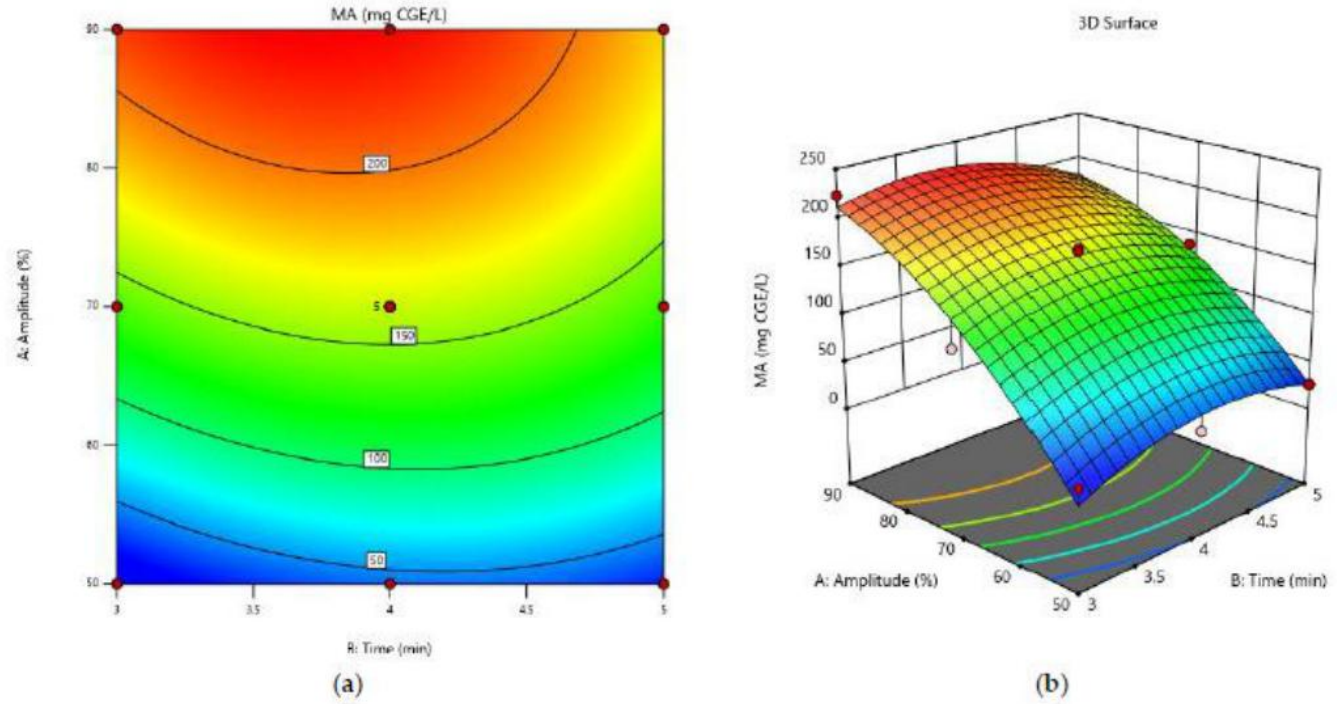


Figura 2.7 – Modelarea antocianilor

Activitatea antioxidantă: FRAP și DPPH

48,32 FRAP | 77,2% DPPH

- Activitatea antioxidantă se corelează cu compușii fenolici extrași.
- SM90/5: 48,32 µmol Fe^{2+}/mL (FRAP) și 77,2% (DPPH).
- Maximele individuale nu coincid obligatoriu cu optimul global.

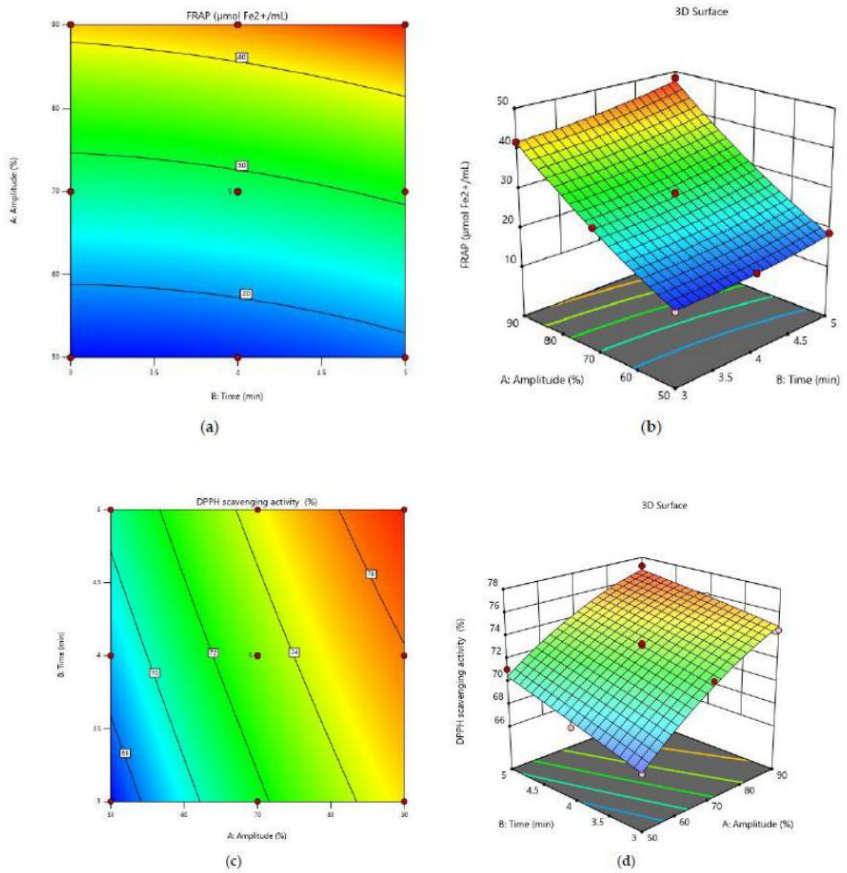


Figura 2.8 – Modele FRAP și DPPH

Optimizarea simultană a răspunsurilor

A = 90% • t = 4:24

- Modelarea urmărește maximizarea TPC, MA, FRAP și DPPH.
- Optimum: amplitudine 90% și aproximativ 4 min 24 sec.
- Graficul oferă un compromis tehnologic între indicatorii de calitate.

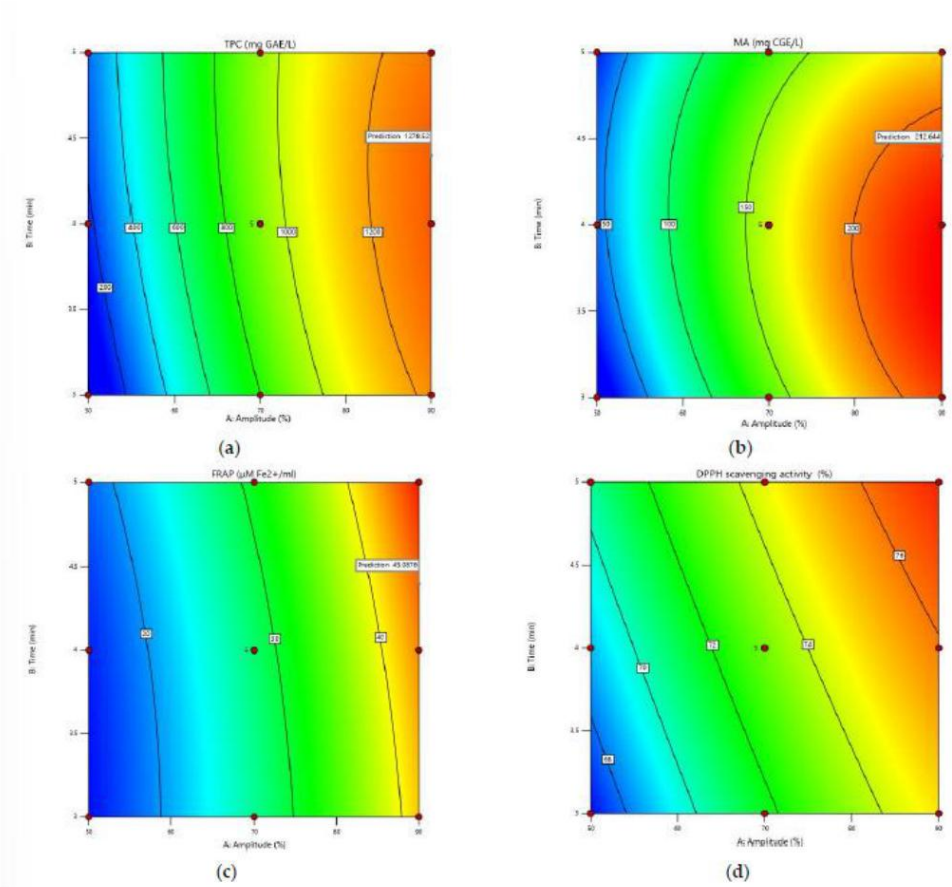


Figura 2.10 – Optimizare multi-răspuns

Confirmarea modelului RSM

−8,70%

eroare predicție TPC

−0,99%

eroare predicție MA

+3,14%

eroare predicție FRAP

+0,25%

eroare predicție DPPH

Diferențele dintre valorile observate și cele prezise susțin adecvarea modelului experimental.

Studiul 3 • HPU, compuși bioactivi și cromatica vinurilor roșii



Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXVIII, No. 1, 2024
Print ISSN 2285-5653, CD-ROM ISSN 2285-5661, Online ISSN 2286-1580, ISSN-L 2285-5653

INFLUENCE OF HIGH-POWER ULTRASOUND TREATMENT ON RED WINE QUALITY PARAMETERS

Alina MAIER[1], Vasile PĂDUREANU[1], Cristina CANJA[1], Mirabela Ioana LUPU[1], Geronimo Răducu BRĂNESCU[1], Cristina PĂDUREANU[1], Mariana-Atena POIANĂ[2]

[1]Transylvania University of Brasov, 29 Eroilor Blvd, Brasov, Romania
[2]University of Life Sciences "King Mihai I" from Timisoara, 119 Calea Aradului, Timisoara, Romania

Corresponding author emails: canja.c@unitbv.ro, marianapoiana@usvt.ro

Abstract

The objective of this study was to assess the impact of applying high-power ultrasonic treatment (HPU) on crushed Merlot grapes, at a laboratory scale, on the phenolic matrix of red wines, particularly anthocyanins, which are crucial for color, stability, and sensory profile. The ultrasonic treatment (US) was carried out using two amplitudes, 70% and 90%, and three treatment times, namely, 3, 4, and 5 minutes, while maceration was conducted via sequential extraction after 3, 5, and 7 days. After a bottling period of three months, there was a decrease in total polyphenol content observed compared to the content found at the end of maceration. Treatment with ultrasound caused significant variations in the optical density at 420, 520, and 620 nm, and in the content of monomeric anthocyanins. All the sonicated samples, including those extracted after three days of maceration, exhibited significantly higher color intensity values than the maximum color intensity value in the untreated samples. It is noteworthy that the change in color was a positive outcome of this treatment. The Random Forest algorithm was used to identify the most distinct variables among wines. The most significant variable was found to be the total polyphenol content, followed by antioxidant capacity and the color intensity of the wines. The algorithm grouped all the samples into 5 clusters based on three fixed factors that influenced their characteristics: amplitude, treatment time, and maceration duration. Based on these results, it can be inferred that the effects of ultrasound treatment vary significantly depending on the parameters used.

