



Universitatea
Transilvania
din Braşov

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea de Inginerie Tehnologică și Management Industrial

Ing. Alina MĂRGEAN (MAIER)

Contribuții asupra tehnologiei și managementului de fabricație a vinurilor roșii utilizând tratamentul cu ultrasunete

Contributions on red wine technology and management using ultrasound treatment

REZUMAT / ABSTRACT

Conducători științifici

Prof.dr.ing. Gavrilă CALEFARIU

Prof.dr.ing. Mariana-Atena POIANĂ

BRAȘOV, 2021

D-lui (D-nei)

COMPONENȚA

Comisiei de doctorat

Numită prin ordinul Rectorului Universității Transilvania din Brașov

Nr. 11167 din 09.04.2021

PREȘEDINTE: Prof. dr. ing. OANCEA Gheorghe
Decan Facultatea de Inginerie Tehnologică și Management Industrial
Universitatea Transilvania din Brașov

CONDUCĂTORI ȘTIINȚIFICI: Prof.dr.ing. CALEFARIU Gavrilă
Universitatea Transilvania din Brașov
Prof.dr.ing. POIANĂ Mariana–Atena
Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului „Regele Mihai I al României” din Timișoara

REFERENȚI: Prof.dr.ing. ALEXA Ersilia Călina
Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului „Regele Mihai I al României” din Timișoara
Conf.dr.ing. BEGEA Mihaela
Universitatea Politehnică din București
Prof.dr.ing. PĂDUREANU Vasile
Universitatea Transilvania din Brașov

Data, ora și locul susținerii publice a tezei de doctorat:

Data 20.05.2021, ora 10, online, în sistem video-conferință.

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vă rugăm să le transmiteți în timp util, pe adresa: alina.maier@unitbv.ro

Totodată vă invităm să luați parte la ședința publică de susținere a tezei de doctorat.

Vă mulțumim.

CUPRINS

	Pg. teză	Pg. rezumat
MULȚUMIRI	10	9
LISTA DE TABELE	11	-
LISTA DE FIGURI	13	-
LISTA DE ABREVIERI	18	-
INTRODUCERE	19	10
CAPITOLUL 1. ABORDĂRI ACTUALE ÎN DOMENIUL TEHNOLOGIEI ȘI MANAGEMENTULUI DE FABRICAȚIE A VINURILOR ROȘII	22	10
1.1. Conjunctura viti-vinicolă mondială	23	10
1.2. Sisteme convenționale utilizate în cadrul procesului de fabricație a vinurilor roșii	25	10
1.3. Compușii chimici de natură fenolică din vinuri	32	11
1.3.1. Compuși fenolici prezenți în struguri și vinuri: clasificare, structură.	32	-
1.3.2. Influența compușilor fenolici asupra stabilității culorii vinurilor roșii	34	-
1.3.4. Beneficiile compușilor fenolici din vinuri asupra sănătății	38	-
1.4. Metode uzuale de extracție și noi tehnologii utilizate pentru intensificarea extracției compușilor fenolici în timpul procesului de fabricație a vinurilor roșii	42	11
1.4.1. Metode uzuale de extracție	43	-
1.4.2. Tehnologii emergente aplicate în tehnologia de fabricație a vinurilor roșii. Ultrasunetele.	44	-
1.4.2.1. Principiile și mecanismul ultrasunetelor	45	-
1.4.2.2. Ultrasunetele de joasă frecvență	47	-
1.4.2.3. Ultrasunetele de înaltă frecvență	47	-
1.5. Managementul calității în vinificație	48	13
1.5.1. Managementul calității totale - semnificație și concepte	49	-
1.5.2. Standarde de management al calității	52	-
1.5.2.1. Integrarea sistemelor de management	53	-
1.5.2.2. Importanța riscului în managementul calității	54	-
1.5.2.3. Integrarea riscului în sistemele de management al calității	55	-
1.5.2.4. Motive pentru a lua în considerare managementul riscului	57	-
1.5.2.5. Utilizarea tehnicilor de apreciere a riscurilor	59	-
1.5.3. Abordări actuale ale Sistemelor de Management pentru industria alimentară și a băuturilor	62	-
1.5.4. Managementul siguranței alimentare în industria băuturilor – concepte și abordare	63	-
1.5.4.1. Calitatea și siguranța alimentelor	64	-
1.5.4.2. Abordarea reglementărilor în domeniul managementului siguranței alimentare	66	-
1.5.4.3. Sistemul de Management al Siguranței Alimentelor	67	-
1.5.4.4. Controlul pericolelor	70	-
1.6. Concluzii preliminare asupra stadiului actual al realizărilor în domeniul tehnologiilor și managementului de fabricație a vinurilor roșii	74	-
CAPITOLUL 2. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT	78	13
	81	14

CAPITOLUL 3. ASPECTE GENERALE PRIVIND UTILIZAREA ULTRASUNETELOR ÎN TEHNOLOGIA DE FABRICAȚIE A VINURILOR ROȘII	81	14
3.1. Sisteme ultrasonice pentru extracție	82	-
3.1.1. Sisteme de baie cu ultrasunete	83	-
3.1.2. Sisteme cu amplificatoare acustice		
3.2. Utilizarea ultrasunetelor în industria alimentară	84	14
3.2.1. Inactivarea microorganismelor cu ajutorul ultrasunetelor	85	-
3.2.2. Utilizarea ultrasunetelor de înaltă frecvență în fermentație	86	-
3.3. Efectele tratamentului cu ultrasunete asupra polifenolilor și bioactivității lor	88	14
3.3.1. Corelația dintre frecvența și puterea ultrasunetelor	88	-
3.3.2. Efectele parametrilor micro-mediului de ultrasonare	88	-
3.3.3. Efectele temperaturii de extracție	89	-
3.3.4. Efectele puterii și frecvenței ultrasunetelor	89	-
3.3.5. Efectele solventului de extracție	90	-
3.4. Utilizarea ultrasunetelor în vinificație	91	14
3.4.1. Utilizarea ultrasunetelor pentru creșterea gradului de extracție a compușilor fenolici și reducerea duratei de macerare	92	-
3.4.2. Efectele ultrasunetelor asupra microorganismelor în timpul vinificației	95	-
3.4.3. Utilizarea ultrasunetelor ca tehnologie emergentă pentru accelerarea procesului de învechire a vinurilor roșii	98	-
3.5. Dezvoltarea și extinderea procesului de ultrasonare de la nivel de laborator la nivel industrial	102	15
3.5.1. Dezvoltarea și extinderea procesului	105	-
3.5.1.1. Parametrii procesului	105	-
3.5.1.2. Extinderea procesului	106	-
3.5.1.3. Extinderea la scară a procesului	107	-
3.5.2. Etapele implementării procesului	107	-
3.5.2.1. Realizarea studiului de fezabilitate	108	-
3.5.2.2. Optimizarea procesului	108	-
3.5.2.3. Extinderea la scară a procesului	109	-
3.6. Concluzii preliminare asupra caracterizării efectelor și problemelor generate de aplicarea tratamentului cu ultrasunete în timpul vinificației în roșu	110	-
CAPITOLUL 4. STUDII ȘI CERCETĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA APLICĂRII TRATAMENTULUI CU ULTRASUNETE ÎN TIMPUL PROCESULUI DE VINIFICAȚIE ÎN ROȘU ÎN CONDIȚII DE LABORATOR	113	16
4.1. Materii prime, aparate și metode de analiză	113	16
4.1.1. Materia primă - strugurii	114	-
4.1.2. Echipament cu ultrasunete	115	-
4.1.3. Determinări analitice	116	-
4.1.3.1. Determinarea conținutului total de polifenoli cu reactivul Folin-Ciocalteu	116	-
4.1.3.2. Determinarea antocianilor monomerici totali prin metoda pH-ului diferențial	118	-
4.1.3.3. Determinarea activității antioxidante	119	-
4.1.3.4. Determinarea caracteristicilor cromatice	120	-

4.1.4. Determinări fizico-chimice	120	-
4.1.5. Analiza statistică a datelor	121	-
4.2. Cercetări asupra elaborării unui model care să descrie modificarea caracteristicilor vinurilor roșii consecutiv ultrasonării	122	16
4.2.1. Utilizarea metodologiei proiectării experimentale în procesele industriale	122	-
4.2.2. Proiectarea experimentelor aplicate proceselor industriale	123	-
4.2.3. Abordări pentru experimentare	124	-
4.2.4. Metodologia suprafeței de răspuns	126	-
4.3. Proiectarea modelului experimental pentru creșterea gradului de extracție a compușilor biologic activi în mustul de struguri	127	16
4.3.1. Proiectarea, testarea și analiza modelului experimental	127	-
4.3.2. Optimizarea modelului experimental pentru creșterea gradului de extracție a compușilor biologic activi în mustul de struguri	133	-
4.4. Testarea la nivel de laborator a modelului experimental	135	16
4.5. Rezultatele cercetării. Discuții și interpretări asupra testării modelului experimental pentru creșterea gradului de extracție a compușilor biologic activi în mustul de struguri și a reducerii duratei de macerare-fermentare pe boștină	137	17
4.5.1. Influența tratamentului cu ultrasunete asupra compușilor bioactivi	137	-
4.5.2. Influența tratamentului cu ultrasunete asupra duratei de macerare-fermentare pe boștină	143	-
4.5.3. Optimizarea modelului experimental pentru creșterea gradului de extracție a compușilor biologic activi în mustul de struguri și a reducerii duratei de macerare-fermentare pe boștină	151	-
4.6. Influența tratamentului cu ultrasunete asupra parametrilor de calitate ai vinului	152	17
4.6.1. Probele și condițiile de tratament	152	-
4.6.2. Rezultate și discuții	153	-
4.6.3. Gruparea vinurilor obținute în funcție de parametrii tratamentului cu ultrasunete	160	-
4.7. Concluzii asupra influenței tratamentului cu ultrasunete aplicat ca pre-tratament strugurilor zdrobiți	163	-
CAPITOLUL 5. IMPLEMENTAREA SISTEMULUI DE MANAGEMENT AL SIGURANȚEI ALIMENTARE ÎN CONDIȚIILE UTILIZĂRII TRATAMENTULUI CU ULTRASUNETE CA ETAPĂ DE PROCES ÎN TEHNOLOGIA OBȚINERII VINURILOR ROȘII	168	17
5.1. Abordări curente ale practicilor oenologice	168	17
5.2. Stabilirea Programelor Preliminarii Operaționale (Bune Practici de Fabricație -BPF și Bune Practici de Igienă- BPI) în crama de vinificație	170	18
5.3. Implementarea planului HACCP în sistemul de management al siguranței alimentare pentru obținerea de vinuri, utilizând operația de tratament cu ultrasunete	176	18
5.4. Aspecte economico-financiare	189	18
5.5. Concluzii asupra implementării procesului de ultrasonare în vinificație	193	-
	194	18
6. CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. PERSPECTIVE VIITOARE ALE CERCETĂRII.		
BIBLIOGRAFIE	198	20
ANEXE	211	-

