

**UNIVERSITATEA PENTRU ȘTIINȚELE VIEȚII
„ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI
FACULTATEA DE HORTICULTURĂ**

**ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL HORTICULTURĂ
SPECIALIZAREA VITICULTURĂ ȘI OENOLOGIE**

TEZĂ DE DOCTORAT

**Doctorand,
Ing. Elena-Cristina SCUTARAȘU**

**Conducător de doctorat
Prof. univ. dr. Valeriu V. COTEA m.c. AR**

2021

**IAȘI UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES
FACULTY OF HORTICULTURE**

**DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
DOCTORAL DOMAIN HORTICULTURE
SPECIALIZATION VITICULTURE AND OENOLOGY**

DOCTORAL THESIS

**PhD Student
Eng. Elena-Cristina SCUTARAȘU**

**Scientific coordinator,
Univ. prof. PhD Valeriu V. COTEA m.c. AR**

2021

**UNIVERSITATEA PENTRU ȘTIINȚELE VIEȚII
„ION IONESCU DE LA BRAD” DIN IAȘI
FACULTATEA DE HORTICULTURĂ**

**ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL HORTICULTURĂ
SPECIALIZAREA VITICULTURĂ ȘI OENOLOGIE**

TEZĂ DE DOCTORAT

**STUDII PRIVIND INFLUENȚA FOLOSIRII UNOR
PREPARATE ENZIMATICE ÎN TEHNOLOGIA DE
OBTINERE A VINURILOR ALBE ÎN PODGORIA IAȘI**

**Doctorand,
Ing. Elena-Cristina SCUTARAȘU**

**Conducător de doctorat
Prof. univ. dr. Valeriu V. COTEA m.c. AR**

2021

**IAȘI UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES
FACULTY OF HORTICULTURE**

**DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
HORTICULTURE DOMAIN
VITICULTURE AND OENOLOGY**

DOCTORAL THESIS

**STUDIES ON ENZYMES IMPACT ON WHITE WINES
TECHNOLOGY FROM IAȘI VINEYARD**

**PhD Student
Eng. Elena-Cristina SCUTARAȘU**

**Scientific coordinator,
Univ. prof. PhD Valeriu V. COTEA m.c. AR**

2021

CUPRINS

INTRODUCERE	5
REZUMAT	11

PARTEA I: STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

1. ASPECTE GENERALE ASUPRA TEHNOLOGIEI DE OBTINERE A VINURILOR ALBE	21
1.1. Tehnologia de obținere a vinurilor albe	21
1.2. Procese biochimice desfășurate în timpul fermentației alcoolice	23
2. ELEMENTE FUNDAMENTALE PRIVIND COMPOZIȚIA CHIMICĂ A VINULUI.....	31
3. ENZIME. CONSIDERAȚII GENERALE.....	46
3.1. Denumirea și clasificarea enzimelor.....	47
3.2. Generalități privind structura și conformația enzimelor	50
3.3. Mecanismul și cinetica reacțiilor	50
3.4. Specificitatea enzimelor	53
3.5. Solubilitatea enzimelor	55
3.6. Factori de inhibare a activității enzimelor	55
3.7. Surse de proveniență a enzimelor	60
4. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRII PRIVIND UTILIZAREA ENZIMELOR ÎN TEHNOLOGIA DE PRODUCERE A VINURILOR	61
4.1. Noțiuni introductive privind utilizarea enzimelor	61
4.2. Utilizarea enzimelor în vinificație	69
4.1.1. Acțiunea enzimelor asupra randamentului obținut la presarea mustuielii	71
4.1.2. Influența enzimelor asupra limpezirii vinurilor	72
4.1.3. Impactul enzimelor asupra proceselor de filtrare a vinurilor	74
4.1.4. Efectul enzimelor asupra extracției și îmbogățirii cu compuși volatili ai vinurilor	74
4.1.5. Influența enzimelor asupra parametrilor de culoare ai vinurilor și a extracției de compuși fenolici.....	76

PARTEA A II-A: CONTRIBUȚII PROPRII

5. DESCRIEREA CADRULUI NATURAL, INSTITUȚIONAL ȘI ORGANIZATORIC AL CERCETĂRII	77
5.1. Descrierea cadrului natural	77
5.2. Prezentarea cadrului instituțional și organizatoric al cercetării	82
6. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII, MATERIALUL ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE	86