Key words: *high-power ultrasound treatment, red wines, bioactive compounds, chromatic characteristics*

INTRODUCTION

One of the world's earliest known alcoholic beverages is wine. Red wine can be considered a major dietary source of polyphenols due to its generally high polyphenol content (Castaldo et al., 2019). Essential substances called polyphenols give wine its color, flavor, and aroma as well as some possible health advantages (Banc et al., 2014). Red wine's phenolic content can be broadly classified into two groups: non-flavonoids, which include phenolic acids like benzoic, caffeic, and cinnamic acids and stilbenoids like resveratrol, and flavonoids, which include anthocyanins and tannins that contribute to the color and mouthfeel of the wine, flavan-3-ols (or catechins), flavonols, and their derivatives (Gutiérrez-Escobar et al., 2021). Nonetheless, flavonoids account for the majority of wine's phenolic component. Of these, the grape's (Nemzer et al., 2021). One-year-old red wine's polyphenol composition is composed of approximately 60–80% polymeric polyphenols, 10-15% anthocyanidins, 5–10% dimer procyanidins, 5-8% catechins, 3-6% phenolic acids, less than 1% flavonols, and less than 0.3% resveratrol, among other particular components (Buljeta et al., 2023). Red wine's phenolic components are known to provide a number of health advantages, including anti-inflammatory, cardioprotective, anticarcino-genic, neuroprotective, and gut microbiota impacts (Nardini, 2022). Many variables, including grape variety and age, pre-fermentation techniques, fermentation and aging circumstances, and technological procedures, influence the kind of polyphenols present in red wine (Luzzini et al., 2021). It is also crucial to remember that these elements may interact in intricate ways to affect how a particular wine's ultimate polyphenol profile is

Obiectiv

Evaluarea efectului ultrasunetelor de mare putere (20 kHz) asupra extracției polifenolilor și antocianilor din struguri Merlot, cu accent pe reducerea timpului de macerare.

Indicatori urmăriți

TPC • antociani monomerici • FRAP • intensitatea culorii • nuanța culorii

Design factorial

Amplitudine: 70% / 90%
Timp HPU: 3 / 4 / 5 min
Macerare: 3 / 5 / 7 zile
Control: probe netratate

Mesajul studiului

Probele sonicate au prezentat niveluri mai ridicate ale compușilor bioactivi și caracteristicilor cromatice. În multe cazuri, 3 zile de macerare după HPU au depășit martorul macerat 7 zile.

Pregătirea probelor experimentale

- Struguri zdrobiți, tratați cu ultrasunete înaintea macerării.
- Combinații între amplitudine, timp și durată de macerare.
- Determinări în probe sonicate și probe martor.

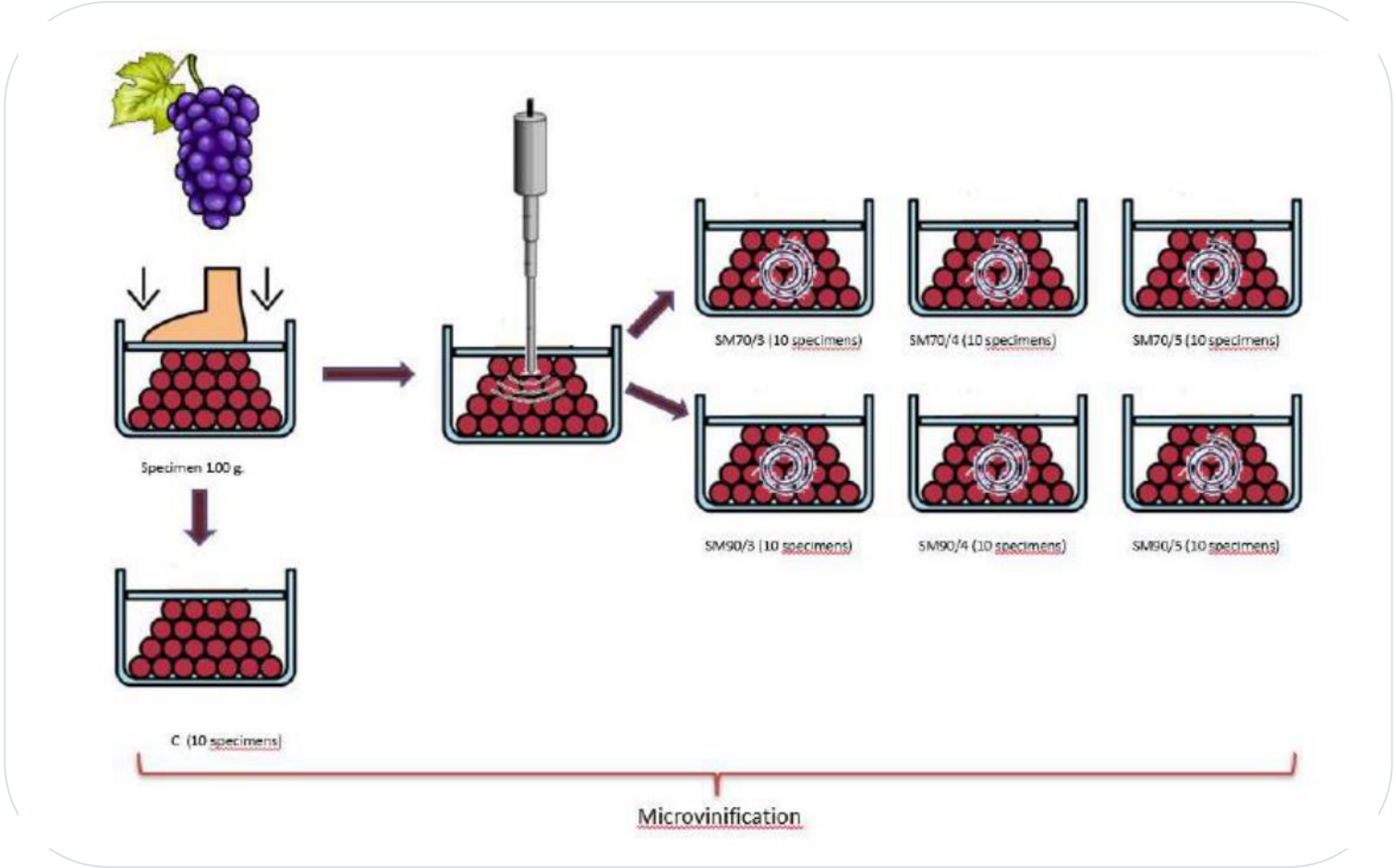


Figura 2.11 – Prepararea probelor de vin

Compuși bioactivi și intensitatea culorii

- Sunt comparate probe HPU cu macerare de 3 zile și martorul de 7 zile.
- Tratamentele ultrasonice intensifică extracția TPC și MA.

S-au observat efecte asupra intensității și nuanței vinului.

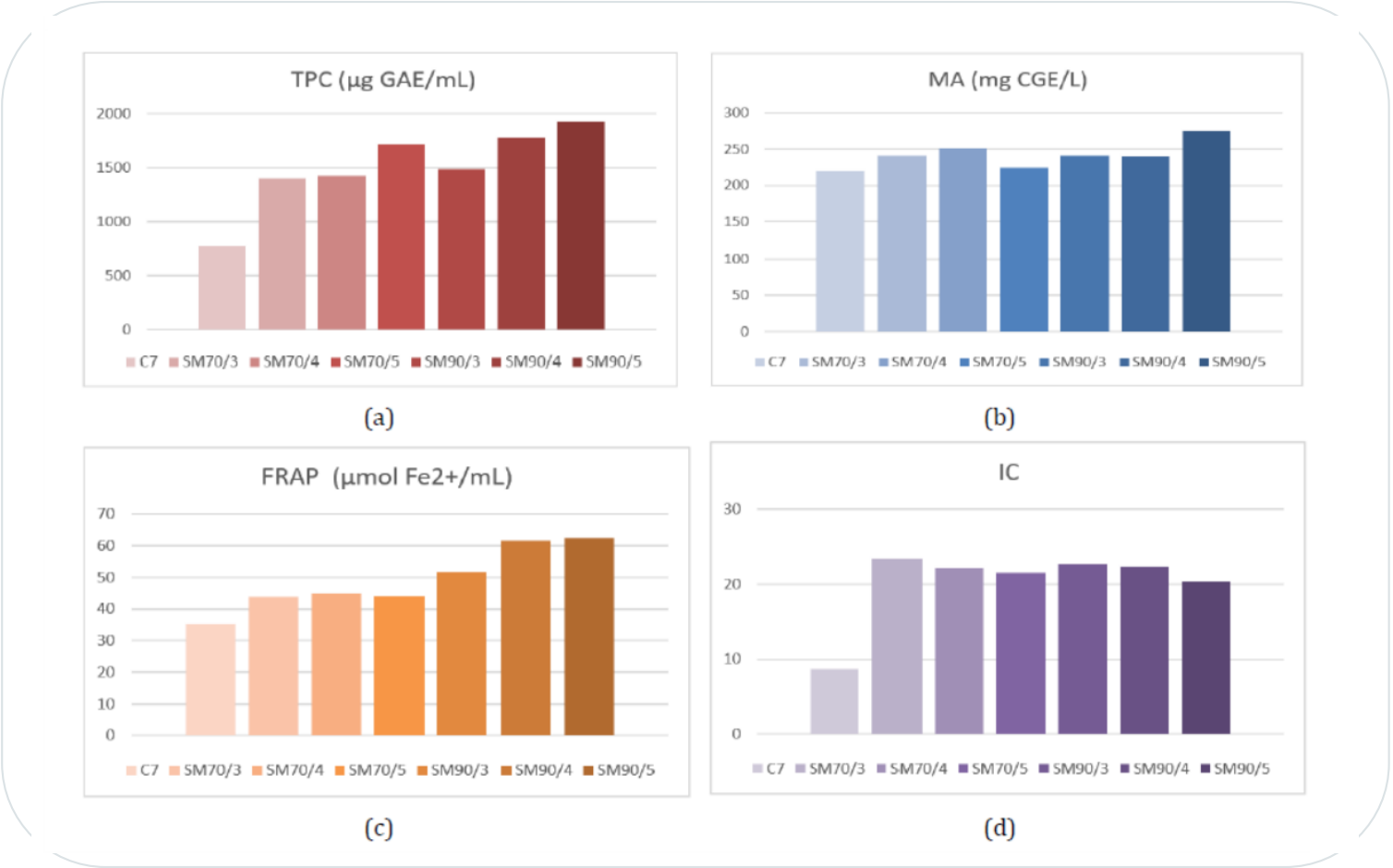


Figura 2.13 – Parametri bioactivi și cromatici

Reducerea timpului de macerare

- În mai multe variante, 3 zile de macerare asistată ultrasonic au oferit indicatori superiori martorului de 7 zile.
- Creșterile TPC pentru macerarea de 3 zile au fost de aproximativ 1,5–2 ori față de martor, în funcție de tratament.
- Durata macerării, amplitudinea și timpul de sonicare au avut efecte semnificative asupra răspunsurilor studiate.