Anexa 1, Limitele maxime ale conținutului de anhidridă sulfuroasă în vinuri (Guvernul României, 2016)	211	-
Anexa 2, Practici și tratamente oenologice autorizate și limitele maxime permise (Guvernul României, 2016)	212	-
Anexa 3, Rezumat	214	26
LISTA PUBLICAȚIILOR	215	27

CONTENT

	Pg. thesis	Pg. abstract
ACKNOWLEDGMENT.....	10	9
LIST OF TABLES.....	11	-
LIST OF FIGURES.....	13	-
LIST OF ABBREVIATIONS.....	18	-
INTRODUCTION	19	10
CHAPTER 1. CURRENT APPROACHES TO RED WINE TECHNOLOGY AND MANAGEMENT MANAGEMENT	22	10
1.1. The world wine-growing situation	23	10
1.2. Conventional systems use in the process of making red wines	25	10
1.3. Chemical compounds of a phenolic nature in wines	32	11
1.3.1. Phenolic compounds present in grapes and wines: classification, structure.	32	-
1.3.2. The influence of phenolic compounds on the color stability of red wines.....	34	-
1.3.4. Health benefits of phenolic compounds in wines	38	-
1.4. Common extraction methods and new technologies used to intensify the extraction of phenolic compounds during the red wine manufacturing process	42	11
1.4.1. Common extraction methods	43	-
1.4.2. Emerging technologies applied in red wine manufacturing technology. Ultrasound.	44	-
1.4.2.1. Principles and mechanism of ultrasound	45	-
1.4.2.2. Low frequency ultrasound	47	-
1.4.2.3. High frequency ultrasound	47	-
1.5. Quality management in winemaking	48	13
1.5.1. Total quality management - meaning and concepts	49	-
1.5.2. Quality management standards	52	-
1.5.2.1. Integration of management systems	53	-
1.5.2.2. Importance of risk in quality management	54	-
1.5.2.3. Integrating risk into quality management systems	55	-
1.5.2.4. Reasons to consider risk management	57	-
1.5.2.5. Use of risk assessment techniques	59	-
1.5.3. Current Approaches to Food and Beverage Management Systems	62	-
1.5.4. Food safety management in the beverage industry - concepts and approach	63	-
1.5.4.1. Food quality and safety	64	-
1.5.4.2. Approaching regulations in the field of food safety management	66	-
1.5.4.3. Food Safety Management System	67	-
1.5.4.4. Hazard control	70	-

1.6. Preliminary conclusions on the current state of progress in the field of technologies and management of red wine production	74	-
CHAPTER 2. PURPOSE AND OBJECTIVES OF THE DOCTORAL THESIS	78	13
CHAPTER 3. GENERAL ASPECTS REGARDING THE USE OF ULTRASOUND IN RED WINE MANUFACTURING TECHNOLOGY	80	14
3.1. Ultrasonic extraction systems	80	14
3.1.1. Ultrasonic bath systems	81	-
3.1.2. Systems with acoustic amplifiers	82	-
3.2. Use of ultrasound in the food industry	83	14
3.2.1. Inactivation of microorganisms by ultrasound	84	-
3.2.2. Use of high frequency ultrasound in fermentation	85	-
3.3. Effects of ultrasound treatment on polyphenols and their bioactivity	87	14
3.3.1. Correlation between ultrasound frequency and power	87	-
3.3.2. Effects of ultrasonic microenvironment parameters	87	-
3.3.3. Effects of extraction temperature	88	-
3.3.4. Effects of ultrasound power and frequency	88	-
3.3.5. Effects of the extraction solvent	89	-
3.4. Use of ultrasound in winemaking	90	14
3.4.1. Use of ultrasound to increase the extraction of phenolic compounds and reduce the duration of maceration	91	-
3.4.2. Effects of ultrasound on microorganisms during vinification	94	-
3.4.3. Use of ultrasound as an emerging technology to accelerate the aging process of red wines	97	-
3.5. Development and extension of the ultrasonic process of the laboratory level at the industrial level	101	15
3.5.1. Development and extension of the process	104	-
3.5.1.1. Process parameters	104	-
3.5.1.2. Extending the process	105	-
3.5.2. Stages of process implementation	106	-
3.5.2.1. Carrying out the feasibility study	106	-
3.5.2.2. Process optimization	107	-
3.5.2.3. Scaling up the process	108	-
3.6. Preliminary conclusions on the characterization of the effects and problems arising from the application of ultrasonic treatment during red vinification	109	-
CHAPTER 4. STUDIES AND EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE APPLICATION OF ULTRASOUND TREATMENT DURING THE RED VINIFICATION PROCESS UNDER LABORATORY CONDITIONS	112	16
4.1. Raw materials, apparatus and methods of analysis	112	16
4.1.1. Raw material - grapes	113	-
4.1.2. Ultrasonic equipment	114	-
4.1.3. Analytical determinations	115	-
4.1.3.1. Determination of the total polyphenol content with Folin-Ciocalteu reagent	115	-
4.1.3.2. Determination of total monomeric anthocyanins by the differential pH method	117	-
4.1.3.3. Determination of antioxidant activity	118	-
4.1.3.4. Determination of chromatic characteristics	119	-
4.1.4. Physico-chemical determinations	119	-
4.1.5. Statistical analysis of data	120	-

4.2. Research on the development of a model to describe the change in the characteristics of red wines following ultrasound	121	16
4.2.1. Using the experimental design methodology in industrial processes	121	-
4.2.2. Design of experiments applied to industrial processes	122	-
4.2.3. Approaches to experimentation	123	-
4.2.4. Response surface methodology	125	-
4.3. Design of the experimental model to increase the extraction of biologically active compounds in grape must	126	16
4.3.1. Design, testing and analysis of the experimental model	126	-
4.3.2. Optimization of the experimental model to increase the extraction of biologically active compounds in grape must	132	-
4.4. Laboratory testing of the experimental model	134	16
4.5. Research results. Discussions and interpretations on the testing of the experimental model to increase the degree of extraction of biologically active compounds in grape must and to reduce the duration of maceration-fermentation on the stem	136	17
4.5.1. Influence of ultrasound treatment on bioactive compounds	136	-
4.5.2. The influence of ultrasound treatment on the duration of maceration-fermentation on the skewer ..	142	-
4.5.3. Optimization of the experimental model to increase the extraction of biologically active compounds in grape must and reduce the duration of maceration-fermentation per grape	150	-
4.6. The influence of ultrasound treatment on wine quality parameters	151	17
4.6.1. Samples and treatment conditions	151	-
4.6.2. Results and discussions	152	-
4.6.3. Grouping of wines obtained according to the parameters of ultrasound treatment	159	-
4.7. Conclusions on the influence of ultrasonic treatment applied as a pre-treatment to crushed grapes...	162	-
CHAPTER 5. IMPLEMENTATION OF THE FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM UNDER THE USE OF ULTRASOUND TREATMENT AS A PROCESS STEP IN RED WINE TECHNOLOGY	167	17
5.1. Current approaches to oenological practices	167	17
5.2. Establishment of Preliminary Operational Programs (Good Manufacturing Practices - GMP and Good Hygiene Practices - BPI) in the winery	169	18
5.3. Implementation of the HACCP plan in the food safety management system for obtaining wines, using the ultrasonic treatment operation	175	18
5.4. Economic and financial aspects.....	188	18
5.5. Conclusions on the implementation of the ultrasonic process in vinification	190	-
6. FINAL CONCLUSIONS. ORIGINAL CONTRIBUTIONS. FUTURE RESEARCH OUTLOOK.....	191	18
BIBLIOGRAPHY	196	20
ANNEXES	210	-
Annex 1, Maximum limits of sulfur dioxide content in wines (Government of Romania, 2016)	210	-
Annex 2, Authorized oenological practices and treatments and maximum permitted limits (Government of Romania, 2016)	211	-
Annex 3, Summary	214	26
LIST OF PUBLICATIONS	215	27

MULȚUMIRI

Motto:

"Ciorchine, ciorchine – te-ai stors și ai fiert – abia acum ești bun și cineva se bucură de tine..."

(Părintele Gheorghe Colțea, 2016)

Odată cu finalizarea și susținerea publică a acestei lucrări țin să mulțumesc din suflet și cu deosebit respect domnului Prof.univ.dr.ing. CALEFARIU Gavrilă și doamnei Prof. univ. dr. ing. POIANĂ Mariana-Atena, conducătorii științifici ai tezei de doctorat, care au fost mereu alături de mine și fără de care această cercetare și lucrare științifică nu ar fi fost realizată.

Pentru disponibilitatea și timpul alocat recenzării tezei de doctorat, pentru aprecierile făcute și pentru efortul depus la susținerea publică a tezei, mulțumiri și recunoștință se cuvin membrilor comisiei de susținere publică.

Pe parcursul studiilor doctorale, activitatea desfășurată în diferite etape a fost îndrumată și urmărită de membrii unei comisii formată din Prof. dr.ing. PĂDUREANU Vasile, Conf.dr.ing. CANJA Cristina-Maria și Conf.univ.dr.chim. BĂDĂRĂU Carmen Liliana cărora le mulțumesc pentru recomandările și sprijinul constant acordat pentru elaborarea tezei. De asemenea, mulțumesc Conf.dr.ing.LUPU Mirabela care m-a sprijinit și încurajat în mod permanent pe parcursul studiilor doctorale.

Țin să mulțumesc în mod deosebit celui care a fost Conf.dr.med Gheorhe PUCHIANU, plecat prea devreme dintre noi, care mi-a oferit sfaturi neprețuite în domeniul microbiologiei vinului și controlului fermentației.

Pentru realizarea determinărilor analitice, atât cele incluse în teză cât și cercetările preliminare, țin să mulțumesc cadrelor didactice din cadrul Platformei de cercetare interdisciplinară, USAMVS, Timișoara și Centrului de Cercetări Oenologice din cadrul Facultății de Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova pentru disponibilitate și deschidere în realizarea de cercetări experimentale extinse și de anvergură.

Pentru pregătirea probelor și cercetările experimentale descrise în cadrul tezei de doctorat am beneficiat de sprijinul colegilor de la Facultatea de Alimentație și Turism cu care am interacționat și colaborat foarte bine.