6.1. Scopul și a obiectivele cercetării	86
6.2. Materiale și metode de analiză utilizate	87
6.2.1. Caracterizarea soiurilor de struguri analizate în cadrul cercetării	87
6.2.2. Produse oenologice administrate	90
6.2.3. Metode de analiză aplicate în cadrul cercetării.....	92
6.2.4. Descrierea tehnologiei de vinificație aplicate.....	99
7. REZULTATE OBȚINUTE ȘI DISCUȚII	103
7.1. Influența tratamentelor enzimaticice asupra parametrilor fizico-chimici ai vinurilor analizate.....	103
7.2. Influența tratamentelor enzimaticice asupra parametrilor cromatici ai vinurilor analizate.....	107
7.3. Influența tratamentelor enzimaticice asupra evoluției conținutului unor compuși fenolici din probele experimentale obținute	111
7.4. Influența tratamentelor enzimaticice asupra evoluției aminoacizilor din probele experimentale obținute	121
7.5. Influența tratamentelor enzimaticice asupra evoluției compușilor volatili din probele experimentale obținute	136
7.6. Influența tratamentelor enzimaticice asupra caracteristicilor organoleptice a vinurilor analizate.....	157
CONCLUZII	162
BIBLIOGRAFIE	168
ANEXE	189

CONTENTS

INTRODUCTION	5
ABSTRACT	11

PART I: THE PRESENT STATE OF RESEARCH

1. GENERAL CONSIDERATIONS ON WHITE WINES TECHNOLOGY	21
1.1. White wines technology	21
1.2. Biochemical processes during alcoholic fermentation	23
2. FUNDAMENTAL ELEMENTS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF WINE.....	31
3. ENZYMES. GENERAL CONSIDERATIONS.....	46
3.1. Enzymes nomenclature and clasification.....	47
3.2. General information on enzymes structure and conformation.....	50
3.3. Mechanism and kinetics	50
3.4. Enzymes specificity	53
3.5. Solubility of enzymes	55
3.6. Factors inhibiting the enzyme activity.....	55
3.7. Enzymes sources.....	60
4. CURRENT STATE OF RESEARCH ON THE USE OF ENZYMES IN WINEMAKING.....	61
4.1. Introduction to the use of enzymes	61
4.2. Use of enzymes in winemaking	69
4.1.1. The enzymes impact on the must yield.....	71
4.1.2. The influence of enzymes on wine clarification.....	72
4.1.3. The impact of enzymes on wine filtration processes.....	74
4.1.4. The effect of enzymes on the extraction and enrichment with volatile compounds of wines	74
4.1.5. Influence of enzymes on the color parameters of wines and extraction of phenolic compounds	76

PART II: PERSONAL CONTRIBUTIONS

5. DESCRIPTION OF THE NATURAL, INSTITUTIONAL AND ORGANIZATIONAL RESEARCH FRAMEWORK.....	77
5.1. Description of the natural setting.....	77
5.2. Institutional and organizational framework.....	82
6. RESEARCH PURPOSE AND OBJECTIVES, RESEARCH MATERIAL AND METHODOLOGY	86
6.1. The purpose and objectives of the research	86
6.2. Materials and methods of analysis.....	87

6.2.1. Characterization of grape varieties	87
6.2.2. Administrated oenological products	90
6.2.3. Methods of analysis	92
6.2.4. Applied winemaking technology	99
7. RESULTS AND DISCUSSIONS.....	103
7.1. The influence of enzymatic treatments on the physico-chemical parameters of wines.....	103
7.2. The influence of enzymatic treatments on the chromatic parameters of the analyzed wines.....	107
7.3. The influence of enzymatic treatments on the evolution of the content of some phenolic compounds from the experimental samples.....	111
7.4. The influence of enzymatic treatments on the evolution of amino acids in the experimental samples	121
7.5. The influence of enzymatic treatments on the evolution of volatile compounds of resulted samples.....	136
7.6. The influence of enzymatic treatments on the organoleptic characteristics of the analyzed wines.....	157
CONCLUSIONS.....	162
REFERENCES	168
ANEXXES	194