Beneficiu tehnologic potențial: scurtarea macerării cu 2–4 zile.

Relevanța tehnologică pentru vinificație

EXTRACȚIE

- Sonicarea accelerează transferul compușilor fenolici din pielițe și semințe.

CALITATE

- Creșterea TPC și MA poate contribui la valoarea antioxidantă și la calitatea cromatică.

APLICARE

- Optimizarea procesului poate crește flexibilitatea tehnologică a cramelor.

2–4 zile

reducere potențială a duratei de macerare

Vin roșu • design experimental și analiză multivariată



Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXVIII, No. 1, 2024
Print ISSN 2285-5653, CD-ROM ISSN 2285-5661, Online ISSN 2286-1580, ISSN-L 2285-5653

INFLUENCE OF HIGH-POWER ULTRASOUND TREATMENT ON RED WINE QUALITY PARAMETERS

Alina MAIER[1], Vasile PĂDUREANU[1], Cristina CANJA[1], Mirabela Ioana LUPU[1], Geronimo Răducu BRĂNESCU[1], Cristina PĂDUREANU[1], Mariana-Atena POIANĂ[2]

[1]Transylvania University of Brasov, 29 Eroilor Blvd, Brasov, Romania
[2]University of Life Sciences "King Mihai I" from Timisoara, 119 Calea Aradului, Timisoara, Romania

Corresponding author emails: canja.c@unitbv.ro, marianapoiana@usvt.ro

Abstract

The objective of this study was to assess the impact of applying high-power ultrasonic treatment (HPU) on crushed Merlot grapes, at a laboratory scale, on the phenolic matrix of red wines, particularly anthocyanins, which are crucial for color, stability, and sensory profile. The ultrasonic treatment (US) was carried out using two amplitudes, 70% and 90%, and three treatment times, namely, 3, 4, and 5 minutes, while maceration was conducted via sequential extraction after 3, 5, and 7 days. After a bottling period of three months, there was a decrease in total polyphenol content observed compared to the content found at the end of maceration. Treatment with ultrasound caused significant variations in the optical density at 420, 520, and 620 nm, and in the content of monomeric anthocyanins. All the sonicated samples, including those extracted after three days of maceration, exhibited significantly higher color intensity values than the maximum color intensity value in the untreated samples. It is noteworthy that the change in color was a positive outcome of this treatment. The Random Forest algorithm was used to identify the most distinct variables among wines. The most significant variable was found to be the total polyphenol content, followed by antioxidant capacity and the color intensity of the wines. The algorithm grouped all the samples into 5 clusters based on three fixed factors that influenced their characteristics: amplitude, treatment time, and maceration duration. Based on these results, it can be inferred that the effects of ultrasound treatment vary significantly depending on the parameters used.

***Key words**: high-power ultrasound treatment, red wines, bioactive compounds, chromatic characteristics*

INTRODUCTION

One of the world's earliest known alcoholic beverages is wine. Red wine can be considered a major dietary source of polyphenols due to its generally high polyphenol content (Castaldo et al., 2019). Essential substances called polyphenols give wine its color, flavor, and aroma as well as some possible health advantages (Banc et al., 2014). Red wine's phenolic content can be broadly classified into two groups: non-flavonoids, which include phenolic acids like benzoic, caffeic, and cinnamic acids and stilbenoids like resveratrol, and flavonoids, which include anthocyanins and tannins that contribute to the color and mouthfeel of the wine, flavan-3-ols (or catechins), flavonols, and their derivatives (Gutiérrez-Escobar et al., 2021). Nonetheless, flavonoids account for the majority of wine's phenolic component. Of these, the grape's stems, seeds, and skins account for up to 90% of the phenolic content found in red wine (Nemzer et al., 2021). One-year-old red wine's polyphenol composition is composed of approximately 60–80% polymeric polyphenols, 10-15% anthocyanidins, 5–10% dimer procyanidins, 5-8% catechins, 3-6% phenolic acids, less than 1% flavonols, and less than 0.3% resveratrol, among other particular components (Buljeta et al., 2023). Red wine's phenolic components are known to provide a number of health advantages, including anti-inflammatory, cardioprotective, anticarcinogenic, neuroprotective, and gut microbiota impacts (Nardini, 2022). Many variables, including grape variety and age, pre-fermentation techniques, fermentation and aging circumstances, and technological procedures, influence the kind of polyphenols present in red wine (Luzzini et al., 2021). It is also crucial to remember that these elements may interact in intricate ways to affect how a particular wine's ultimate polyphenol profile is determined. Accordingly, the precise function and influence of polyphenols can change based

Factorii experimentali

70% / 90%
amplitudine

3 / 4 / 5 min
timp HPU

3 / 5 / 7 zile
macerare

Variabile urmărite

- polifenoli totali și antociani monomerici
- densități optice 420 / 520 / 620 nm
- intensitate și nuanță a culorii
- capacitate antioxidantă
- Random Forest pentru variabile discriminante și clustering

Maier et al., Scientific Papers. Series B. Horticulture 2024, pp. 327–338.

Vin roșu • ce se întâmplă după 3 luni în sticlă

Polifenoli totali

După 3 luni în sticlă, TPC a scăzut față de finalul macerării atât la probele HPU, cât și la martori. Totuși, valorile probelor sonicate au rămas peste martori.

Antociani

Conținutul antocianilor monomerici a scăzut în timpul păstrării, fenomen asociat stabilizării și polimerizării pigmenților în matricea vinului.

Culoare

Toate probele sonicate, inclusiv cele cu 3 zile de macerare, au prezentat intensități de culoare semnificativ mai mari decât valoarea maximă a martorilor.

+31,52% ... +172,67%

Creșterea intensității culorii

față de maximul martorului

+2,05% ... +68,1%

Creșterea antocianilor

față de maximul martorului

Efectul HPU nu dispare după fermentare: diferențele de culoare și matrice fenolică rămân detectabile după îmbuteliere.

Vin roșu • efecte asupra culorii și matricei fenolice



parameters (refer to Table 1). These control samples were grouped in a separate cluster (Cluster 1).
A cluster (Cluster 2) was identified among the samples treated with ultrasound. This cluster was influenced by both the lower amplitude (70%) used during treatment, regardless of the treatment time (3, 4, or 5 minutes), and the increased amplitude (90%) used during a short treatment time (3 minutes). As a result, significantly lower values were recorded for all determined parameters compared to the other samples subjected to ultrasonic treatment. Cluster 3 confirms the positive influence of amplitude and treatment time on the properties of wines. It also shows the influence of maceration duration. The samples in Cluster 3 were extracted after 5 days, which is 2 days longer than the samples in Cluster 2. The same cluster also includes another sample that underwent maceration for 7 days but was treated with lower amplitude (70%) for only 3 minutes.
Cluster 4 and Cluster 5 group samples that underwent ultrasonic treatment with increased amplitude (90%) for 4 or 5 minutes, regardless of the duration of maceration, and additionally two samples that were treated with lower amplitude (70%) for 4 or 5 minutes, but with a maceration duration of 7 days. Clusters 4 and 5 recorded the highest values for all analyzed parameters of the wine samples obtained.
It can be inferred from these results that the effects of ultrasound treatment are subject to significant variation based on the parameters employed.

CONCLUSIONS

After a bottling period of three months, a decrease in the total polyphenol content was observed compared to the content found at the end of maceration, both in the wines made from crushed grapes treated with ultrasound and in the control samples, with the values found in the ultrasound-treated samples remaining higher than those of the control samples, regardless of the duration of maceration-fermentation of the latter. However, within each series (D3, D5 and D7), the decrease was influenced by the variation of the ultrasonic treatment parameters. The positive effect of the ultrasonic treatment on the color content can be observed since all the ultrasonically treated samples, including those extracted after 3 days of maceration, showed significantly higher color intensity values than the maximum color intensity value of the control samples (C7), ranging from 31.52% (sample SW70/4, extracted after 5 days) to 172.67% (sample SW70/, extracted after 3 days). In conclusion, the ultrasonic treatment significantly modified the color of the wine, an effect that is very beneficial to the quality, especially for young wines, where color is one of the most important evaluation factors. The monomeric anthocyanin content of the sonicated samples showed significant variation compared to the maximum of the untreated samples, with an increase ranging from 2.05% (sample SW70/3 min, extracted after 7 days) to 68.1% (sample SW90/4 min, extracted after 7 days). The maximum anthocyanin content of the untreated samples was determined for the one extracted after 7 days. The data, subjected to statistical analysis, show that amplitude level, ultrasound treatment time and maceration duration significantly ($p<0.05$) influence the total polyphenol content, monomeric anthocyanins and antioxidant capacity. In addition, colour intensity is not significantly influenced by the interaction between amplitude level, treatment time and maceration time, while wine hue is significantly influenced only by treatment time and maceration time. Furthermore, to identify the most distinguishing variables among wines, we utilized the Random Forest clustering algorithm. The Random Forest algorithm indicates the most significant variables for grouping the samples in descending order. Our results display that the total polyphenol content is a distinguishing feature, followed by antioxidant activity and the color intensity of the wines. All untreated samples, regardless of maceration time, consistently recorded significantly lower values for all determined parameters, in contrast to all samples exposed to ultrasound treatment, and were grouped in a separate cluster. The ultrasound-treated samples were categorized into four clusters, confirming that the effects of ultrasound treatment vary considerably depending on the parameters used (amplitude and time).

335

+31,52% … +172,67%

creșterea intensității culorii față de maximul martorului

+2,05% … +68,1%

creșterea antocianilor monomerici față de maximul martorului

5

clustere identificate prin Random Forest

Variabilele cele mai discriminante

1. **Polifenoli totali**
2. **Activitate antioxidantă**
3. **Intensitatea culorii**

Mesaj

Toate probele sonicate au avut valori semnificativ mai mari ale parametrilor determinați decât martorii; efectul depinde însă puternic de amplitudine, timp și durata macerării.

Scientific Papers. Series B. Horticulture 2024, concluzii și analiza Random Forest.

Efectul HPU asupra parametrilor vinurilor

- Evaluarea probelor după diferite durate de macerare și după îmbuteliere.
- Parametri: TPC, MA, FRAP, intensitatea culorii și nuanța cromatică.
- Modelare statistică și analiza grupării probelor pentru evidențierea regimurilor eficiente.