Tuturor cadrelor didactice antemenționate le mulțumesc pentru că am avut ocazia să împărtășim permanent idei și mai ales mă bucur că am avut ocazia să participăm împreună la diferite evenimente științifice din țară și străinătate.

Nu în ultimul rând, mulțumesc Bunului Dumnezeu fără de care nimic nu este posibil, familiei mele și prietenilor, pentru sprijinul imens acordat pe parcursul anilor în care a fost elaborată această teză.

În paralel cu studiile doctorale, mărturisesc că una dintre cele mai importante realizări personale este aceea că m-am îndrăgostit iremediabil de vinurile roșii. De aceea, cercetările mele în acest domeniu atât de complex nu se vor opri odată cu finalizarea tezei.

INTRODUCERE

Numeroasele cercetări în domeniul industriei alimentare confirmă faptul că aceasta este în prezent interesată de o varietate de tehnologii emergente care pot conduce la produse economice și de calitate. Studiile realizate au demonstrat avantajele noilor tehnologii emergente în domeniul oenologic, fie prin intensificarea extracției compușilor în timpul macerării mustului, fie prin accelerarea etapei de stabilizare a vinului. Utilizarea tehnologiilor emergente ar putea oferi consumatorilor produse mai bune, cu valoare adăugată în termeni de caracteristici nutriționale sau senzoriale, garantând un profit mai mare pentru industrie prin reducerea duratei procesului și utilizarea rațională a resurselor naturale, a energiei și a materiilor prime.

Teza de doctorat se întinde pe 216 pagini (inclusiv anexele) și conține un capitol introductiv, 4 capitole aferente problematicii de cercetare și un capitol final ce înglobează concluzii, contribuții personale și direcții viitoare de cercetare. Teza cuprinde 87 de figuri, 46 de tabele, 26 de relații matematice, precum și o listă cu 211 titluri bibliografice consultate și citate.

Rezultatele cercetărilor au fost diseminate în 11 articole științifice publicate în reviste și volume ale unor manifestări internaționale din țară și străinătate, astfel: 1 lucrare în revistă indexată ISI Clarivate Analytics (factor de impact 3,267); 1 lucrare în revistă indexată proceeding ISI; 7 articole în reviste indexate BDI; 2 articole publicate la conferințe internaționale. Dintre acestea, la 6 articole sunt prim autor și la 5 articole sunt coautor.

La finalul lucrării este inclusă o listă a referințelor bibliografice, două anexe conținând limitele maxime admise ale conținutului de anhidridă sulfuroasă în vinuri și ale practicilor și tratamentelor oenologice autorizate, precum și lista detaliată a lucrărilor științifice realizate și publicate pe perioada stagiului doctoral, sub apartenența Universității Transilvania din Brașov.

CAPITOLUL 1. ABORDĂRI ACTUALE ÎN DOMENIUL TEHNOLOGIEI ȘI MANAGEMENTULUI DE FABRICAȚIE A VINURILOR ROȘII

1.1. Conjunctura viti-vinicolă mondială

Conform datelor furnizate de Organizația Internațională a Viei și Vinului (OIV), producția mondială de vin în 2019 este estimată 260 mhl, marcând o scădere cu 35 mhl (11,5%) comparativ cu volumul excepțional înregistrat în 2018. După doi ani consecutivi care pot fi definiți ca extrem de schimbători, anul 2019 readuce producția globală de vin la niveluri medii.

1.2. Sisteme convenționale utilizate în cadrul procesului de fabricație a vinurilor roșii

Datorită naturii biologice a strugurilor și a transformării lor microbiene în vin, o mare parte din știința vinului este exprimată în termeni de chimie a vinului. Totuși, se consideră că există trei piloni ai științei vinului, și anume: cultivarea viței de vie, prelucrarea strugurilor și analiza senzorială a vinului. Producția modernă de vin impune vinificatorului să aleagă dintre mai multe opțiuni disponibile pentru fiecare etapă de la recoltat la îmbuteliere. Întrucât caracteristicile strugurilor variază de la o recoltă la alta, vinificatorul trebuie să ia în considerare beneficiile și limitele sau dezavantajele tehnicilor disponibile și să selecteze dintre acestea varianta optimă (Jackson, 2008).

Operația caracteristică procesului de fabricație a vinurilor roșii de a cărei modalitate de realizare depinde în mod substanțial calitatea vinului obținut este macerarea. În timpul acesteia se urmărește extracția cât mai completă a antocianilor din exocarp și, în diferite grade de extracție, a taninurilor din exocarp și semințe, deoarece acești compuși, pe lângă faptul că reprezintă indicatori importanți de calitate, condiționează rezistența la maturare și învechire a vinurilor roșii (Stefano ș.a., 2003).

Macerarea este fundamentală pentru extracția compușilor de culoare și aromă, precum și a taninurilor în vin în timpul fermentației. Este esențial ca procesul de extracție ce are loc în timpul macerării să fie limitat în timp, împiedicând astfel apariția unui gust excesiv de amar și astringent, care de cele mai multe ori nu este foarte apreciat de consumatori.

1.3. Compușii chimici de natură fenolică din vinuri

Compușii fenolici provin din metabolismul secundar al plantelor și au o influență majoră asupra calității vinurilor roșii, influențând atât culoarea cât și gustul și aroma vinului (Jackson, 2008; Kennedy, 2008). Comparativ cu vinurile albe, vinurile roșii prezintă un conținut ridicat de compuși fenolici, respectiv o cantitate de 1000-5870 mg/L de polifenoli. Acești compuși se găsesc în principal în exocarpu și semințele boabelor fiind extrași în timpul procesului de macerare-fermentare (Banc ș.a., 2014; Coombe, 1987; Kennedy, 2008; Palade și Popa, 2018; Tsao, 2010).

1.4. Metode uzuale de extracție și noi tehnologii utilizate pentru intensificarea extracției compușilor fenolici în timpul procesului de fabricație a vinurilor roșii

În general, pentru a obține compuși bioactivi sunt necesari următorii pași: pretratamentul materiei prime, extracția, separarea extractului prin filtrare sau centrifugare și concentrare, și purificare. Toate aceste etape sunt importante, dar extracția este foarte importantă pentru păstrarea proprietăților și calității compușilor bioactivi. De aceea, selectarea unei metode de extracție adecvată este crucială. În acest scop, cele mai folosite metode de extracție sunt cele convenționale cum ar fi: macerația, infuzia, digestia, decoctia, percolarea, fermentația alcoolică, soxhlet sau chiar extracția în contracurent. Toate aceste tehnici convenționale sunt în general simple, iar alegerea extractantului, temperaturii și agitației în unele cazuri sunt considerate că îmbunătățesc transferul de masă. Principalele dezavantaje ale acestor sunt: timpul considerabil de extracție, selectivitate scăzută, posibila descompunere a compușilor termosensibili și un consum mare de energie.

Mai multe tehnologii recente care minimizează unele dintre aceste probleme sunt utilizate în prezent: extracția sub presiune, extracția subcritic și supercritică, extracția asistată de microunde și extracția asistată de ultrasunete (EAU). În ultimii ani, EAU a jucat un rol important în extracția compușilor bioactivi din plante, fructe, alge, fungi atât în laboratoare cât și la nivel industrial. Extracția convențională a produselor naturale în care sunt necesare mai multe ore sau chiar zile poate fi înlocuită cu succes de EAU care implică doar câteva minute sau ore, întrucât ultrasunetele cauzează distrugerea pereților celulari îmbunătățind astfel extracția. În plus, timpii de extracție sunt reduși, și are loc reducerea solvenților și a consumului de energie. Mai mult, EAU permite înlocuirea solvenților organici cu alți solvenți recunoscuți ca fiind siguri (GRAS) cu randamente bune de extracție (Dominguez și Gonzalez Munoz, 2017).

În Tabelul 1.6 este prezentată o imagine de ansamblu asupra stadiului actual al tehnologiilor de fabricație a vinurilor roșii, precum și perspectivele viitoare de cercetare.

Tabelul 1. 1 Tabel sintetic asupra aspectelor rezolvate și nerezolvate până în prezent

Aspecte abordate	Concluzii rezultate din referințele bibliografice	Aspecte nerezolvate	Referințe
Factori cu rol esențial în transformarea strugurilor în vin: managementul viticol calitatea strugurilor	Imposibilitatea stabilirii unei formule de producție datorită variabilității recoltelor	Selectarea unei tehnologii optime	(Imen, 2013; Jackson, 2008; Morata, 2019; Moreno-Arribas și Polo, 2009; Mw,

practicile de vinificație			2011; Stefano ș.a., 2003)
Etapa critică a vinificației în roșu este macerarea - vizează extracția cât mai completă a antocianilor din exocarp și a taninurilor din exocarpul și semințele strugurilor	Extracția substanțelor fenolice este o funcție a duratei de macerare. În timpul macerării și fermentației în roșu, o fracțiune de, aproximativ 20-30% din compușii fenolici este transferată în vin . Acest procent redus se datorează peretelui celular care poate acționa ca o piedică asupra difuziei compușilor polifenolici.	Selectarea unei metode de extracție (cum ar fi extracția asistată de ultrasunete) cu scopul îmbunătățirii caracteristicilor de culoare și a concentrației compușilor fenolici.	(Freitas ș.a., 2017; Lacampagne, 2010; Ribereau-Gayon ș.a., 2006; Stefano ș.a., 2003)
Tehnici uzuale de extracție: macerația, infuzia, digestia, decoctia, percolarea, fermentația alcolică, soxhlet sau chiar extracția în contracurent	Principalele dezavantaje: timpul considerabil de extracție, selectivitate scăzută, posibila descompunere a compușilor termosensibili și un consum mare de energie.	Reducerea timpului de extracție.	(Dominguez și Gonzalez Munoz, 2017; Monagas, Gómez-Cordovés și Bartolomé, 2005; Pinelo, Arnous și Meyer, 2006; Ribereau-Gayon ș.a., 2006; Sacchi, Bisson și Adams, 2005)
Tehnici emergente de extracție: extracția sub presiune, extracția subcritic și supercritică, extracția asistată de microunde și extracția asistată de ultrasunete (EAU), extracția asistată de enzime pectolitice, termovinificarea, macerarea pre-fermentativă la rece și la cald, câmpul electric pulsatoriu	Facilitează separarea solidelor și, în același timp, reduc microorganismele sălbatice. Gestionare mai ușoară a fermentației, precum și punerea în aplicare a noilor biotehnologii, cum ar fi fermentațiile non- <i>Saccharomyces</i> și coinoculările cu drojdii – bacterii	Principiile și mecanismul utilizării ultrasunetelor în vinificație.	(Chemat și Khan, 2010; Clodoveo ș.a., 2016; Cui ș.a., 2011; Jiranek ș.a., 2008; Martin și Sun, 2013; Morata, 2019)
Ultrasunetele de mare putere (HPU): intensități mai mari de 1 W/cm^2 (de obicei în intervalul $10\text{-}1000 \text{ W/cm}^2$) la frecvențe între 18 și 100 kHz	Efecte mecanice capabile să determine creșterea extracției componentelor valoroase nutraceutice în vinul rezultat, să perturbe sau să deterioreze membrana celulară a drojdiilor și a bacteriilor autohtone din mustul de struguri înainte de fermentarea primară sau deteriorarea microorganismelor din vin, cât și să susțină procesul	Cercetări teoretice și experimentale asupra efectelor generate de aplicarea tratamentului cu ultrasunete în timpul vinificației în roșu și optimizarea parametrilor de extracție la scară de laborator.	(Cui ș.a., 2011; Dolatowski, Stadnik și Stasiak, 2007; Dominguez și Gonzalez Munoz, 2017; Jiranek ș.a., 2008; Martin și Sun, 2013; Mason și Lorimer, 2002; Ojha ș.a., 2017)

	de învechire a vinului (Cui et al., 2011; Jiranek et al., 2008; Martin Sun, 2013).		
--	--	--	--