INTRODUCERE

Procesele biochimice depind de o serie de reacții chimice bine organizate. Datorită faptului că multe dintre aceste reacții se desfășoară prea lent pentru a susține viața, natura a conceput catalizatori, pe care în prezent îi denumim enzime, cu funcția de a accelera semnificativ ratele acestor reacții chimice. Puterea catalitică a enzimelor facilitează procesele de viață în toate formele sale, de la viruși până la om. Multe enzime își păstrează potențialul catalitic după extragerea din organismul viu, fapt pentru care omenirea a recunoscut și a început să exploateze puterea catalitică a enzimei în scopuri comerciale.

Procesele enzimatică au fost cunoscute încă din antichitate, enzimele fiind întâlnite inițial sub denumirea de fermenți, în corelație cu rolul acestora în fermentația zaharurilor și transformarea lor în alcool. Cea mai veche referință privind utilizarea enzimelor în scop comercial provine dintr-o descriere a vinului în Codexul Hammurabi (Babilonia antică, circa 2100 î.H.). Textele antice ale civilizațiilor timpurii ale Romei, Greciei, Egiptului și Chinei conțin, de asemenea, o serie de referințe privind procesul tehnologic al oțetului, care se bazează pe conversia enzimatică a alcoolului în acid acetic.

Produsele lactate constituiau o importantă sursă alimentară în societățile antice. Deoarece laptele proaspăt nu putea fi păstrat pentru o durată rezonabilă de timp, transformarea acestuia în brânză a devenit o parte vitală a producției alimentare, făcând posibil ca fermierul să își aducă produsul pe piețele îndepărtate într-o formă satisfăcătoare consumului. Substanțele utilizate cel mai frecvent în acest scop au fost ficina (de origine vegetală, obținută din extract de smochine), și renina (de origine animală, provine din țesutul stomacal al mamiferelor rumegătoare).

Unele populații din insulele Pacificului utilizau suculele fructelor de papaya pentru a frăgezi chiar și cele mai dure tipuri de carne. Enzima activă din acest extract vegetal este o protează cunoscută sub numele de papaină, folosită chiar și astăzi în tenderizarea cărnii destinate comercializării (Copeland, 2000; Punekar, 2018).

Astăzi, acești compuși continuă să joace un rol esențial în multe procese de fabricație a alimentelor și băuturilor, dar și a unor produse non-alimentare (de exemplu, detergenții pentru rufe care dizolvă petele cu ajutorul enzimelor proteolitice). Enzimele sunt, de asemenea, de interes fundamental în științele medicinei și farmaciei, numeroase afecțiuni fiind corelate cu activitățile aberante ale unor enzime. Prin urmare, o mare parte a studiilor farmaceutice se bazează pe căutarea de inhibitori potențiali și specifici ai acestor enzime. Analiza enzimelor și acțiunii acestora a atras atenția cercetătorilor științifici, nu numai pentru a satisface interesul erudit, ci și datorită utilității unei astfel de cunoștințe pentru numeroase necesități practice ale societății (Copeland, 2000; Palmer și Bonner, 2007; Whitehurst și Law, 2002).

În ceea ce privește industria băuturilor, enzimele au fost utilizate pentru prima oară în perioada anilor '30 la prepararea vinurilor și a sucurilor de fructe, la începutul secolului XX, Boidin și Effront descoperind amilaza bacteriană. Industria băuturilor și a sucurilor din fructe a început să utilizeze la sfârșitul anilor '40 pectinaza, în scopul îmbunătățirii limpezirii și filtrării. Aceste tipuri de preparate enzimatică au început să fie testate și în

sectorul oenologic însă, după 1974 acestea au fost oficial autorizate în industria oenologică de către organizația Ciba-Geigy, primul preparat enzimatic propus fiind Ultrazym 100. Abia în 1980 au fost autorizate și β -glucanazele, care au rezolvat problemele limpezirii și filtrării vinurilor obținute din struguri botritizați. La sfârșitul anilor '80, au început să apară pe piață și preparate enzimatice pectolitice îmbogățite cu β -glicozidaze, în urma unei strânse colaborări a cercetătorilor francezi (Montpellier), australieni (Australian Wine Research Institute) cu organizația Gist Brocades (Flanzy, 1998).