3 luni

perioadă de analiză după îmbuteliere

Studiul 5 • Oțet de afine: HPU și activitate antioxidantă



fermentation

MDPI

Article

Ultrasound Treatment Influence on Antioxidant Properties of Blueberry Vinegar

Cristina Padureanu [1], Carmen Liliana Badarau [1], Alina Maier [1], Vasile Padureanu [1,*], Mirabela Ioana Lupu [1], Cristina Maria Canja [1], Geronimo Raducu Branescu [1], Oana-Crina Bujor [2], Florentina Matei [1], Mariana-Atena Poiana [3,*], Ersilia Alexa [3] and Anisor Nedelcu [4]

1 Faculty of Food and Tourism, Transilvania University of Brasov, Castelului 148, 500014 Brasov, Romania; cristina.padureanu@unitbv.ro (C.P.); carmen.badarau@unitbv.ro (C.L.B.); alina.maier@unitbv.ro (A.M.); lupu.mirabela@unitbv.ro (M.I.L.); canja.c@unitbv.ro (C.M.C.); geronimo.branescu@unitbv.ro (G.R.B.); florentina.matei@unitbv.ro (F.M.)
2 Research Center for Studies of Food Quality and Agricultural Products, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Marasti Blvd. 59, 011464 Bucharest, Romania; oana.bujor@qlab.usamv.ro
3 Faculty of Food Engineering, University of Life Sciences "King Michael I" from Timisoara, Calea Aradului 119, 300645 Timisoara, Romania; ersiliaalexa@usab-tm.ro
4 Department of Manufacturing Engineering, Transilvania University of Brasov, 29 Eroilor Boulevard, 500036 Brasov, Romania; a.nedelcu@unitbv.ro
* Correspondence: padu@unitbv.ro (V.P.); marianapoiana@usab-tm.ro (M.-A.P.); Tel.: +40-724-031-966 (V.P.); +40-726-239-838 (M.-A.P.)

Abstract: As one of the most widely used acidic condiments in the world, vinegars have demonstrated physiological functions. Due to their polyphenol content, blueberries (*Vaccinium myrtillus* L.) are a valuable source of natural flavours and antioxidants for vinegar production. Ultrasound treatment is recognized as an effective technique for improving the extraction yield of bioactive compounds from various plant materials. The aim of this research was to investigate the antioxidant properties of experimental vinegar variants obtained by an innovative manufacturing recipe using an alcoholic substrate containing blueberry juice for a rapid initiation of acetic fermentation. The substrate was subjected to ultrasound treatment at a frequency of 20 kHz and an amplitude (A) of 40%, 60%, and 80% for 3, 4, and 5 min. Under these conditions, total polyphenol content (TPC), total anthocyanins content (TAC), antioxidant activity based on ABTS and DPPH assays, as well as the sensory attributes in blueberry-vinegar formulations, were evaluated. The level of TPC and TAC and the antioxidant activity of the developed vinegar variants were optimized using response surface methodology (RSM). The obtained results revealed that ultrasound treatment resulted in increased TPC and TAC and improved antioxidant properties and sensory characteristics of blueberry vinegar. Our data revealed that the optimum values of the ultrasound treatment parameters were amplitude A: 78.50% and time t: 3.96 min. The following predicted values were determined for the main parameters: TPC: 628.01 mg GAE/L, TAC: 22.79 mg C3G/L, ABTS: 391.7 µmol/100 mL, and DPPH: 229.17 µmol/100 mL. The results of this study recommend the integration of both the use of an alcoholic substrate containing blueberry juice and the application of ultrasound treatment in vinegar production as innovative technological interventions with practical applicability for a rapid initiation of acetic fermentation and for improving the antioxidant properties of blueberry vinegar. In addition, RSM can be considered a valuable tool to optimize the ultrasound treatment's effect on the antioxidant properties of the vinegar formulations.

Keywords: blueberry vinegars; ultrasound treatment of alcoholic substrate; antioxidant activity; phenolic compounds; anthocyanins; response surface methodology

check for updates

Citation: Padureanu, C.; Badarau, C.L.; Maier, A.; Padureanu, V.; Lupu, M.I.; Canja, C.M.; Branescu, G.R.; Bujor, O.-C.; Matei, F.; Poiana, M.-A.; et al. Ultrasound Treatment Influence on Antioxidant Properties of Blueberry Vinegar. *Fermentation* **2023**, *9*, 600. https://doi.org/10.3390/fermentation9070600

Academic Editor: Stavros Plessas

Received: 22 May 2023
Revised: 17 June 2023
Accepted: 25 June 2023
Published: 27 June 2023

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Concept tehnologic

substrat alcoolic cu suc de afine → tratament HPU → inoculare cu bacterii acetice → fermentație acetică

Parametri HPU

20 kHz	40 / 60 / 80%	3 / 4 / 5 min

Răspunsuri optimizate prin RSM

- TPC – fenoli totali
- TAC – antociani totali
- ABTS și DPPH – activitate antioxidantă
- atribute senzoriale

Oțetul de afine: produs cu valoare bioactivă

Padureanu et al., Fermentation 2023, 9, 600 • doi:10.3390/fermentation9070600

Flux tehnologic: obținerea oțetului de afine

- Materia primă este procesată pentru obținerea substratului alcoolic.
- Aplicarea HPU precede fermentația acetică.
- Caracterizarea finală include compoziția, activitatea antioxidantă și senzorialul.

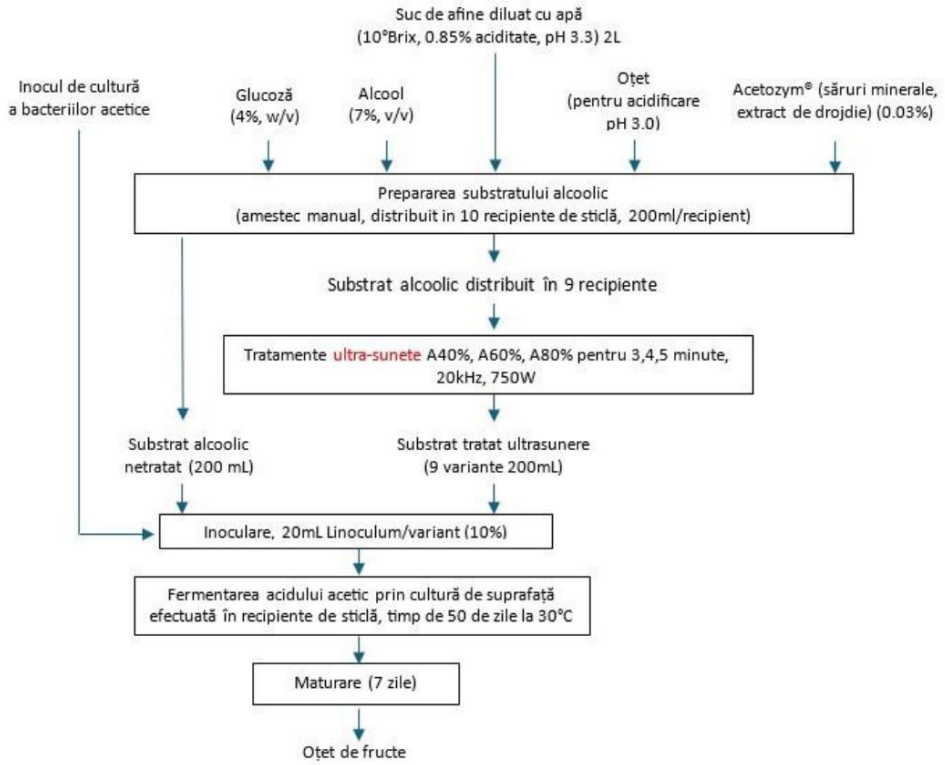


Figura 2.24 – Fluxul procesului de obținere a oțetului

Variabilele studiului asupra oțetului

01	02	03	04	05
Afine	**Ultrasunete**	**Amplitudine**	**Durată**	**Răspunsuri**
Substrat pentru obținerea oțetului	20 kHz • 750 W	40, 60, 80%	3, 4, 5 minute	CTP • CTA • ABTS • DPPH

Optimizare prin design compozit central și RSM

Aciditatea oțeturilor obținute

4,307% acid acetic

- Variantele de oțet prezintă diferențe de aciditate în funcție de tratament.
- Valoarea maximă raportată: 4,307% acid acetic, în varianta A805.
- Controlul acidității este o condiție tehnologică și de calitate.

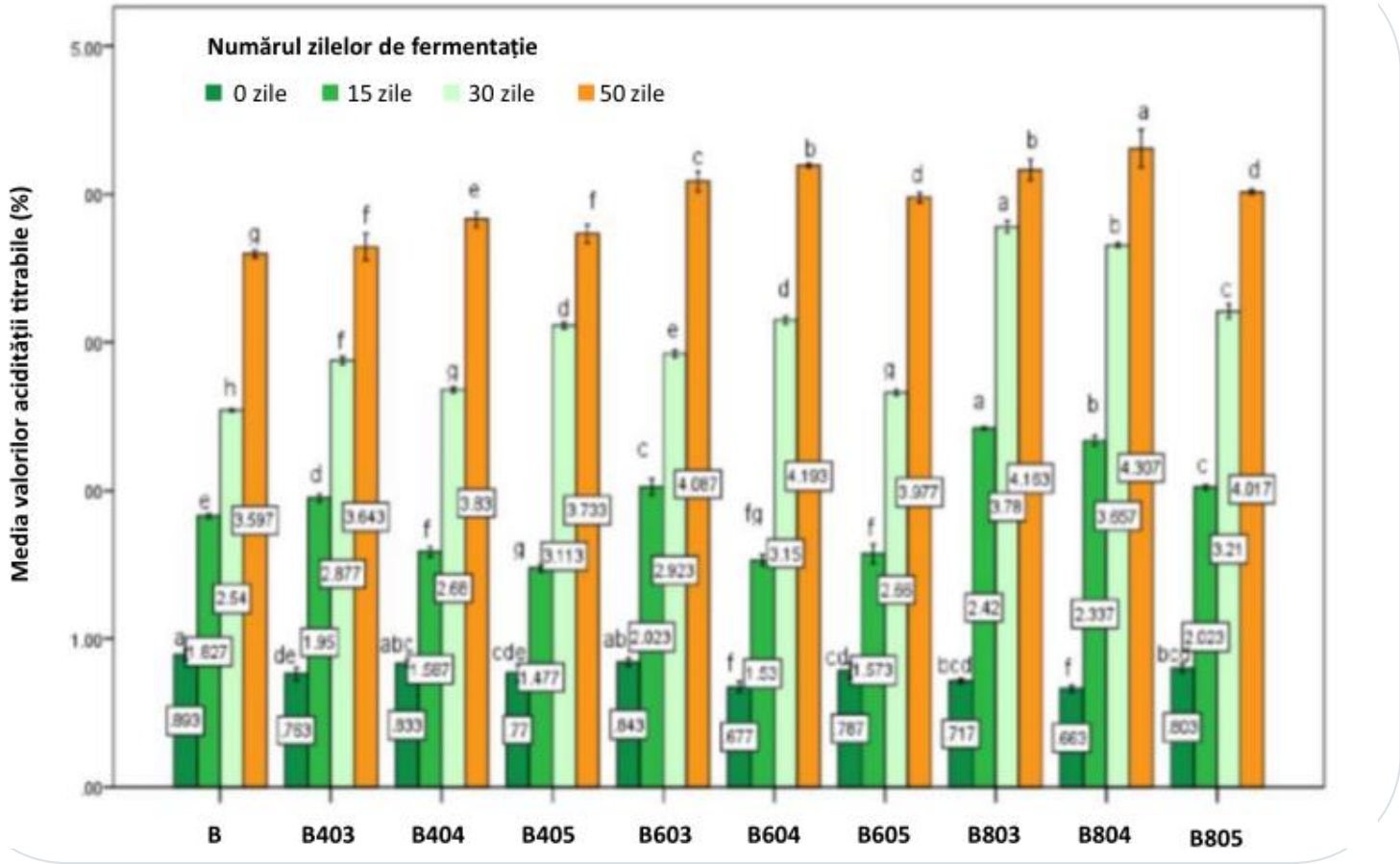


Figura 2.17 – Aciditatea oțeturilor de afine

Suprafața de răspuns: fenoli totali

643,2 mg GAE/L

- Amplitudinea și durata modifică randamentul extracției polifenolilor.
- A80% / 4 min: 643,2 mg GAE/L, valoare ridicată în studiul raportat.
- Modelul RSM permite estimarea regiunii favorabile.