1.5. Managementul calității în vinificație

În industria băuturilor, calitatea - nivel al excelenței - poate fi definită ca fiind produsul care obține recompense și performanțe deosebite. O băutură de calitate este definită ca un produs care întrunește cerințele atât ale consumatorului cât și ale producătorului în termeni de performanță, standarde de calitate, preferințe, excelență, siguranță și sănătate. Standardele includ calitatea fizico-chimică, caracteristici organoleptice, proprietăți senzoriale ridicate, termen de valabilitate îmbunătățit, fără microorganisme patogene (siguranța produsului) și un preț rezonabil.

Managementul calității reprezintă controlul asupra tuturor acestor factori care pot să aibă efecte adverse asupra calității produsului final. Managementul implică obiectivele și planificarea în controlul acestor parametrii fără a deteriora calitatea finală a produsului. Industria băuturilor se bazează pe parametrii de calitate care sunt preferați de consumator, cum ar fi: gustul, textura sau aspectul și siguranța microbiologică, întrucât produsul nu trebuie să conțină nici un risc asupra sănătății.

Principalul obiectiv al managementului calității este să dezvolte cunoaștere și înțelegere, să identifice metode potrivite pentru determinarea, evaluarea și monitorizarea calității produsului (în conformitate cu specificațiile standardelor de calitate internațională) și să pregătească documente și înregistrări. Cel mai bun sistem de management al calității, care se concentrează pe organizarea și aranjarea tuturor activităților și tehnicilor operaționale, procedurilor de fabricare și amplasarea proceselor afectează semnificativ profitabilitatea industrială, garantând de asemenea produse de calitate premium consumatorilor, conform angajamentului. Un sistem de management al calității foarte bun ar trebui să fie un sistem bazat pe teoria *fără defecte*, care poate identifica toate defectele posibile pe parcursul fabricării produsului. Un sistem de calitate reprezintă imaginea realizării operațiilor pentru a preîntâmpina efectiv așteptările clienților (Grumezescu și Holban, 2019).

CAPITOLUL 2. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT

Obiectivul general al tezei de doctorat este: **Identificarea factorilor tehnologici și manageriali utilizabili la aplicarea tratamentului cu ultrasunete asupra strugurilor din soiul Merlot, imediat după desciorchinare și zdrobire, factori care conduc la creșterea gradului de extracție a compușilor biologic activi și a reducerii timpilor de procesare.**

Teza de doctorat își propune următoarele obiective operaționale:

0.1. Analiza stadiului actual al realizărilor în domeniul tehnologiilor și managementului de fabricație a vinurilor roșii

0.2. Caracterizarea efectelor și identificarea problemelor generate de utilizarea tratamentului cu ultrasunete în timpul vinificației în roșu

0.3. Investigarea și îmbunătățirea rezultatelor obținute în urma aplicării tratamentului cu ultrasunete la scară de laborator, ca adjuvant în procesele de extracție a compușilor biologic activi din exocarpu boabelor de stuguri și influența acestuia asupra calității vinului

0.4. Identificarea și precizarea aspectelor tehnice și manageriale generate de implementarea tratamentului cu ultrasunete la nivelul unei crame de vinificație

CAPITOLUL 3. ASPECTE GENERALE PRIVIND UTILIZAREA ULTRASUNETELOR ÎN TEHNOLOGIA DE FABRICAȚIE A VINURILOR ROȘII

3.1. Sisteme ultrasonice pentru extracție

Sistemele cel mai frecvent folosite în laboratoare sunt fie un sistem de baie cu ultrasunete, fie un amplificator acustic ce funcționează la diferite frecvențe. Avantajul unui sistem de baie cu ultrasunete este că transductoarele nu intră în contact direct cu eșantionul, însă dezavantajul constă în pierderi semnificative de energie acustică (Dominguez și Gonzalez Munoz, 2017).

3.2. Utilizarea ultrasunetelor în industria alimentară

Există numeroase motive pentru interesul actual în utilizarea tehnologiei ultrasunetelor. Industria alimentară devine din ce în ce mai conștientă de importanța dezvoltării de noi tehnici analitice pentru studierea materialelor alimentare complexe și pentru a monitoriza proprietățile alimentelor în timpul procesării, iar tehnicile bazate pe ultrasunete sunt ideale pentru ambele aplicații. Instrumentele bazate pe ultrasunete pot fi pe deplin automatizate, iar efectuarea măsurătorilor este rapidă și precisă. Ultrasunetele sunt nedistructive și non-invazive, pot fi ușor adaptate pentru aplicații on-line și utilizate pentru analiza sistemelor care sunt optic opace.

În ultimii ani, tehnologii alimentare și-au îndreptat atenția asupra utilizării ultrasunetelor de putere în procesare. Efectele fizice, mecanice sau chimice ale ultrasunetelor din acest domeniu sunt capabile să modifice proprietățile materialelor (de exemplu, distrugerea integrității fizice, accelerarea anumitor reacții chimice) prin generarea unui gradient imens de presiune, tensiune și temperatură în mediul prin care se propagă.

Utilizarea ultrasunetelor de mare putere depinde, în general, de efectele complexe induse de vibrații în mediile de propagare, care produc *fenomenul de cavitație* în lichide sau țesuturi biologice. În plus față de *fenomenul de cavitație*, ultrasunetele sunt capabile să slăbească structura fizică a materialului sau a mediului, cu condiția ca dimensiunile suportului să fie similare cu cele ale lungimii de undă ultrasonice utilizate. (Coupland și McClements, 2001; Courage Sedem Dzah ș.a. 2020; Gülseren și Coupland, 2008; McClements, 1991; McClements și Povey, 1992; Yucel și Coupland, 2010, 2011a, 2011b).

3.3. Efectele tratamentului cu ultrasunete asupra polifenolilor și bioactivității lor

Gama de ultrasunete de putere este utilizată cel mai frecvent pentru extracția compușilor biologic activi din matrici biologice, cum ar fi extracția polifenolilor din plante și subproduse alimentare. Cele mai multe dintre echipamentele de ultrasonare funcționează la niveluri scăzute ale frecvențelor de ultrasonare (20 - 40 kHz). Deși frecvența de ultrasonare scăzută pare optimă pentru a genera rate mai mari de fragmentare, frecvența optimă exactă este specifică amplificatorului acustic și sistemului, rezultând de aici nevoia de a proiecta teste de optimizare și configurări care sunt specifice diferitelor extracții (Bhangu, Ashokkumar și Lee, 2016; Wen ș.a., 2018).

3.4. Utilizarea ultrasunetelor în vinificație

În cazul vinului obținut din prelucrarea strugurilor roșii, prin diferite abordări de extracție a substanțelor colorante, parametrii de evaluare sunt legați tot mai mult de nivelurile cantitative și calitative ale matricei polifenolice.

Una dintre ipotezele de cercetare este aplicarea tratamentului cu ultrasunete în procesul de vinificație în roșu având ca scop extracția compușilor polifenolici din struguri. Factorul limitativ al creșterii

calității fenolice în procesul de vinificație este, de fapt, timpul de extracție care, în mod normal, din motive legate de gestionarea logistică a volumelor disponibile și a sarcinilor primite, este redus pentru a face procesul sustenabil, având drept consecință pierderi calitative. În acest context, promovarea cineticii de extracție și stabilizare a substanțelor polifenolice s-ar dovedi a fi strategică, mai ales dacă este însoțită de o calitate nedeteriorată a producției.

Cercetările au pornit de la premiza faptului că aplicarea ultrasunetelor în timpul procesului de vinificare ar putea reprezenta o inovație tehnologică importantă prin promovarea acelor reacții termodinamic posibile, dar cinetic lente în comparație cu nevoile reale de producție. Astfel, s-au studiat efectele posibile pe care un tratament cu ultrasunete le poate induce asupra materiei prime în timpul procesului de vinificație, în special prin evaluarea, la scară mică, a efectului asupra cineticii de extracție a compușilor fenolici în timpul macerației strugurilor roșii, asupra lizei drojdiilor, asupra stabilității proteinelor și asupra posibilei polimerizări a compușilor fenolici (Figura 3.5).

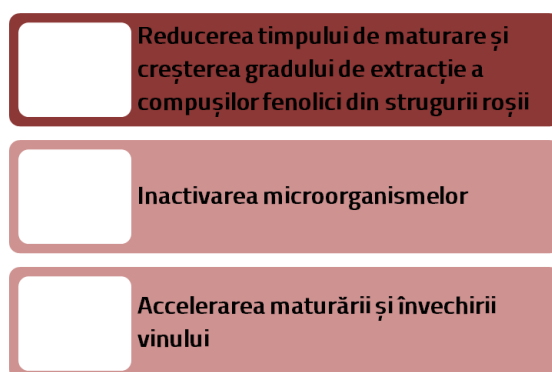


Figura 3. 1 Rezumatul utilizării ultrasunetelor în vinificație

3.5. Dezvoltarea și extinderea procesului de ultrasonare de la nivel de laborator la nivel industrial

Ultrasunetele pot fi testate cu ușurință pe un banc de probă, generând rezultate reproductibile pentru scalare. Variabilele care influențează procesul de tratament cu ultrasunete sunt intensitatea și frecvența undelor. Intensitatea tratamentului cu ultrasunete este proporțională cu amplitudinea vibrațiilor sursei de ultrasunete și, prin urmare, o creștere a amplitudinii, precum și a intensității minime, crește și efectele sonochimice în mustul de struguri. Intensitatea și caracteristicile cavitației pot fi ușor adaptate la procesul de extracție specific obiectivelor vizate. Amplitudinea și presiunea pot fi variate într-un domeniu larg, de exemplu pentru a identifica configurația de extracție cea mai eficientă energetic (Mason și Lorimer, 2002). Designul, geometria și metoda prin care transductorul ultrasonic este inserat sau atașat la vasul de reacție este esențial pentru eficiența acestuia, iar alegerea corectă parametrilor este obligatorie pentru extinderea industrială a procesului de ultrasonare din laborator întrucât orice diferență dintre designul din laborator și proiectarea necorespunzătoare a fabricilor pilot poate duce deseori la rezultate foarte diferite (Clodoveo ș.a., 2016).