Compoziția chimică a strugurilor prezintă un rol decisiv în determinarea calității finale a vinului. Condițiile de vinificare, respectiv concentrațiile ridicate de zaharuri și etanol, nivelul redus al pH -ului și conținutul ridicat în polifenoli, pot inhiba activitatea enzimelor care provin din strugurii materie primă. Din acest motiv, reacțiile catalizate de enzime sunt deseori incomplete, rămânând fragmente în substrat netransformate și prin urmare, capabile de noi reacții. Enzimele oferă soluții flexibile, performante, care asigură produse de înaltă calitate, cu un aport nutritiv mai ridicat, rentabile și care îndeplinesc întotdeauna preferințele consumatorilor. Enzimele alimentare sunt eficiente din punct de vedere al costurilor și asigură o siguranță alimentară bună, crescând astfel cererea lor în industria alimentară (Chandrasekaran ș.a., 2016). Înțelegerea rolului esențial pe care îl joacă enzimele în tehnologia de vinificație contribuie la dezvoltarea strategiilor de optimizare a procesului de producție în vederea îmbunătățirii structurii și compoziției chimice a produsului final și implicit a caracteristicilor senzoriale (Boyer, 1970; Falch, 1991; Ugliano, 2009; Wong, 1995).

Tescovina din struguri, principalul subprodus din industria vinului, s-a arătat a fi o sursă importantă de compuși nutritivi. Botella ș.a. (2005) au studiat producerea de enzime hidrolitice din tescovină (celulaze, xilanaze și pectinaze), sub influența *Aspergillus awamori*. Gradul de utilizare al enzimelor industriale a crescut în ultima perioadă datorită numeroaselor avantaje pe care le prezintă: au origine naturală; nu prezintă toxicitate; manifestă un impact nesemnificativ asupra mediului; prezintă specificitate de acțiune, fiind selective în ceea ce privește substratul pe care îl transformă dar și reacția catalizată; acționează eficient în condiții moderate de temperatură; prezintă acțiune rapidă la concentrații relativ scăzute, viteza de reacție putând fi ușor controlată prin reglarea temperaturii, pH -ului și a cantității utilizate; pot fi ușor inactivate atunci când reacțiile au produs rezultatul dorit (Underkofler ș.a., 1957). Aceste preparate sunt considerate auxiliari tehnologici și nu se regăsesc în produsul final (Flanzy, 1998).

Se impune o bună cunoaștere a reglementărilor privind tratamentele administrate în etapa de producție, inclusiv momentul, cantitatea admisă și procedeul aplicării. Utilizarea preparatelor enzimatice în industria băuturilor trebuie să corespundă recomandărilor Organizației Internaționale a Viei și Vinului (International Organisation of Vine and Wine), Asociației Producătorilor de Enzime (The Association of Manufacturers of Fermentation Enzyme Products), Organizației Internaționale a Sănătății (World Health Organization), Organizației Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (Food and

Agriculture Organization) și potrivit Codexului substanțelor chimice din produsele alimentare (Food Chemical Codex) (Croitoru, 2009).

Prezentul studiu are în vedere monitorizarea evoluției unor compuși (compuși fenolici, constituenți volatili, aminoacizi) ce se formează în timpul fermentației alcoolice a vinurilor, ca efect al administrării unor preparate enzimatice comerciale autorizate. A fost monitorizată și compoziția finală a probelor rezultate, determinându-se parametrii fizico-chimici, cromatici și senzoriali ai vinurilor. Determinările de laborator s-au efectuat conform normelor și metodelor acreditate și indicate de legislația în vigoare și în literatura de specialitate, precum și a celor impuse de către OIV. Experimentul contribuie la îmbogățirea informațiilor deja existente în literatura de specialitate și respectiv, optimizarea strategiilor de vinificație.