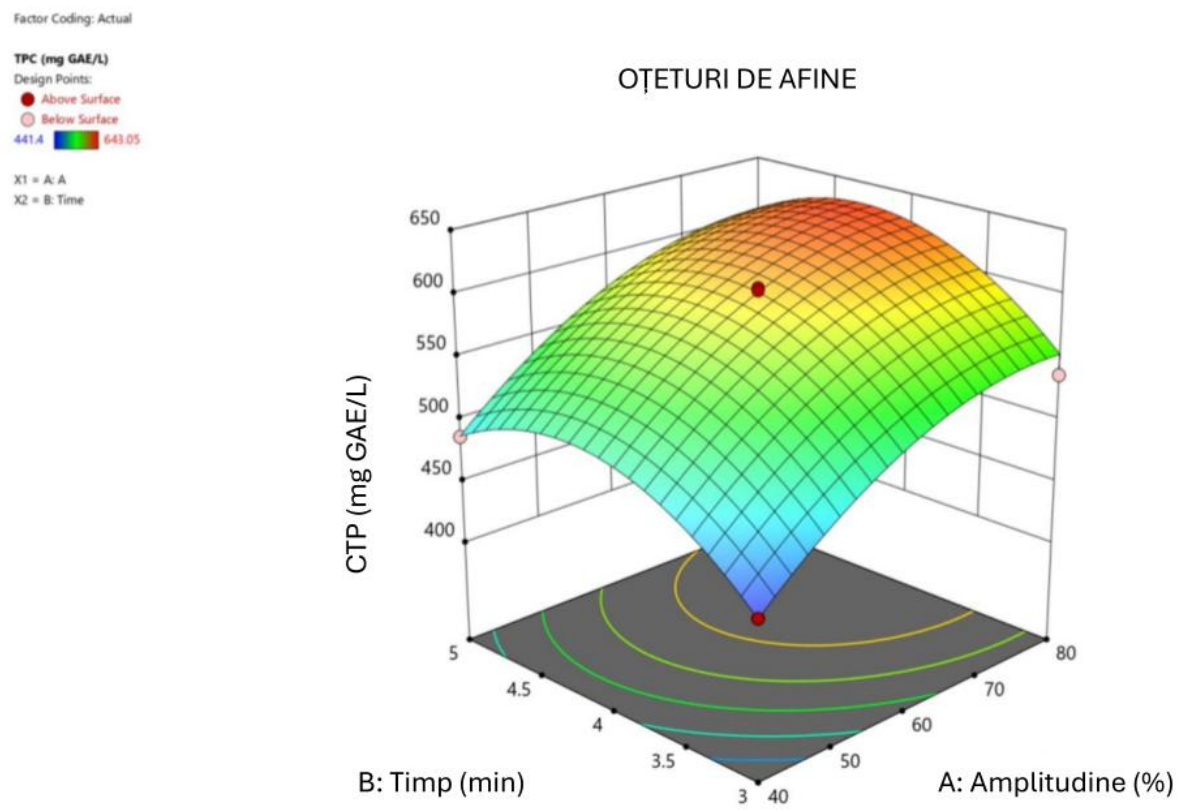


Figura 2.18 – Suprafața de răspuns CTP

Suprafața de răspuns: antociani

- CTA reprezintă un indicator relevant al compușilor de culoare.
- Regimurile ultrasunetelor influențează diferit extracția
- antocianilor.

Optimizarea urmărește creșterea simultană a mai multor răspunsuri.

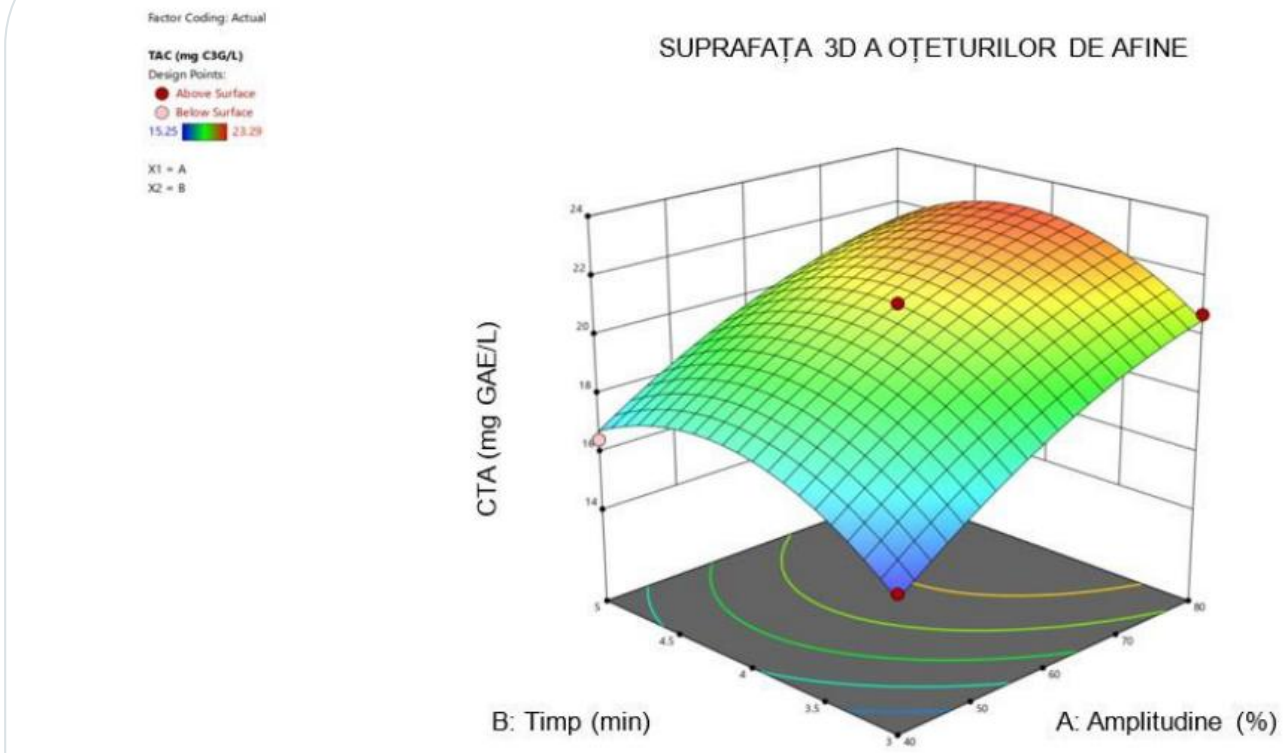


Figura 2.19 – Suprafața de răspuns CTA

Capacitatea antioxidantă măsurată prin ABTS

- Activitatea antioxidantă este analizată prin testele ABTS și DPPH.
- Variația parametrilor HPU schimbă răspunsul antioxidant.
- Modelele completează determinările de CTP și CTA.

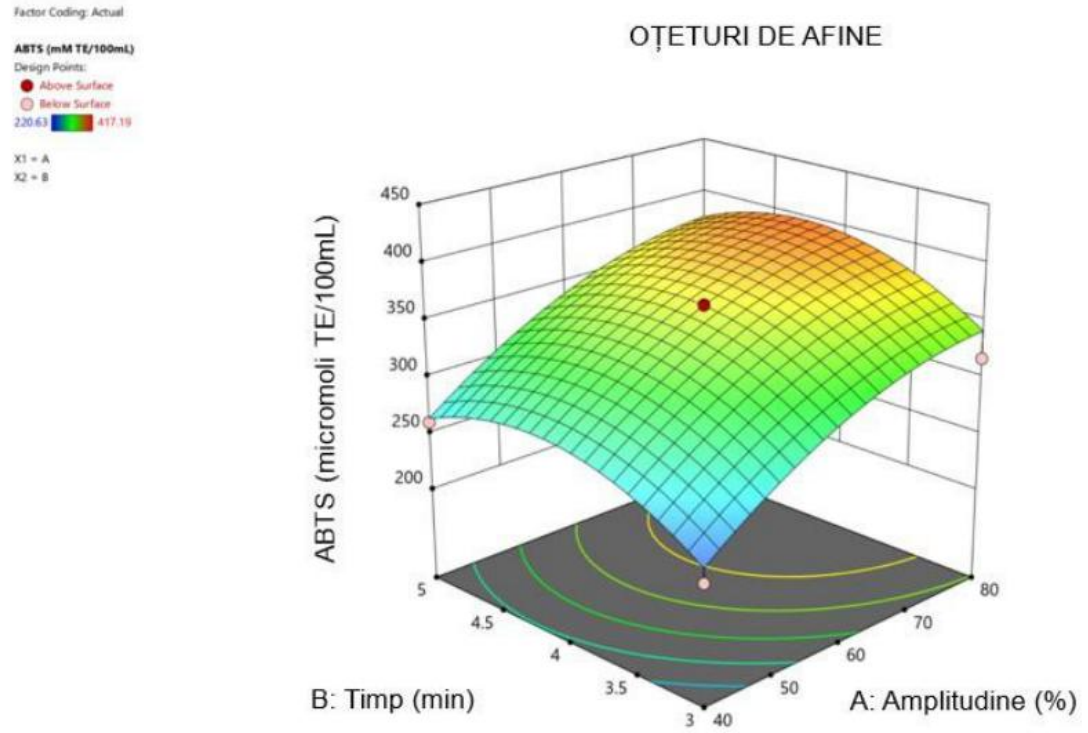


Figura 2.20 – Suprafața de răspuns ABTS

Optimizarea răspunsurilor multiple

78,50% / 3,96 min

- Amplitudine optimă modelată: 78,50%.
- Durata optimă modelată: 3,96 minute.
- Regimul oferă un compromis între conținutul bioactiv și răspunsurile antioxidante.