CAPITOLUL 4. STUDII ȘI CERCETĂRI EXPERIMENTALE ASUPRA APLICĂRII TRATAMENTULUI CU ULTRASUNETE ÎN TIMPUL PROCESULUI DE VINIFICAȚIE ÎN ROȘU ÎN CONDIȚII DE LABORATOR

4.1. Materii prime, aparate și metode de analiză

Probele au fost pregătite și monitorizate în Laboratorul de oenologie al Facultății de Alimentație și Turism, Universitatea Transilvania din Brașov. Determinările analitice și fizico-chimice ale probelor au fost efectuate în Laboratorul de oenologie al Facultății de Alimentație și Turism, Universitatea Transilvania din Brașov și în cadrul Platformei de cercetare interdisciplinară, USAMVS, Timișoara.

Probele și testele preliminare, precum și determinările analitice și fizico-chimice ale acestora au fost realizate în Laboratorul de oenologie al Facultății de Alimentație și Turism, Universitatea Transilvania din Brașov, în Laboratorul Institutului Național de Cercetare Dezvoltare pentru Cartof și Sfeclă de Zahăr și în Centrul de Cercetări Oenologice din cadrul Facultății de Tehnologia Alimentelor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova.

4.2. Cercetări asupra elaborării unui model care să descrie modificarea caracteristicilor vinurilor roșii consecutiv ultrasonării

Proiectarea experimentelor reprezintă o metodologie structurată pentru planificarea și proiectarea unei secvențe de experimente. Analiza varianței (ANOVA) a fost utilizată pentru a identifica variabilele de intrare semnificative pentru un răspuns particular. Modelul predictiv dezvoltat poate ajuta la obținerea unor rezultate adecvate pentru îmbunătățirea productivității.

4.3. Proiectarea modelului experimental pentru creșterea gradului de extracție a compușilor biologic activi în mustul de struguri

În procesul de vinificație este de dorit să se adopte toate acele proceduri menite să faciliteze extracția culorii și dizolvarea aromelor. Prin aplicarea tehnologiei cu ultrasunete se urmărește posibilitatea extracției continue a compușilor relevanți calitativ din exocarp, fără să afecteze practic și/sau logistic practicile de vinificație, exploatând fenomenele declanșate de propagarea ultrasunetelor în mediu solid-lichid, cum ar fi mustul de struguri. În contextul în care concentrațiile de substanțe biologic active din struguri sunt ridicate, accelerarea cineticii de extracție printr-un proces fizic poate fi strategică. Funcția de optimizare a softului folosit pentru proiectare a indicat 16 soluții pentru maximizarea extracției conținutului total de polifenoli.

4.4. Testarea la nivel de laborator a modelului experimental

Testarea modelului experimental se referă la estimarea efectelor tratamentului cu ultrasunete în primele etape ale procesului de vinificație, respectiv tratamentul pre-macerare a strugurilor roșii zdrobiți pentru a estima impactul asupra cineticii de culoare și extracție a compușilor fenolici, evaluând totodată și posibilitatea reducerii timpilor de macerare-fermentare pe boștină.

Efectele tratamentului cu ultrasunete de mare putere asupra cineticii de extracție sunt discutate în termeni de compuși bioactivi, cum ar fi conținutul total de polifenoli CTP (mg GAE/L), conținutul de antociani monomerici AM (mg/L), activitatea antioxidantă folosind testul FRAP ($\mu\text{M Fe}^{2+}/\text{ml vin}$), intensitatea culorii (IC) și nuanța (N). Toți parametrii menționați au fost investigați pentru must și mustuiala de struguri roșii netratate, ca probe martor (PM), precum și pentru probele supuse tratamentului cu ultrasunete.

4.5. Rezultatele cercetării. Discuții și interpretări asupra testării modelului experimental pentru creșterea gradului de extracție a compușilor biologic activi în mustul de struguri și a reducerii duratei de macerare-fermentare pe boștină

Testarea modelului experimental se referă la estimarea efectelor ultrasunării în primele etape ale procesului de vinificație, respectiv tratamentul pre-macerare a strugurilor roșii zdrobiți pentru a estima impactul asupra cineticii de culoare și extracție a compușilor fenolici, evaluând totodată și posibilitatea reducerii timpilor de macerare-fermentare pe boștină. Testele efectuate imediat după tratamentul cu ultrasunete au evidențiat o creștere a conținutului total de polifenoli și a antocianilor monomerici care este mai evidentă cu cât timpul de tratament și procentul de amplitudine cresc. Astfel, s-a observat o creștere, în general proporțională cu condițiile de tratament, de 4 până la 12 ori pentru conținutul total de polifenoli, de 6 până la 13 ori pentru antocianii monomerici și de 2 până la 3 ori pentru FRAP.

La finalul macerării pe boștină, testele efectuate au arătat o creștere a conținutului total de polifenoli și antocianilor monomerici și FRAP corelată cu durata de macerare, timpul de tratament și % de amplitudine.

ANOVA rezultatelor obținute imediat după tratamentul cu ultrasunete și după perioada de macerare-fermentare pe boștină arată că modelul este semnificativ.

4.6. Influența tratamentului cu ultrasunete asupra parametrilor de calitate ai vinului

Testele din această secțiune se referă la evaluarea influenței tratamentului cu ultrasunetele asupra matricei fenolice a vinurilor roșii, în special asupra antocianilor, având în vedere importanța pe care o au asupra culorii, stabilității și profilului senzorial.

După o perioadă de îmbuteliere de trei luni, a fost observată o scădere a conținutului total de polifenoli comparativ cu conținutul găsit la finalul macerării, atât în vinurile elaborate din strugurii zdrobiți supuși tratamentului cu ultrasunete, cât și în cazul probelor martor.

De asemenea, tratamentul cu ultrasunete a modificat apreciabil culoarea vinului, acest efect fiind foarte favorabil calității, în special pentru vinurile tinere, unde culoarea este unul dintre cei mai importanți factori de evaluare.

Datele, supuse analizei statistice, arată că nivelul de amplitudine, timpul tratamentului cu ultrasunete și durata de macerare-fermentare pe boștină influențează semnificativ conținutul total de polifenoli, antocianii monomerici și FRAP, în timp ce nuanța vinurilor este influențată semnificativ doar de timpul de tratament și durata de macerare pe boștină.

CAPITOLUL 5. IMPLEMENTAREA SISTEMULUI DE MANAGEMENT AL SIGURANȚEI ALIMENTARE ÎN CONDIȚIILE UTILIZĂRII TRATAMENTULUI CU ULTRASUNETE CA ETAPĂ DE PROCES ÎN TEHNOLOGIA OBȚINERII VINURILOR ROȘII

5.1. Abordări curente ale practicilor oenologice

Organizația Internațională a viei și vinului (OIV) a decis în anul 2019 să introducă Tratamentul cu ultrasunete al strugurilor zdrobiți pentru promovarea extracției compușilor bioactivi în Codul internațional al practicilor oenologice, scopul aplicării tratamentului fiind de a stimula extracția compușilor de struguri în timpul macerării pre-fermentative, după desciorchinare și zdrobire, cu ajutorul ultrasunetelor.

5.2. Stabilirea Programelor Preliminarii Operaționale (Bune Practici de Fabricație -BPF și Bune Practici de Igienă- BPI) în crama de vinificație

Programele Preliminare, ca parte constitutivă a implementării sistemului de management al siguranței alimentare, vor fi stabilite înainte de efectuarea analizei pericolelor și vor fi implementate ținând cont de context, dimensiunea cramei de vinificație și activitățile desfășurate. Ele sintetizează descrierea Bunelor Practici de Fabricație și Igienă în vinificație aferente fiecărei operații din fluxul tehnologic de obținere a vinurilor roșii, precum și practicile obligatorii, recomandate și interzise.

5.3. Implementarea planului HACCP în sistemul de management al siguranței alimentare pentru obținerea de vinuri, utilizând operația de tratament cu ultrasunete

Pe parcursul procesului de fabricație a vinului, strugurii, mustul și vinul sunt expuse la variate riscuri de siguranță și calitate. Riscurile de calitate se referă la aspectul produsului, gustul, aroma, culoarea, conținutul de alcool și aciditatea, caracteristici importante de acceptabilitate pentru consumator. În ceea ce privește siguranța, aici sunt incluse riscurile fizice: părți metalice, cioburi, insecte; riscuri chimice: pesticide, reziduuri de metale grele, uree; și riscuri microbiologice: agenți patogeni, toate acestea putând să afecteze sănătatea consumatorilor. Riscurile pot proveni din mediul înconjurător, de la echipamentele de procesare și de la personalul din crama de vinificație.

Tratamentul cu ultrasunete reprezintă o operație tehnologică suplimentară, ce trebuie introdusă pe fluxul tehnologic al cramei de vinificație.

5.4. Aspecte economico-financiare

Adoptarea tratamentului cu ultrasunete, ca soluție alternativă la etapele convenționale de procesare a alimentelor, se bazează în primul rând pe avantajele utilizării acestei tehnologii emergente.

Aplicarea procesării cu ultrasunete în procesul de vinificație în roșu conduce, de asemenea, la obținerea unor rezultate mai bune, în sensul îmbunătățirii semnificative a calității produselor finale, respectiv obținerea unui vin roșu cu caracteristici nutriționale și senzoriale amplificate. În plus, tratamentul cu ultrasunete modifică apreciabil culoarea vinului, acest efect fiind foarte favorabil calității, în special pentru vinurile tinere, la care culoarea este unul dintre cei mai importanți factori de evaluare. Aceste calități sporite, în raport cu cele ale vinurilor obișnuite, vor conduce la creșterea cererii, ceea ce permite strategii care vizează prețuri țintă de vânzare cu certitudine mai mari. Astfel, putem considera procesarea cu ultrasunete ca fiind o tehnologie emergentă avantajoasă care poate fi aplicată în condiții de siguranță, dar eficientă din punct de vedere economic.