Prezentul studiu a fost elaborat sub îndrumarea domnului prof. univ. dr. mc A.R. Valeriu V. Cotea din cadrul Universității pentru Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași și a întregii catedre de Oenologie (șef lucr. dr. Camelia Elena Luchian, șef lucr. dr. Cintia Lucia Colibaba, asist. univ. dr. Ștefan Tudose-Sandu-Ville) cărora le adresez sincere mulțumiri pentru încrederea și susținerea acordată.

Experimentul practic a fost realizat în colaborare cu membrii Laboratorului de Oenologie al Facultății de Horticultură din Iași (ing. Ioan Moraru, ing. Cristian Buburuzanu), ai Centrului de Cercetări pentru Oenologie al Academiei Române, Filiala Iași (CS I Cristinel Zănoagă, CS III Marius Niculaua, CS III Cătălin Ioan Zamfir, CS III Ionel Bogdan Cioroiu, CS III Bogdan Nechita) și membrii ai Facultății de Farmacie din cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” din Cluj–Napoca (prof. univ. dr. Laurian Vlase, prof. univ. dr. Radu Oprean, asist. univ. dr. Ana-Maria Gheldiu, doctorand Katalin Nagy) față de care îmi exprim deosebită considerație și le adresez mulțumiri.

De asemenea, mulțumesc familiei care a avut încredere în mine și m-a sprijinit necondiționat în dorința mea de evolua și a-mi depăși temerile.

INTRODUCTION

Biochemical processes depend on a well-orchestrated series of chemical reactions. Because many of these reactions work too slowly on their own to sustain life, nature has created catalysts, named enzymes, to accelerate these chemical processes. The catalytic capacity of enzymes facilitates life processes in all life forms from viruses to humans. Numerous enzymes maintain their catalytic power after extraction out of the living organism, and it did not take a long time for humanity to admit and exploit the catalytic potential of enzyme for commercial aims.

Enzymatic processes have been known since antiquity, the enzymes being initially found as ferments, in correlation with their major role in the fermentation of sugars and their transformation into alcohol. The oldest known reference on the commercial use of enzyme preparations comes from a description of the winemaking process found in the Hammurabi Codex (ancient Babylon, about 2100 B.C.). The ancient texts of the early civilizations of Rome, Greece, Egypt and China also contain references concerning the technological process of vinegar, which is based on the enzymatic conversion of alcohol into acetic acid. Lacteous products represented important food sources in ancient communities. Since fresh milk could not be preserved for any convenient period, its conversion into cheese became an essential part of food production, making it possible for the farmer to bring his product to the markets in a satisfactory form to consumption. The substances most frequently used for this purpose were: ficin (of vegetable origin, obtained from fig trees extract), and renin (of animal origin, resulted from the stomach tissue of ruminant mammals).

Some populations from the Pacific Islands used papaya fruit juice to tenderize even the toughest types of meat. The active enzyme the mentioned vegetal extract represents a protease known as papain, which is used even nowadays as a meat tenderizing agent (Copeland, 2000; Punekar, 2018).

Nowadays, these compounds continue to have an essential contribution in numerous food and beverage technologies, as well as in non-food products (for example, laundry detergents that dissolve stains contain proteolytic enzymes). Enzymes manifest also a fundamental interest in the medicinal and pharmacy sciences, numerous diseases being correlated with the aberrant activities of some enzymes. Therefore, most of the pharmaceutical researches is based on potential and specific inhibitors of these enzymes. The study of enzyme action has attracted the attention of scientists, not only to satisfy erudite interest but also for the benefits of such knowledge for lots of practical needs of society (Copeland, 2000; Palmer și Bonner, 2007; Whitehurst și Law, 2002).

Regarding the beverages industry, enzymes were used for the first time during the 1930's in the manufacturing processes of wines and fruit juices. At the beginning of the 20th century, Boidin and Effront discovered the bacterial amylase. The beverage industry began to use pectinase at the end of the 1940s, to improve clarification and filtration techniques. These types of enzyme preparations began to be tested in the enology field, but only after the 1974's they were officially authorized by the Ciba-Geigy organization,

the first enzymatic preparation proposed being Ultrazym 100. Only by 1980s the β -glucanases were used, which solved the problems of clarification and filtration of the wines obtained from botrytized grapes. At the end of the 1980s, pectolytic enzyme preparations enriched with β -glucosidase began to appear on the market, resulting from the close collaboration of French (Montpellier), Australian (Australian Wine Research Institute) and Gist Brocades (Flanzy, 1998).