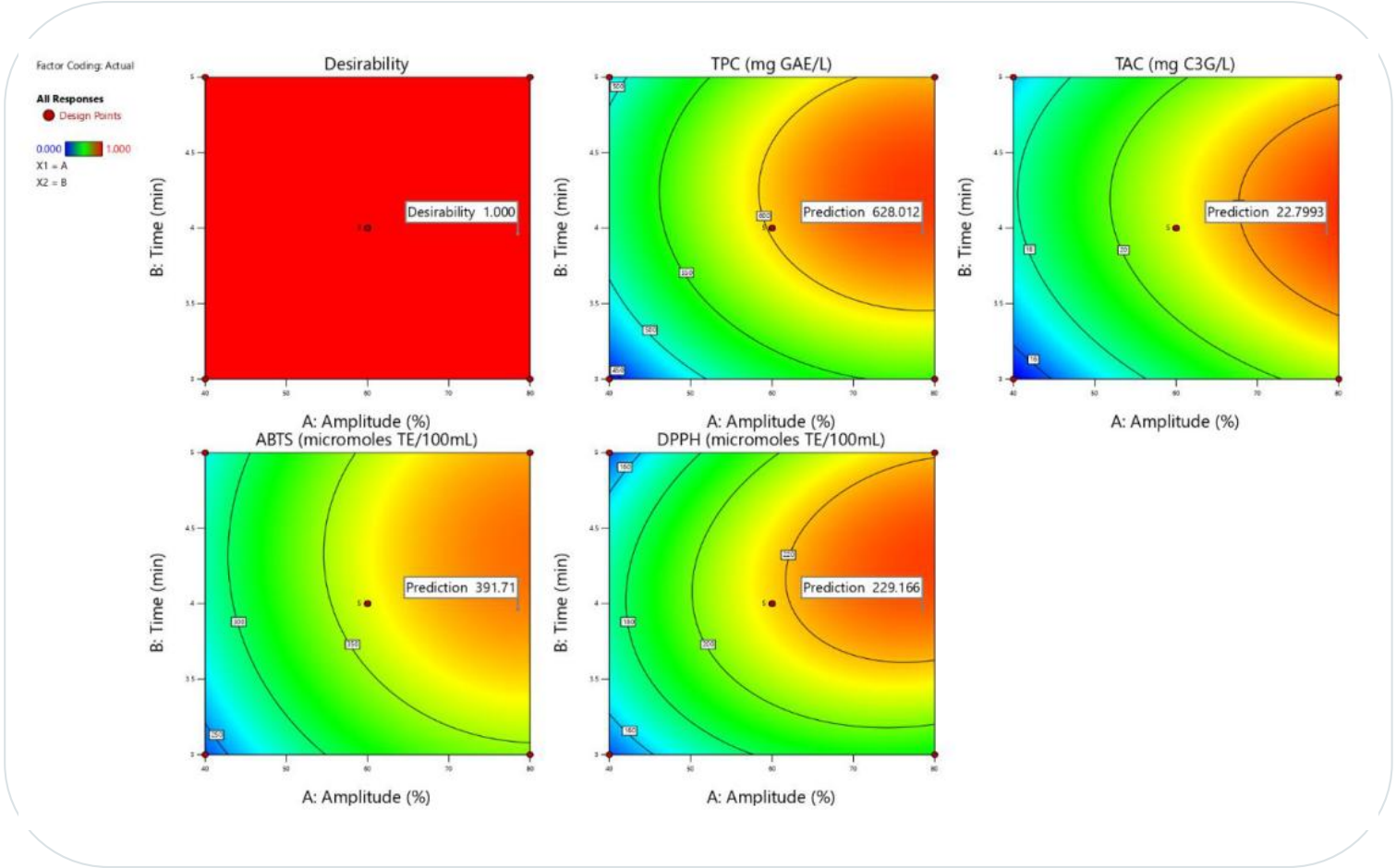


Figura 2.22 – Domeniul condițiilor optime

Oțet de afine • punctul optim și valorile prezise

Fermentation **2023**, *9*, 600 12 of 18

Table 8. Phenolic compounds in the vinegar samples identified by HPLC.

Sample	Ellagic Acid (µg/100 mL)	Gallic Acid (µg/100 mL)	Ferulic Acid (µg/100 mL)	Chlorogenic Acid (µg/100 mL)
B	1.781 ± 0.085 ^{d}	21.466 ± 2.72 ^{d}	1.506 ± 0.038 ^{d}	17.422 ± 1.083 ^{b}
B804	3.347 ± 0.026 ^{a}	35.22 ± 1.03 ^{a}	2.538 ± 0.116 ^{a}	18.801 ± 0.995 ^{a}
B805	3.271 ± 0.018 ^{b}	34.065 ± 0.85 ^{b}	1.967 ± 0.047 ^{b}	8.588 ± 0.084 ^{d}
B604	3.062 ± 0.104 ^{c}	28.215 ± 1.34 ^{c}	1.59 ± 0.062 ^{c}	14.238 ± 1.027 ^{c}
B605	2.353 ± 0.163 ^{c}	21.914 ± 2.78 ^{d}	1.536 ± 0.009 ^{cd}	8.447 ± 0.082 ^{d}

Data were expressed as the average of 3 determinations ± standard deviation. Values with different letters differ significantly by ANOVA and Duncan's test ($p < 0.05$).

2.6. Sensory Analysis

The results of sensory analysis of blueberry-vinegar samples, based on odour and taste profiles (general impression, pungent sensation, aromatic intensity, taste, and ethyl acetate odour) are presented in Figure 5. Among the judges, there were six experts (three female and three male panellists). The score of the attribute "ethyl acetate odor" is only the score of intensity.

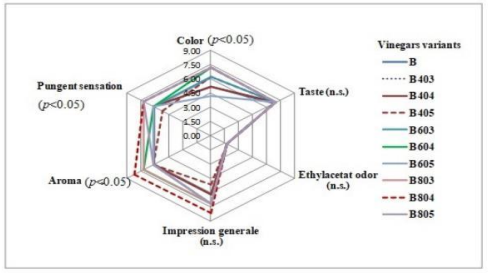


Figure 5. Results of sensory analysis for blueberry vinegars. ID of the samples were presented in Table 5. There were significant differences between samples at $p < 0.05$ and n.s., no statistical difference.

Sensory analysis of the vinegar variants evaluated revealed no abnormal odours. It was observed that there was no statistically significant difference between all samples in the case of the vinegars taste. The intensely sour taste of vinegar led to similar results, with the scores given by the tasters being close (there were no significant differences in taste).

The B804 (ID Table 5) sample was the most preferred sample regarding the evaluation of colour (8.27), aromatic intensity (8.18), pungent sensation (7.07), and general evaluation of impression (8.18) ($p < 0.05$).

The evaluation of the panellists highlights that the samples obtained using ultrasound-treated substrates were generally more liked compared with the sample control (B). Similar data were reported by Yikmuş et al. [4] for US-treated juice vinegars, products generally admired by the panellists. Other researchers reported also an improvement in the sensory

78,50%

amplitudinea optimă

3,96 min

timpul optim

TPC 628,01 mg GAE/L

TAC 22,79 mg C3G/L

ABTS 391,7 µmol/100 mL

DPPH 229,17 µmol/100 mL

Rezultatul general: HPU a crescut TPC și TAC și a îmbunătățit proprietățile antioxidante și caracteristicile senzoriale ale variantelor de oțet.

Fermentation 2023: soluția optimă RSM și valorile prezise pentru principalele răspunsuri.

Concluzii: valoarea tehnologică a oțetului de afine

- Tratamentul ultrasonic al substratului poate crește conținutul de compuși bioactivi și activitatea antioxidantă.
- Optimul experimental reprezintă o bază pentru dezvoltarea unei proceduri reproductibile.
- Rezultatele susțin continuarea cercetărilor asupra stabilității, compoziției și scalării procesului.

Aplicabilitate: obținerea unor oțeturi de fructe cu proprietăți funcționale promițătoare.

DIRECȚIA II

Evaluarea calității, siguranței și funcționalității produselor

Metode moderne de analiză pentru controlul alimentelor și dezvoltarea produselor culinare.

MICROBIOLOGIE | HAP ÎN CARNE | PRODUSE DIN PEȘTE

Calitate, siguranță și funcționalitate

Abordări analitice și tehnologice pentru caracterizarea produselor alimentare.

01	**Analiză microbiologică**	Compararea metodelor standardizate cu metode alternative
02	**Produse din carne**	Tehnici analitice pentru hidrocarburi aromatice policiclice
03	**Produse din pește**	Evaluare cantitativă și calitativă după tehnici diferite de gătire

Metode standardizate și alternative

SCOP

- Verificarea concordanței între diagnosticul microbiologic rapid și metodele de referință.

TESTE RAPIDE

- Detecția agenților patogeni și a indicatorilor de calitate prin echipamente automatizate.

VALIDARE

- Rezultatele pozitive/neconforme sunt confirmate prin metode standardizate.

100%

corelație raportată pentru probele patogene reanalizate

• Metode microbiologice rapide vs standardizate



Copyright © 2020 University of Bucharest
Printed in Romania. All rights reserved
ISSN print: 1224-5984
ISSN online: 2248-3942

Rom Biotechnol Lett. 2020; 25(4): 1737-1743
doi: 10.25083/rbl/25.4/1737.1743

Received for publication, May, 6, 2018
Accepted, November, 2, 2018

Original paper

Comparative analysis of alternative and standardized microbiological diagnostic methods used in food expertise

GHEORGHE PUCHIANU[1], MIHAELA BABII[2], VALENTIN NECULA[1], DORIN VALTER ENACHE[1], CRISTINA MARIA CANJA[1], VASILE PĂDUREANU[1]

[1]Transilvania University of Brasov, Faculty of Food and Tourism, Brasov, Romania
[2]Sanitary Veterinary and Food Safety of Brasov, Brasov, Romania

Abstract For the comparative analysis of the results of the alternative and the standardized reference methods used in microbiological food testing, we tested 7761 samples for the detection of foodborne pathogens (*Salmonella spp.*, *Listeria spp.*, *Campylobacter spp*) and 5123 samples for the detection of quality indicators (Coagulase Positive Staphylococcus, *Escherichia coli*, Enterobacteriaceae, Total Aerobic Germs, Yeasts and Molds), using Mini Vidas equipment and TEMPO, respectively. Non-compliant samples resulting from food screening by alternative methods were subsequently tested by standardized reference methods to establish the correlation of the results. It has been found that fast alternative diagnostic methods used to detect food pathogens generate results equivalent to those of standardized reference methods, and rapid diagnostic alternative methods for detecting quality indicators generate results with a correlation of 98.38%. The bacterial identification achieved by comparative use of the alternative and the reference methods, namely Vitek 2 Compact and Kaufmann-White, may show differences in the obtained results, the correlation being for the Salmonella genus of 77.8%, and, in the case of Listeria genus, 100%.

Keywords Alternative method, standardized method, pathogenic germs.