CAPITOLUL 6. CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. PERSPECTIVE VIITOARE ALE CERCETĂRII.

Contribuții originale

1. Demonstrarea potențialului utilizării ultrasunetelor în vinificație și evidențierea faptului că parametrii de ultrasonare nu sunt sistematizați și optimizați.
2. Proiectarea, testarea și analiza modelului experimental pentru creșterea gradului de extracție a compușilor biologic activi în mustul de struguri.
3. Identificarea și selectarea soluției pentru maximizarea extracției conținutului total de polifenoli.
4. Stabilirea efectelor tratamentului cu ultrasunete în primele etape ale procesului de vinificație.

5. Determinarea creșterii conținutului total de polifenoli și a antocianilor monomerici .
6. Stabilirea tratamentului cu ultrasunete care a determinat cea mai mare extracție a conținutului total de polifenoli.
7. Identificarea tratamentului cu ultrasunete care a determinat cea mai mare extracție a antocianilor monomerici.
8. Evidențierea creșterii conținutului total de polifenoli, antocianilor monomerici și FRAP corelată cu durata de macerare, timpul de tratament și % de amplitudine.
9. Evaluarea posibilității reducerii timpului de macerare-fermentare pe boștină.
10. Stabilirea variantei optime a tratamentului cu ultrasunete a probelor, având ca obiectiv maximizarea extracției atât a conținutului total de polifenoli, cât și a conținutului de antociani monomerici.
11. Determinarea creșterii parametrilor după numai 3 zile de macerare fermentare pe boștină, pentru varianta optimă a tratamentului cu ultrasunete.
12. Evidențierea, după o perioadă de îmbuteliere de trei luni, a scăderii conținutului total de polifenoli.
13. Marcarea efectului pozitiv al tratamentului cu ultrasunete asupra conținutului de culoare.
14. Specificarea influenței semnificative a predictorilor folosiți (amplitudine%, timp de tratament și durată macerare pe boștină) asupra modelului.
15. Stabilirea celor mai distincte variabile între vinuri, prin gruparea vinurilor în mai multe clustere (grupuri).
16. Evidențierea unui cluster separat (Cluster 1) care conține probele martor. Evidențierea a încă 4 Clustere influențate în mod direct parametrii adoptați.
17. Conturarea posibilității utilizării tratamentului cu ultrasunete într-o cramă de vinificație.
18. Managementul tratamentului cu ultrasunete ca operație tehnologică suplimentară și identificarea operației de tratament cu ultrasunete ca fiind un PCC.
19. Evidențierea utilizării tratamentului cu ultrasunete ca soluție de îmbunătățire a managementului într-o cramă de vinificație.

Perspective viitoare ale cercetării

1. Accentuarea potențialului utilizării tehnologiei ultrasunetelor în vinificație.
2. Rezolvarea constrângerilor tehnologice care au impact asupra adoptării industriale și asupra viabilității comerciale a sistemelor de ultrasunare.
3. Testarea tehnologiei ultrasunetelor pe soiuri diferite de struguri roșii pentru sistematizarea și optimizarea parametrilor tratamentului cu ultrasunete.
4. Concentrarea asupra sustenabilității proceselor asistate de ultrasunete și configurării procesului pentru a îmbunătăți siguranța, calitatea și durata de viață a produselor alimentare fermentate, reducând în același timp consumul de energie asociată.
5. Optimizarea sistemelor de ultrasunare de dimensiuni mari pentru evidențierea efectelor procesării cu ultrasunete: reacții mai rapide, conversii mai bune, produse îmbunătățite și chiar noi.
6. Colaborarea cu grupuri multidisciplinare implicate în proiecte sonochimice în domeniul dezvoltării programelor internaționale de cercetare aplicată și tehnologie.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Agriopoulou, S., & Stamatelopoulou, E. (2017). Influence of Storage Conditions on the Quality Characteristics of Wines. *EC NUTRITION*, 8(3), 93-98.
- Altemimi, A., Watson, D. G., Choudhary, R., Dasari, M. R., & Lightfoot, D. A. (2016). Ultrasound assisted extraction of phenolic compounds from peaches and pumpkins. *PLoS ONE*, 11(2).
- Bautista-Ortin, A. B., Jimenez-Martinez, M. D., Jurado, R., Iniesta, J. A., Terrades, S., Andres, A., & Plaza, G. E. (2017). Application of high-power ultrasounds during red wine vinification. *International Journal of Food Science and Technology*, 1-10.
- Bermúdez-Aguirre, D., Mobbs, T., & Barbosa-cánovas, G. V. (2011). *Ultrasound Applications in Food Processing*.
- Bi, J., Yang, Q., Sun, J., Chen, J., & Zhang, J. (2011). Study on ultrasonic extraction technology and oxidation resistance of total flavonoids from peanut hull. *Food Science and Technology Research*, 17(3), 187-198.
- Cacciola, V., Batllo, I. F., Ferraretto, P., Vincenzi, S., & Celotti, E. (2013). Study of the ultrasound effects on yeast lees lysis in winemaking. *Eur Food Res Technol*, 236, 311-317.
- Calefariu, G., & Barbu, M. (2011). *Sisteme de produc ie. Teorie și aplica ii*. Braşov: Editura Lux Libris.
- Calefariu, G., & ş.a. (2019). *Ingineria și managementul afacerilor*. Braşov: Editura Lux Libris.
- Carciochi, R. A., Manrique, G. D., & Dimitrov, K. (2015). Optimization of antioxidant phenolic compounds extraction from quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4396-4404.
- Castaldo, L., Narváez, A., Izzo, L., Graziani, G., Gaspari, A., Minno, G. D., & Ritieni, A. (2019). Red Wine Consumption and Cardiovascular Health. *Molecules*, 24(19), 3626.
- Chang, A. C., & Chen, F. C. (2002). The application of 20 kHz ultrasonic waves to accelerate the aging of different wines. *Food Chemistry*, 79(4), 501-506.
- Chemat, F., & Khan, M. K. (2010). Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing , Preservation and Extraction. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 18(4), 813-835. Preluat in din <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2010.11.023>
- Clodoveo, M. L., Aldo, B., Rizzello, C. G., Aldo, B., Aldo, B., & Crupi, P. (2016). Emerging technology to develop novel red winemaking practices : An overview. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 38(September), 41-56.
- Coletta, A., Trani, A., Faccia, M., Punzi, R., Dipalmo, T., Pasquale, C., ... Gambacorta, G. (2013). Influence of viticultural practices and winemaking technologies on phenolic composition and sensory characteristics of ... *International Journal of Food Science and Technology*, 48, 2215-2227.
- Comisia Europeană. (2016). Comunicarea Comisiei privind punerea în aplicare a sistemelor de management al siguranței alimentare cuprinzând programele preliminare (PRP) și procedurile bazate pe principiile HACCP. Jurnalul Oficial al Uniunii Europene.
- Costa, D. C. F. da, Rangel, L. P., Quarti, J., Santos, R. A., Silva, J. L., & Fialho, E. (2020). Bioactive Compounds and Metabolites from Grapes and Red Wine in Breast Cancer Chemoprevention and Therapy. *Molecules*, 25(15), 3531.
- Cui, Y., Lv, W., Liu, J. F., & Wang, B. J. (2011). Effect of Different Ending Fermentation Technologies on Microbial-Stability of Italian Riesling Low Alcohol Sweet White Wine. *Advanced Materials Research*, 393-395, 1165-1168.
- Da Porto, C., Porretto, E., & Decorti, D. (2013). Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds.

- Ultrasonics Sonochemistry*, 24(4), 1076-1080.
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15, 7313-7352.
- Dolatowski, Z. J., Stadnik, J., & Stasiak, D. (2007). APPLICATIONS OF ULTRASOUND IN FOOD TECHNOLOGY Zbigniew J. Dolatowski, Joanna Stadnik, Dariusz Stasiak.
- Dominguez, H., & Gonzalez Munoz, M. J. (Ed.). (2017). *Water Extraction of Bioactive Compounds: From Plants to Drug Development*. Elsevier, Academic Press.
- Dzah, Courage Sedem, Duan, Y., Zhang, H., Wen, C., & Zhang, J. (2020). The effects of ultrasound assisted extraction on yield, antioxidant, anticancer and antimicrobial activity of polyphenol extracts: A review. *Food Bioscience*, 100547.
- Ferraretto, P., Cacciola, V., Ferran Batllo, I., & Celotti, E. (2013). ULTRASOUNDS APPLICATION IN WINEMAKING: GRAPE MACERATION AND YEAST LYSISOF. *Ital. J. Food Sci.*, 25(January 2013), 160-168.
- Ferraretto, P., & Celotti, E. (2016). Preliminary study of the effects of ultrasound on red wine polyphenols. *CyTA - Journal of Food*, (March).
- Ferraretto, Paola, Rolle, P., & Celotti, E. (2011). Applicazione degli ultrasuoni come tecnica innovativa per ottimizzare l'estrazione dei composti fenolici e favorire la lisi del lievito. *Rivista Internet di Viticoltura e Enologia*, (9/3), 1-10.
- Freitas, V. A. P. de, Fernandes, A., Oliveira, J., Teixeira, N., & Mateus, N. (2017). A review of the current knowledge of red wine colour. *OENO One*, 51(1), 1-15.
- Heras-Roger, J., Díaz-Romero, C., & Darias-Martín, J. (2016). A comprehensive study of red wine properties according to variety. *Food Chemistry*, 196, 1224-1231.
- Hielscher, T. (2005). Ultrasonic Production of Nano-Size Dispersions and Emulsions. *ENS 2005*, 138-143.
- International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001 Quality management Systems.
- Jackman, R. L., Yada, R. Y., Tung, M. A., & Speers, R. A. (1987). Anthocyanins as food colorants - A review. *Journal of Food Biochemistry*, 11, 201-247.
<https://doi.org/https://doi.org/10.12691/ajfn-4-1-2>
- Jackson, R. S. (2008). *Wine Science. Principles and Application*. (R. S. Jackson, Ed.) (Third edit). Elsevier, Academic Press.
- Jackson, R. S. (2014). Fermentation. In R. S. Jackson (Ed.), *Wine Science* (pp. 427-534). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381468-5.00007-5>
- Jiraneck, V., Grbin, A. P., Yap, A. A., Barnes, M., & Bates, A. D. (2008). High power ultrasonics as a novel tool offering new opportunities for managing wine microbiology, 1-6.
<https://doi.org/10.1007/s10529-007-9518-z>
- Kennedy, J. A. (2008). Grape and wine phenolics: Observations and recent findings. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 35(2), 107-120. Preuat in din
https://www.sadc.int/files/5114/1898/8224/000_13SADC_Tuberculosis_Report_2009.pdf
- Kiran, D. R. (2017). *Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies* (BSP Books). Elsevier.
- Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V., & Lee, D. (2004). Applications and potential of ultrasonics in food processing. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 261-266.
- Luo, H., Schmid, F., Grbin, P. R., & Jiraneck, V. (2012). Viability of common wine spoilage organisms after exposure to high power ultrasonics. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 19(3), 415-420.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2011.06.009>
- Maran, J. P., Manikandan, S., Vigna, N. C., & Dinesh, R. (2017). Ultrasound assisted extraction of