The grape's chemical structure and composition present an essential impact on defining the final wine quality. Winemaking conditions such as high sugar and ethanol levels, low *pH* and high polyphenol content can inhibit the activity of the enzymes that come from the grapes. Considering the enzyme-catalyzed reactions are frequently incomplete, leaving untransformed fragments in the substrate and therefore they are capable of new reactions (Chandrasekaran *ş.a.*, 2016). Understanding the major function of enzymes in winemaking technology contributes to the evolution of strategies to optimize the production process to improve the chemical composition and structure of the resulted wine and its organoleptic features (Boyer, 1970; Falch, 1991; Ugliano, 2009; Wong, 1995).

Grapes marc represents the main by-product of the wine industry and an important source of nutritional compounds. Botella *et al.* (2005) studied the production of hydrolytic enzymes from marc (cellulases, xylanases and pectinases), under *Aspergillus awamori* impact (Botella *et al.*, 2005). The use of industrial enzyme preparations has increased in recent years due to the numerous advantages they have, such as they are of natural origin; nontoxic, with insignificant impact on the environment; they present specificity action, being selective in terms of the substrate they transform but also on the catalyzed reaction; enzymes work best in moderate temperature and near neutral *pH* conditions; it exhibits rapid activity at low concentrations, the rate of the reaction being easily controlled by adjusting the temperature, *pH* level and the administrated quantity; they can be easily inactivated if the reactions have produced the desired effect (Underkofler *et al.*, 1957). These products are considered technological aids that are not found in the final product (Flanzy, 1998). Thus, a good knowledge of the regulations considering the administered treatments over the production period is required, including the proper moment, allowed quantity and the application process. The use of enzymatic preparations in the beverage industry must comply with the regulations and recommendations issued by the International Organization of Vine and Wine, the Association of Manufacturers of Fermentation Enzyme Products, the International Health Organization (World Health Organization), the United Nations Food and Agriculture (FAO) and following the Food Chemical Codex (Croitoru, 2009).

The present study is mainly based on monitoring the evolution of some compounds (phenolic compounds, volatile constituents, amino acids and biogenic amines) during alcoholic fermentation, as an effect of the administration of commercially authorized enzymatic preparations. Moreover, the experiment also focused on the final qualities of the resulting samples, determining the physico-chemical, chromatic and sensory parameters of the wines. The laboratory determinations were carried out according to the

norms and methods accredited and indicated by the legislation in force and the specialized literature, as well as those imposed by the International Organization of Vine and Wine.

The experiment contributes to the enrichment of the information already existing in the specialized literature and respectively, the optimization of winemaking strategies.

The present study was developed under the guidance of professor Valeriu V. Cotea from the Iasi University of Life Sciences and the entire Department of Oenology (lecturer Camelia Elena Luchian, lecturer Cintia Lucia Colibaba, assistant professor Ștefan Tudose-Sandu-Ville) to whom I express sincere thanks for the trust and support given.

The practical experiment was carried out in collaboration with the members of the Oenology Laboratory of the Faculty of Horticulture in Iași (eng. Ioan Moraru, eng. Cristian Buburuzanu), members of Oenology Research Center of Romanian Academy, Iasi Branch (CS I Cristinel Zănoagă, CS III Marius Niculaua, CS III Cătălin Ioan Zamfir, CS III Ionel Bogdan Cioroiu, CS III Bogdan Nechita) and members of the „Iuliu Hațieganu” Faculty of Pharmacy from Cluj-Napoca (professor Laurian Vlase, professor Radu Oprean, assistant professor Ana-Maria Gheldiu and PhD student Katalin Nagy) with whom I express my special consideration and thank them.

Thank you to the family and friends who trusted me and supported me unconditionally in my desire to evolve and overcome my fears.