To cite this article: PUCHIANU G, BABII M, NECULA V, ENACHE DV, CANJA CM, PĂDUREANU V. Comparative analysis of alternative and standardized microbiological diagnostic methods used in food expertise. *Rom Biotechnol Lett.* 2020; 25(4): 1737-1743. DOI: 10.25083/rbl/25.4/1737.1743

*Corresponding author: PUCHIANU GHEORGHE, Faculty of Food and Tourism, Transilvania University of Brasov, Castelului Street, no. 148, code 500123, Brasov, Romania
Tel: 0268472222, Fax 0268472222
E-mail: gpuchianu@yahoo.com

7.761
probe pentru patogeni alimentari

5.123
probe pentru indicatori de calitate

12.884
probe analizate în total

Metode alternative

- Mini VIDAS – Salmonella, Listeria, Campylobacter
- TEMPO – indicatori de calitate
- VITEK 2 Compact – identificare bacteriană

Metode de referință

- metode standardizate SR EN ISO
- Kaufmann–White pentru identificare
- laborator acreditat conform ISO 17025

Puchianu et al., Romanian Biotechnological Letters 2020, 25(4), 1737–1743.

Sistemul automat MiniVidas

- Sistem imunologic automatizat folosit la detectarea agenților patogeni.
- Metodele rapide susțin decizia timpurie privind conformitatea.
- Rezultatele suspecte se confirmă prin proceduri de referință.



Figura 2.25 – Analizor MiniVidas

Identificarea bacteriană prin Vitek 2 Compact

- Etapele de identificare sunt standardizate și automatizate.
- Compararea cu metodele de referință cuantifică performanța.
- Pentru Listeria spp., corespondența raportată a fost de 100%.

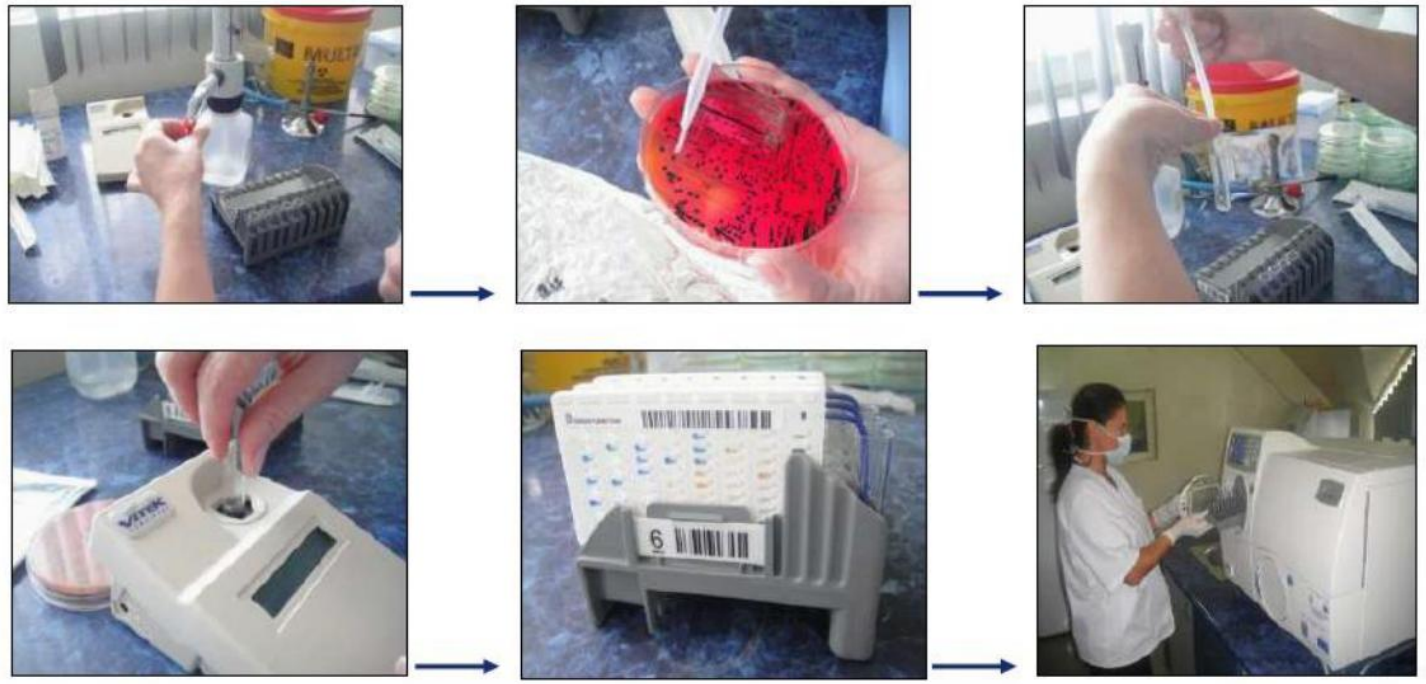


Figura 2.29 – Identificare bacteriană cu Vitek 2

Concordanța cu metodele de referință

100%

agenți patogeni, probe neconforme confirmate

98,38%

indicatori microbiologici de calitate

91,68%

identificări Vitek/Kauffmann–White: două genuri

Concordanța pentru Salmonella: 77,8%; pentru Listeria: 100% .

• HAP în carne și produse din carne afumate



Rev Rom Med Vet (2018) 28 | 4: 39-45 39
ISSN: 1220-3173; E-ISSN: 2457-7618

THE EVALUATION OF MEAT AND MEAT PRODUCTS EXPOSURE TO POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN ROMANIAN FOODSTUFFS

EVALUAREA EXPUNERII CĂRNII ȘI PRODUSELOR DIN CARNE LA HIDROCARBURI POLICICLICE AROMATICE ÎN PRODUSE ALIMENTARE DIN ROMÂNIA

G. PUCHIANU[1)*], V. NECULA[1)], D.V. ENACHE[1)], V. PĂDUREANU[1)]

ABSTRACT | REZUMAT

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are organic compounds with a pronounced carcinogenic potential. The formation of PAH in food depends on the thermal processing methods, correlated with the chemical composition of the product, its packaging, and the structure of the coating surface. Suitable markers of the foodstuffs contamination with the potentially carcinogenic PAHs are benzo(a)pyrene and the sum of the four polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH4): benzo(a)pyrene ($C_{20}H_{12}$), benzo(a)anthracene ($C_{18}H_{12}$), benzo(b)fluoranthene ($C_{20}H_{12}$) and chrysene ($C_{18}H_{12}$). In this survey, 206 samples of meat and smoked meat products were analyzed in order to investigate the levels of the benzo(a)pyrene and PAH4. The High Performance Liquid Chromatography (HPLC) method was used for the qualitative analysis of foodstuff samples. The values obtained were between undetectable and 3.00±1.2 µg/kg for benzo(a)pyrene, and between undetectable and 18.01±7.48 µg/kg for the PAH4.

The highest values of the potentially carcinogenic PAHs were obtained in samples of smoked pastrami, smoked pork breast and smoked sausages for benzo(a)pyrene and in samples of smoked ham, smoked pastrami and smoked pork muscles for PAH4.

Keywords: PAHs, benzo(a)pyrene, benzo(a)anthracene, benzo(b)fluoranthene, chrysene

Hidrocarburile aromatice policiclice (HAP) sunt compuși organici cu potențial carcinogen pronunțat. Formarea HAP în alimente depinde de modalitățile de prelucrare termică, corelate și cu compoziția chimică a produsului, modul în care se ambalează și structura învelișului. Markeri adecvați pentru evaluarea contaminării produselor alimentare cu HAPi potențial carcinogene sunt benzo(a)pirenului și suma celor patru hidrocarburi aromatice policiclice (HAP4): benzo(a)piren ($C_{20}H_{12}$), benzo(a)antracen ($C_{18}H_{12}$), benzo(b)fluoranten ($C_{20}H_{12}$) și crisen ($C_{18}H_{12}$). În acest studiu au fost analizate 206 probe carne și produse din carne afumate pentru determinarea nivelelor de benzo(a)piren și PAH4. Pentru analiza calitativă a probelor de produse alimentare a fost utilizată cromatografia lichidă de înaltă performanță (HPLC). Valorile obținute au fost cuprinse între nedetectabil și 3,00±1,2 µg/kg pentru benzo(a)piren și între nedetectabil și 18,01±7,48 pentru HAP4.

Cele mai mari valori ale HAP potențial carcinogene au fost obținute în probele de pastramă afumată, piept de porc afumat și cârnați afumați pentru benzo(a)piren și în probele de șuncă afumată, pastramă afumată și mușchi afumat pentru HAP4.

Cuvinte cheie: HAP, benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, crisen

Aromatic Polycyclic Hydrocarbons (PAHs) are a class of organic compounds containing two or more combined (condensed) aromatic nuclei. They include a number of carcinogenic and genotoxic substances, of which the most important are benzo(a)pyrene, benzo(a)anthracene, benzo(b)fluoranthene, benzo(i)pyrenelene, chrysene, cyclopenta(c,d)pyrene, dibenzo(a,h)anthracene, dibenzo(a,e)pyrene, dibenzo(a,h)pyrene, dibenzo(a,l)pyrene, indeno(1,2,3-cd)pyrene and 5-methylcrisene (17).

1) Transilvania University of Brașov, Faculty of Food and Tourism, Brașov, Romania
*) Corresponding author: gpuchianu@yahoo.com

PAHs have a pronounced carcinogenic potential, which has been described over the last 200 years. In 1775, for the first time, the English physicist Percival Pott highlighted a correlation between the incidence of scrotum cancer at chimney sweepers and continuous contact with PAH-rich ash (3).

The formation of PAHs in food depends on the thermal processing methods, correlated with the chemical composition of the product, the way it is packaged and the structure of the coating. In this regard, it should be noted that most food preparation processes are performed at temperatures between 370°C and 390°C but also at temperatures higher than 400-600°C (e.g., fat frying). At temperatures between

206
probe analizate

0–3,00
µg/kg benzo(a)piren

0–18,01
µg/kg HAP4

Produsele cu valorile cele mai ridicate

- benzo(a)piren: pastramă afumată, piept de porc afumat, cârnați afumați
- HAP4: șuncă afumată, pastramă afumată, mușchi afumat
- metodă analitică: HPLC

Implicație: procesele de afumare pot conduce la niveluri ridicate de contaminare și necesită control de laborator.

Puchianu et al., Rev Rom Med Vet 2018, 28(4), 39–45.

Hidrocarburi aromatice policiclice (HAP)

- Studiu privind expunerea cărnii și produselor afumate la benzo(a)piren și fracțiunea PAH4.
- Eșantionare în 25 de județe și municipiul București.
- Determinarea concentrațiilor prin cromatografie lichidă de înaltă performanță (HPLC).

HPLC

Analiza contaminanților în produse afumate

HAP • cum se formează contaminanții în produsele afumate

Combustie / piroliză

lemn și grăsime

→

Fum

transportă HAP

→

Depunere

pe suprafața cărnii

→

Acumulare

depinde de proces

→

Control

analiză HPLC

Factorii procesului

Temperatura și durata afumării
- natura combustibilului
- distanța față de flacără
- conținutul de grăsime.