- bioactive compounds from *Nephelium lappaceum* L. fruit peel using central composite face centered response surface design. *Arabian Journal of Chemistry*, *10*, S1145-S1157. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.02.007>
- Martin, J. F. G., & Sun, D.-W. (2013). Ultrasound and electric fields as novel techniques for assisting the wine ageing process : The state-of-the-art research. *Trends in Food Science & Technology*, *33*, 40-53.
- Mason, T. J., & Lorimer, J. P. (2002). *Applied Sonochemistry: The Uses of Power Ultrasound in Chemistry and Processing* (1st Editio). Wiley VCH,.
- Mojzer, E. B., Hrcic, M. K., Škerget, M., Knez, Ž., & Bren, U. (2016). Polyphenols: Extraction Methods, Antioxidative Action, Bioavailability and Anticarcinogenic Effects. *Molecules*, *21*(7). <https://doi.org/10.3390/molecules21070901>
- Monagas, M., Gómez-Cordovés, C., & Bartolomé, B. (2005). Evolution of polyphenols in red wines from *Vitis vinifera* L. during aging in the bottle. I. Anthocyanins and pyranoanthocyanins. *Eur. Food Res. Tech.*, *220*, 607-614. Preuat in din https://www.researchgate.net/publication/275832368_Evolution_of_polyphenols_in_red_wines_from_Vitis_vinifera_L_during_aging_in_the_bottle_I_Anthocyanins_and_pyranoanthocyanins
- Monagas, Maria, & Bartolome, B. (2009). Anthocyanins and Anthocyanin-Derived Compounds. In *Wine Chemistry and Biochemistry* (pp. 439-463). Springer Science+Business Media. <https://doi.org/DOI 10.1007/978-0-387-74118-5>
- Morata, A. (Ed.). (2019). *Red Wine Technology*. Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814399-5.00025-6>
- Moreno-Arribas, M. V., & Polo, M. C. (Ed.). (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry* (LLC 2009). Springer Science+Business Media.
- Nielsen, S. S. (2017). *Food Analysis Laboratory Manual*. (D. R. Heldman, Ed.) (Third Edit). Springer International Publishing.
- Novoa-Díaz, D., Rodríguez-Nogales, J., Fernández-Fernández, E., Vila-Crespo, J., García-Álvarez, J., M. Amer, J. C., ... Salazar, J. (2014). Ultrasonic monitoring of malolactic fermentation in red wines. *Ultrasonics*, *54*, 1575-1580.
- OIV. (2008). RESOLUTION CST 1/2008 GUIDELINES FOR SUSTAINABLE VITIVINICULTURE: PRODUCTION, PROCESSING AND PACKAGING OF PRODUCTS.
- OIV. (2019). Oiv-OENO 616-2019 TREATMENT OF CRUSHED GRAPES WITH ULTRASOUND TO PROMOTE THE EXTRACTION OF THEIR COMPOUNDS.
- Ojha, K. S., Donnell, C. P. O., Kerry, J. P., & Tiwari, B. K. (2016). Ultrasound and Food Fermentation, 125-142. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-42457-6>
- Ojha, K. S., Mason, T. J., Donnell, C. P. O., Kerry, J. P., & Tiwari, B. K. (2017). Ultrasonics Sonochemistry Ultrasound technology for food fermentation applications. *Ultrasonics - Sonochemistry*, *34*, 410-417. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.001>
- Palade, L., & Popa, M. (2018). Polyphenol Fingerprinting Approaches in Wine Traceability and Authenticity: Assessment and Implications of Red Wines. *Beverages*, *4*(4), 75.
- Paniwnyk, L. (2017). Applications of ultrasound in processing of liquid foods : A review. *Ultrasonics - Sonochemistry*, *38*, 794-806. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.12.025>
- Patist, A., & Bates, D. (2008). Ultrasonic innovations in the food industry : From the laboratory to commercial production, *9*, 147-154. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.07.004>
- Plaza, E. G., Jurado, R., Iniesta, J. A., & Bautista-Ortin, A. B. (2019). High power ultrasounds: A

powerful, non-thermal and green technique for improving the phenolic extraction from grapes to must during red wine vinification. In *BIO Web Conf.*, 41st World Congress of Vine and Wine (Vol. 12). Preluat în din https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2019/01/bioconf-oiv2018_02001/bioconf-oiv2018_02001.html

Poiană, M. A. (2008). *Analiza culorii vinurilor roșii*. Timișoara: Editura EUROBIT.

Povey, M., & Mason, T. (1998). *Ultrasound in food processing*. London: Blackie Academic and Professional.

Ribereau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology Volume 2 The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments 2nd Edition*. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.

Román, G. C., Jackson, R. E., Gadhia, R., Román, A. N., & Reis, J. (2019). Mediterranean diet: The role of long-chain ω -3 fatty acids in fish; polyphenols in fruits, vegetables, cereals, coffee, tea, cacao and wine; probiotics and vitamins in prevention of stroke, age-related cognitive decline, and Alzheimer disease. *Revue neurologique*, 175(10), 724-741.

Sacchi, K. L., Bisson, L. F., & Adams, D. O. (2005). A Review of the Effect of Winemaking Techniques on Phenolic Extraction in Red Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 197-206.

Scrimgeour, N., Nordestgaard, S., Lloyd, N. D. R., & Wilkes, E. N. (2017). Exploring the effect of elevated storage temperature on wine composition, (October). <https://doi.org/10.1111/ajgw.12196>

Setford, P. C., Jeffery, D. W., Grbin, P. R., & Muhlack, R. A. (2017). Factors affecting extraction and evolution of phenolic compounds during red wine maceration and the role of process modelling. *Trends in Food Science & Technology*, 69, 106-117. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.09.005>

Simini, B. (2000). Serge Renaud: from French paradox to Cretan miracle. *Lancet*, 355(9197), 48. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)71990-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71990-5)

Sommer, S., & Cohen, S. D. (2018). Comparison of Different Extraction Methods to Predict Anthocyanin Concentration and Color Characteristics of Red Wines. *Fermentation*. <https://doi.org/10.3390/fermentation4020039>

Spigno, G., Tramelli, L., & Marco, D. F. D. (2007). Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *Journal of Food Engineering*, 81(1), 200-208.

Stasi, A., Muscio, A., Nardone, G., & Seccia, A. (2016). New Technologies And Sustainability In The Italian Wine Industry. *Agriculture and Agricultural Science*, 8, 290-297. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.023>

Stillhart, C., & Kuentz, M. (2012). Comparison of high-resolution ultrasonic resonator technology and Raman spectroscopy as novel process analytical tools for drug quantification in self-emulsifying drug delivery systems. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 59, 29-37.

Sun, B. S., Spanger, M. I., Roque-Do-Vale, F., Leandro, M. C., & Belchior, A. P. (2001). Effect of different winemaking technology on phenolic composition in Tinta Miuda red wines. *J. Agri Food Chem.*, 49, 5809-5816.

Tao, Y., Zhang, Z., & Sun, D. (2014). Kinetic modeling of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from grape marc : Influence of acoustic energy density and temperature. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 21(4), 1461-1469. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.01.029>

Tiwari, B. K., Patras, A., Brunton, N., Cullen, P. J., & Donnell, C. P. O. (2010). Effect of ultrasound processing on anthocyanins and color of red grape juice. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 17(3),

- 598-604. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2009.10.009>
- Toma, M., Vinatoru, M., Paniwnyk, L., & Mason, T. J. (2001). Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. *Ultrasonics - Sonochemistry*, *8*(2), 137-142. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1350-4177\(00\)00033-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1350-4177(00)00033-X)
- Tsao, R. (2010). Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, *2*(12), 1231-1246. <https://doi.org/10.3390/nu2121231>
- Um, M., Han, T.-H., & Lee, J.-W. (2017). Ultrasound-assisted extraction and antioxidant activity of phenolic and flavonoid compounds and ascorbic acid from rugosa rose (*Rosa rugosa* Thunb.). *Food Science and Biotechnology*, *27*(2), 375-382. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10068-017-0247-3>
- Van Man, P., Anh Vu, T., & Chi Hai, T. (2017). Effect of ultrasound on extraction of polyphenol from the old tea leaves. *Annals Food Science and Technology*, *18*(1), 44-50.
- Vankar, P. S., & Srivastava, J. (2010). Ultrasound-assisted extraction in different solvents for phytochemical study of *Canna indica*. *International Journal of Food Engineering*, *6*, 1556-1758. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2202/1556-3758.1599>
- Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Dzah, C. S., Zandile, M., Duan, Y., ... Luo, X. (2018). Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, *48*, 538-549. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.07.018>
- Xu, D. P., Zheng, J., Zhou, Y., Li, Y., Li, S., & Li, H. B. (2017). Ultrasound-assisted extraction of natural antioxidants from the flower of *Limonium sinuatum*: Optimization and comparison with conventional methods. *Food Chemistry*, *217*, 552-559. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.013>
- Xu, D. P., Zhou, Y., Zheng, J., Li, S., Li, A. N., & Li, H. B. (2016). Optimization of ultrasound-assisted extraction of natural antioxidants from the flower of *Jatropha integerrima* by response surface methodology. *Molecules*, *21*(1), 18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules21010018>
- Yang, X., Li, Y., Li, S., Oladejo, A. O., Ruan, S., Wang, Y., ... Ma, H. (2017). Effects of ultrasound pretreatment with different frequencies and working modes on the enzymolysis and the structure characterization of rice protein. *Ultrasonics Sonochemistry*, *38*, 19-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.02.026>
- Yucel, U., & Coupland, J. N. (2010). Ultrasonic characterization of lactose dissolution. *Journal of Food Engineering*, *(98)*, 28-33. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.12.003>
- Yucel, U., & Coupland, J. N. (2011a). Ultrasonic attenuation measurements of the mixing, agglomeration, and sedimentation of sucrose crystals suspended in oil. *Journal of American Oil Chemists' Society*, *(88)*, 33-38. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11746-010-1647-1>
- Yucel, U., & Coupland, J. N. (2011b). Ultrasonic characterization of lactose crystallization in gelatin gels. *Journal of Food Science*, *(76)*, 48-54. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01950.x>
- Yuri, R., Silvia, M., Giacomo, B., Lisa, G., Massimo, V., Agrari, S., ... Cascine, P. (2012). Anthocyanin contents and profiles in Sangiovese wines produced with a sequential inoculum of *Starmerella bacillaris* (synonym *Candida zemplinina*) and *Saccharomyces cerevisiae*, (2010), 50144.
- Zhang, Q., Shen, Y., Fan, X., Francisco, J., Martín, G., Shen, Y., ... Martín, G. (2016). Preliminary study of the effect of ultrasound on physicochemical properties of red wine. *CyTA - Journal of Food*, *14*(1), 55-64.
- Zhang, Q., & Wang, T. (2017). Effect of ultrasound irradiation on the evolution of color properties and

- major phenolic compounds in wine during storage. *Food Chemistry*, 234, 372-380. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.022>
- Zhong, K., & Wang, Q. (2010). Optimization of ultrasonic extraction of polysaccharides from dried longan pulp using response surface methodology. *Carbohydrate Polymers*, 80(1), 19-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.10.066>
- Zhou, Y., Zheng, J., Gan, R. Y., Zhou, T., Xu, D. P., & Li, H. B. (2017). Optimization of ultrasound-assisted extraction of antioxidants from the mung bean coat. *Molecules*, 22, 638. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules22040638>
- Zielinski, A. A. F., Haminiuk, C. W. I., Alberti, A., Nogueira, A., Demiate, I. M., & Granato, D. (2014). A comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. *Food Research International*, 60, 246-254.
- Zou, T. B., Xia, E. Q., He, T. P., Huang, M. Y., Jia, Q., & Li, H. W. (2014). Ultrasound assisted extraction of mangiferin from mango (*Mangifera indica* L.) leaves using response surface methodology. *Molecules*, 19, 1411-1421. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules19021411>

Rezumat

Industria alimentară este în prezent interesată de utilizarea tehnologiilor emergente. Acest fapt este confirmat de numeroasele cercetări realizate în domeniu. Printre tehnologiile emergente se numără și tratamentul cu ultrasunete. Teza de doctorat derulează cercetări riguroase, la nivel de laborator, referitoare la introducerea tratamentului cu ultrasunete în procesul de fabricație a vinurilor roșii. Rezultatele cercetării sunt prezentate amănunțit atât din punct de vedere al impactului tratamentului cu ultrasunete asupra unor compuși biologic activi, cât și asupra caracteristicilor cromatice ale vinului. Astfel, din punct de vedere al compușilor evaluați, se constată atât creșterea ratei de extracție a acestora și a activității antioxidante, cât și reducerea duratei de macerare. De asemenea, din punct de vedere organoleptic, s-a evidențiat îmbunătățirea parametrilor cromatici ai vinului. Pe lângă aceste aspecte, teza prezintă și soluțiile tehnice de introducere a tratamentului cu ultrasunete în fabricația industrială, fiind analizate aspectele esențiale din punct de vedere managerial și economic. În funcție de parametrii procesării cu ultrasunete (amplitudine și timp) s-a constatat creșterea conținutului total de polifenoli de 4 până la 12 ori, a conținutului de antociani monomerici de 6 până la 13 ori și a activității antioxidante de 2 până la 3 ori. De asemenea, durata de macerare-fermentare poate fi redusă cu 28,8% până la 57%, reprezentând, astfel, o soluție de eficientizare a managementului tehnologic într-o cramă. Îmbunătățirile observate prin aplicarea tratamentului cu ultrasunete comparativ cu procedeul clasic de macerare-fermentare ar putea conduce la creșterea cererii produsului pe piață, ceea ce va permite adoptarea unor strategii care vizează prețuri țintă de vânzare cu certitudine mai mari și înregistrarea de profituri considerabile.

The food industry is currently interested in the use of emerging technologies. This fact is confirmed by the numerous researches carried out in the field. Emerging technologies include ultrasound treatment. The doctoral thesis carries out rigorous research, at laboratory level, on the introduction of ultrasound treatment in the manufacturing process of red wines. The research results are presented in detail both in terms of the impact of ultrasonic treatment on biologically active compounds and on the chromatic characteristics of wine. Thus, from the point of view of the evaluated compounds, it is found both the increase of their extraction rate and antioxidant activity, as well as the reduction of the maceration duration. Also, from an organoleptic point of view, the improvement of the chromatic parameters of the wine was highlighted. In addition to these aspects, the thesis also presents the technical solutions for introducing ultrasound treatment in industrial manufacturing, analyzing the essential aspects from a managerial and economic point of view. Depending on the parameters of ultrasound processing (amplitude and time), the total content of polyphenols was found to increase by 4 to 12 times, the content of monomeric anthocyanins by 6 to 13 times and the antioxidant activity by 2 to 3 times. Also, the maceration-fermentation duration can be reduced by 28.8% to 57%, thus representing a solution for streamlining the technological management in a winery. The improvements observed by applying the ultrasonic treatment compared to the classic maceration-fermentation process could lead to an increase in the demand of the product on the market, which will allow the adoption of strategies aiming at higher sales prices with higher certainty and considerable profits.

LISTA PUBLICAȚIILOR

1. **Alina MĂRGEAN**, Vasile PĂDUREANU, Mirabela Ioana LUPU, APPLICATION OF ULTRASOUND IN WINEMAKING PROCESS, Proceedings of the 46th International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Opatija, Croatia, 2018, p. 457-463, ISSN 1848-4425, http://atae.agr.hr/Programme_ATAE_2018.pdf
2. PhD. Stud. **Alina Mărgean**, Prof. Dr. Vasile Pădureanu, Lecturer Dr. Mirabela Ioana Lupu, Assoc. Prof. Dr. Cristina Maria Canja, PRELIMINARY STUDY OF THE EFFECTS OF ULTRASOUND ON RED WINE PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS, Proceedings of the „18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, 2018, Volume 18, Nano, Bio, Green and Space – Technologies for a Sustainable Future, Issue: 6.2, Advances in Biotechnology, p. 445-452, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193121500>
3. Prof. Dr. Vasile Pădureanu, PhD. Stud. **Alina Mărgean**, Assist. Prof. Dr. Mirabela Ioana Lupu, Assoc. Prof. Dr. Cristina Maria Canja, RESEARCHES ON REDUCING ALCOHOL CONTENT OF WINE USING VACUUM DISTILLATION , Proceedings of the „18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, 2018, Volume 18, Nano, Bio, Green and Space – Technologies for a Sustainable Future, Issue: 6.2, Advances in Biotechnology, p. 535-542, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193121500>
4. Lecturer Dr. Eng. Mirabela Lupu, Lecturer Dr. Vet. Gheorghe Puchianu, Prof. Dr. Eng. Vasile Pădureanu, Assoc. Prof. Dr. Eng. Cristina Canja, PhD **Alina Maier**, THE INFLUENCE OF ULTRASOUND AND PASTEURISATION ON MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF GRAPE JUICE, Proceedings of the „18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, Albena, Bulgaria, 2018, Volume 18, Nano, Bio, Green and Space – Technologies for a Sustainable Future, Issue: 6.2, Advances in Biotechnology, p. 723-728, DOI: 10.5593/sgem2018/6.2
5. PhD. Stud. **Alina Mărgean**, Prof. Dr. Vasile Pădureanu, THE INFLUENCE OF ULTRASOUND TREATMENT ON MUST FERMENTATION PROCESS, Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series II: Forestry ■ Wood Industry ■ Agricultural Food Engineering, Vol. 11 (60) No. 2 – 2018, p. 127-133, http://webbut.unitbv.ro/Bulletin/Series%20II/2018/BULETIN%20I/12_Margean%20and%20Padureanu.pdf
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193121500>
6. Prof. Dr. Vasile Pădureanu, PhD. Stud. **Alina Mărgean**, Lecturer Dr. Mirabela Ioana Lupu, Assoc. Prof. Dr. Cristina Maria Canja, THE IMPACT OF POLYPHENOLS FROM WINE ON HUMAN HEALTH, Proceedings of the „VI International Multidisciplinary Scientific Conference SOCIAL SCIENCES ARTS SGEM 2019”, Albena, Bulgaria, Issue: "Sociology Healthcare", p. 777-784
7. Lecturer Dr. Mirabela Ioana Lupu, Prof. Dr. Vasile Pădureanu, PhD. Stud. **Alina Mărgean**, Assoc. Prof. Dr. Cristina Maria Canja, " TRADITIONS AND CULINARY CUSTOMS IN TARA FAGARASULUI", Proceedings of the „VI International Multidisciplinary Scientific Conference SOCIAL SCIENCES ARTS SGEM 2019”, Albena, Bulgaria, Issue: „Ethnology Folklore”, p. 81-87

8. CANJA CRISTINA MARIA, LUPU MIRABELA IOANA, PADUREANU VASILE, MAZAREL ADRIAN, **MARGEAN ALINA**, WINE AND TRADITIONAL GASTRONOMY – FACTORS THAT SUPPORT THE DEVELOPMENT OF ROMANIAN OENOTOURISM, Proceedings of the „VI International Multidisciplinary Scientific Conference SOCIAL SCIENCES ARTS SGEM 2019”, Albena, Bulgaria, Issue: Economics and Tourism
9. **Alina Mărgean**, Vasile Pădureanu, Gavrilă Calefariu, THE INFLUENCE OF FERMENTATION TEMPERATURE ON WHITE WINE CHARACTERISTICS, ICMS 2019 COMEC 2019, Braşov, România, 21-22 November 2019, p. 226-230, ISSN 2457-8541
10. **Alina Mărgean**, Georgiana A. Mişu, RESEARCH ON THE QUALITY ASSESSMENT OF IMPORTED WINES, ICMS 2019 COMEC 2019, Braşov, România, 21-22 November 2019, p. 220-225, ISSN 2457-8541
11. **Alina Margean**; Mirabela Ioana Lupu; Ersilia Alexa; Vasile Padureanu; Cristina Maria Canja; Ileana Cocan; Monica Negrea; Gavrilă Calefariu; Mariana-Atena Poiana, AN OVERVIEW OF EFFECTS INDUCED BY PASTEURIZATION AND HIGH-POWER ULTRASOUND TREATMENT ON THE QUALITY OF RED GRAPE JUICE, *Molecules* 2020, 25(7), 1669; <https://doi.org/10.3390/molecules25071669> - 04 Apr 2020
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193121500>