Lemnul de esență tare generează fum mai sărac în HAP decât lemnul rășinos.

Markerii utilizați

Benzo(a)piren + HAP4:
benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten și crisen.

Repere de admisibilitate

Lucrarea citează 2,0 µg/kg pentru benzo(a)piren și 12,0 µg/kg pentru suma HAP4 în carne și produse din carne afumate.

Contaminarea cu HAP este o consecință a procesului: reducerea riscului începe prin proiectarea și controlul afumării.

Schema evaluării contaminanților HAP

01

Prelevare

Produse din carne afumată

02

Pregătire

Extracție și purificare

03

Analiză HPLC

Benzo(a)piren și PAH4

04

Comparație

Concentrații vs. limite

05

Control

Măsuri corective

Obiectivul final: prevenirea expunerii consumatorului la contaminanți genotoxici.

Rezultate semnificative: benzo(a)piren și PAH4

3,00

µg/kg benzo(a)piren • valoarea maximă raportată

18,01

µg/kg PAH4 • valoarea maximă raportată

Valorile se raportează la limitele menționate în studiul original: 2,0 µg/kg și respectiv 12,0 µg/kg.

Concluzie: monitorizarea tehnologiilor de afumare și a produselor neconforme este esențială.

De la analiza contaminanților la siguranța produsului

- Condițiile de afumare și caracteristicile materiei prime pot influența formarea HAP.
- Metoda HPLC oferă o bază cantitativă pentru identificarea produselor neconforme.
- Rezultatele trebuie integrate în prevenție, monitorizare și măsuri corective în unitățile de procesare.

Siguranța alimentară cere controlul procesului, nu doar analiza produsului finit.

• Tehnici de gătire și profilul preparatelor din pește



applied sciences

MDPI

Article

The Influence of Different Cooking Techniques on the Biochemical, Microbiological, and Sensorial Profile of Fish-Based Catering Products

Adrian Măzărel [1], Raluca-Ștefania Rădoi-Encea [2,*], Vasile Pădureanu [1,*], Alina Maier [1] and Florentina Matei [1,2]

[1] Faculty of Food Industry and Tourism, Transilvania University of Brașov, 148 Castelului St., 500014 Brașov, Romania; mazarel.adrian@unitbv.ro (A.M.); alina.maier@unitbv.ro (A.M.); florentina.matei@unitbv.ro (F.M.)
[2] Faculty of Biotechnologies, University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine Bucharest, 59 Mărăști Blvd., District 1, 011464 Bucharest, Romania
* Correspondence: encea.raluca@gmail.com (R.-Ș.R.-E.); padu@unitbv.ro (V.P.)

Abstract: The present study aims to characterize five fish-based catering dishes, cooked by sous vide, by convection and microwaves in terms of their biochemical content, microbial load, and sensory analysis. The product cooked by using convection had the highest levels of MUFAs, PUFAs, and SFAs and the lowest levels of vitamin PP, riboflavin, and niacin. The sous vide maintained the highest levels of retinol, tocopherol, riboflavin, and niacin. Microwaves triggered the greatest decrease in vitamin content. All microbiological indicators exhibited levels below the acceptable limits, except for the level of fungi in the sous vide cooked product. Shelf life was estimated at 5 days for the product cooked by convection and immediately refrigerated and at 50 days for the product cooked by convection and immediately frozen. The most appreciated product from the sensory standpoint, which falls under fine dining, was the one cooked by convection and served immediately. The sous vide dish, the microwaved dish, and those refrigerated/frozen after cooking were undervalued.

Keywords: catering dishes; cook–chill; cook–freeze; cook-serve; sous vide

check for updates

Academic Editor: Malgorzata Ziarno

Received: 13 March 2025
Revised: 14 April 2025
Accepted: 15 April 2025
Published: 17 April 2025

Citation: Măzărel, A.; Rădoi-Encea, R.-Ș.; Pădureanu, V.; Maier, A.; Matei, F. The Influence of Different Cooking Techniques on the Biochemical, Microbiological, and Sensorial Profile of Fish-Based Catering Products. *Appl. Sci.* **2025**, *15*, 4417. https://doi.org/10.3390/app15084417

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Introduction

Nutrition is a vital issue for the sustainability of humankind. In the context of recent social and economic changes, in the aftermath of the SARS-CoV-2 pandemic, food service providers, including bars and restaurants, have diversified and intensified their catering services and widened the range of quality products that meet the needs of consumers [1–3].

Traditionally, in the hospitality industry, especially in fine dining, the taste and aesthetic criteria, such as the outer and inner aspects of the final product or the color harmony and intensity obtained using specific techniques or plating styles, have been taking precedence over other quality indicators [1]. Among other factors such as price, accessibility, or safety issues, the catering consumers' choice for such a service also depends on the type of dishes and their variety. From vegetables to meat and fish, there are so many kinds of foods with different nutritional value; nevertheless, meat and meat products play a key role in a well-balanced diet.

The nutritional quality of food supplied by the catering industry is of particular interest, as these foods may account for a significant proportion of daily food intake and even the total intake of the population [4]. Three main parameters influence the nutritional quality of food preparation: the choice of raw materials, the recipe and composition of a

5 variante tehnologice

- sous vide • cook–serve
- convecție • cook–serve
- microunde • cook–serve
- convecție • cook–chill
- convecție • cook–freeze

Rezultatele sintetice

- sous vide a păstrat cel mai bine retinolul, tocoferolul, riboflavina și niacina;
- microundele au produs cea mai mare scădere a conținutului de vitamine;
- indicatorii microbiologici au fost sub limitele acceptabile, cu excepția fungilor la varianta sous vide;
- cea mai apreciată senzorial: convecție, servire imediată.

Măzărel et al., Applied Sciences 2025, 15, 4417 • doi:10.3390/app15084417

Calitatea produselor culinare din pește

- Compararea tehnicilor de gătire utilizate în produse de catering și fine dining.
- Evaluare biochimică, nutrițională, microbiologică și senzorială.
- Monitorizarea sistemelor cook–serve, cook–chill și cook–freeze.

5

sisteme tehnologice de gătire comparate

Cinci sisteme tehnologice de gătire

01	02	03	04	05
A1	A2	A3	A4	A5
Sous vide • cook–serve	Convecție • cook–serve	Microunde • cook–serve	Convecție • cook–chill	Convecție • cook–freeze

Varianta fără tratament termic (A0) a fost analizată ca probă martor.

Calitatea nutritivă și pierderile la gătire

PIERDERI CANTITATIVE

- Sous vide (A1): 14,25 ± 1,57%; metodele cu convecție și microunde au generat pierderi de aproximativ 30%.

VITAMINE

- Retenția vitaminei PP a fost de 61,49% pentru sous vide, comparativ cu 40,74% la microunde și 39,21% la convecție.

INTERPRETARE

- Alegerea tehnologiei trebuie să echilibreze randamentul, retenția nutrienților și calitatea senzorială.

Preparat din pește • design experimental complet

Sous vide • A1

55°C • 40 min
vid + cook–serve

Convecție • A2

170°C • 25 min
cook–serve

Microunde • A3

567 W • 15 min
cook–serve

Cook–chill • A4

Convecție 180°C / 25 min → răcire controlată la 20°C, apoi 4°C.
Monitorizare microbiologică zilnică pe 5 zile.

Cook–freeze • A5

Convecție 180°C / 25 min → răcire la 20°C și 4°C → congelare la −18°C.
Monitorizare până la 50 zile.

Evaluarea a integrat randamentul, macronutrienții, vitaminele, microbiologia și analiza senzorială – nu un singur criteriu.

Catering • compromis între nutriție, siguranță, termen și acceptabilitate

5 zile
shelf life estimat pentru convecție • cook–chill

50 zile
shelf life estimat pentru convecție • cook–freeze

14,25%
pierdere la gătire – sous vide

≈31%
pierdere la gătire – convecție cook–serve

Decizia tehnologică nu are un singur criteriu



→ Contribuția studiului: evaluare integrată, relevantă pentru proiectarea sistemelor cook–serve / cook–chill / cook–freeze.

Applied Sciences 2025: shelf life din abstract; pierderi la gătire din secțiunea de rezultate.

Preparat din pește • compromisurile dintre calitate și logistică

14,25%
Pierdere la gătire
sous vide • cea mai mică

71,67%
Retenție riboflavină
sous vide

62,24%
Retenție retinol
sous vide

8,41
Scor senzorial
convecție • cook–serve

Nutriție și acceptabilitate

Sous vide a protejat cel mai bine mai multe vitamine și a redus pierderile de masă. Totuși, convecția cu servire imediată a fost cea mai apreciată senzorial.

Logistică și siguranță

Shelf life estimat: 5 zile pentru cook–chill la 4°C și 50 zile pentru cook–freeze la −18°C. Alegerea tehnologiei depinde de serviciu, distribuție și criteriul dominant.

Nu există o tehnică „cea mai bună” universal: decizia este un compromis între nutrienți, senzorial, randament, siguranță și termen de păstrare.

Sinteză • contribuții integrate de-a lungul lanțului alimentar

Materie primă	Procesare	Control	Calitate	Siguranță
struguri • afine • carne • pește	HPU • pasteurizare • afumare • gătire	RSM • HPLC • metode ISO • diagnostic rapid	bioactivi • culoare • vitamine • senzorial	microorganisme • HAP • shelf life

Elementul comun este abordarea inginerească: definirea parametrilor de proces → măsurarea răspunsului → validare statistică → recomandare tehnologică.

Concluzii

1. **HPU este o tehnologie cu potențial real**

   Poate intensifica extracția compușilor bioactivi, îmbunătăți culoarea și activitatea antioxidantă și reduce încărcătura microbiană, dar efectele sunt dependente de parametri.

2. **Optimizarea este esențială**

   Amplitudinea, timpul și durata macerării trebuie tratate împreună; RSM și analiza multivariată permit stabilirea unor ferestre tehnologice utile.

3. **Siguranța alimentară rămâne o axă complementară**

   Metodele rapide pot susține controlul de rutină, iar monitorizarea contaminanților chimici și microbiologici este indispensabilă.

4. **Abordarea este orientată spre aplicabilitate**

   De la vinificație și oțet la catering, studiile leagă parametrii procesului de calitate, siguranță, randament și acceptabilitate.

Direcția comună: tehnologii alimentare mai eficiente, controlabile și orientate spre calitate și siguranță.

Direcții viitoare în cariera academică

DIDACTIC

Actualizarea cursurilor, materiale digitale, metode moderne de predare.

CERCETARE

Biomasă proteică din drojdii, oțeturi Kombucha, HPU și vinuri din fructe.

TINERI CERCETĂTORI

Integrarea studenților și doctoranzilor în proiecte și publicații.

INTERNAȚIONALIZARE

Colaborări, proiecte și publicații cu parteneri academici și industriali.

CONCLUZIE

Inovație tehnologică.
Calitate demonstrată.
Cercetare cu aplicabilitate.

Vă mulțumesc pentru atenție!