REZUMAT

Calitatea generală a vinului, structura și compoziția chimică a acestuia sunt dependente de caracteristicile materiei prime, particularitățile fermentației alcoolice și de tehnologia de vinificație aplicată (Losada ș.a., 2011). Conștientizarea rolului major pe care îl manifestă enzimele în tehnologia de vinificație contribuie la dezvoltarea strategiilor de optimizare a procesului de producție în vederea îmbunătățirii structurii și compoziției chimice a produsului final și implicit a caracteristicilor senzoriale (Boyer, 1970; Falch, 1991; Ugliano, 2009; Wong, 1995).

Numeroase studii (Armada ș.a, 2010; Arnous și Meyer, 2009; Claus și Mojsov, 2018; Kurbanoglu S. ș.a., 2020; Mojsov, 2013; Osete-Alcaraz ș.a., 2019; Ottone ș.a., 2019; Pardo ș.a., 1999) au confirmat impactul pozitiv al utilizării enzimelor la nivel industrial, atât din punct de vedere al calității produselor finale cât și al optimizării tehnologiilor de producție aplicate. În acest sens, scopul stabilit pentru întocmirea prezentului experiment a constat în monitorizarea evoluției calității vinurilor sub acțiunea tratamentelor enzimatică. Au fost alese enzime comerciale de tipul pectinazelor și β -glicozidazelor, recomandate a fi administrate în diverse etape tehnologice. Lucrarea se focusează pe studiul influenței preparatelor enzimatică administrate înaintea fermentației alcoolice, chiar dacă majoritatea studiilor analizează utilizarea acestora în diferite stadii ale procesului de vinificare. Produsele oenologice utilizate pentru obținerea probelor îndeplinesc condițiile și amendamentele prevăzute în Codexul Oenologic Internațional al OIV și Codex Alimentarius al FAO. Monitorizarea evoluției unor compuși (aminoacizi, compuși fenolici, compuși volatili) este încă o temă de interes în domeniul cercetării, existând relativ puține studii în acest sens.

Pentru a răspunde scopului propus, s-au stabilit următoarele obiective: elaborarea planului experimental și realizarea propriu-zisă a probelor în conformitate cu acesta; analiza fizico-chimică a musturilor obținute; studiul influenței enzimelor asupra caracteristicilor fizico-chimice ale probelor de vin; studiul acțiunii enzimelor asupra parametrilor cromatici ai probelor experimentale finale; monitorizarea evoluției principalilor compuși fenolici și volatili în timpul fermentației alcoolice; monitorizarea evoluției aminoacizilor din probele experimentale în timpul fermentației alcoolice; studiul modificărilor senzoriale ale vinurilor în funcție de tipul preparatelor enzimatică administrate; interpretarea statistică a rezultatelor obținute și compararea rezultatelor cu cele din literatura de specialitate.

Probele experimentale au fost realizate în cadrul Laboratorului de Oenologie al Facultății de Horticultură, din cadrul Universității pentru Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, în anul 2018. Pentru realizarea cercetării propuse au fost alese soiurile Fetească regală și Sauvignon blanc, extrem de răspândite în podgoriile României și apreciate de consumatori. Determinarea parametrilor fizico-chimici, cromatici, senzoriali, precum din monitorizarea evoluției aminoacizilor din probele obținute s-a realizat în cadrul Laboratorului de Oenologie a Facultății de Horticultură, Universitatea pentru Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Monitorizarea evoluției compușilor

fenolici și a constituenților volatili a avut loc în cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” din Cluj-Napoca. Determinările de laborator s-au efectuat conform normelor și metodelor acreditate și indicate de legislația în vigoare și în literatura de specialitate, precum și a celor impuse de către Organizația Internațională a Viei și Vinului (OIV, 2020).

În cadrul prezentei lucrări au fost monitorizați următorii parametri: concentrația de zaharuri fermentabile a strugurilor în momentul recoltării (metoda refractometrică); aciditatea titrabilă a musturilor și vinurilor obținute din acestea (metode titrimetice); pH-ul musturilor și al vinurilor (cu ajutorul unui pH metru); densitatea vinurilor rezultate (metoda densimetrică); concentrația alcoolică a probelor finale (metoda distilării simple); aciditatea volatilă a vinurilor (prin titrimetrie); conținutul dioxidului de sulf liber și total din vinuri (metoda iodometrică); nivelul de zaharuri reducătoare al probelor experimentale (metoda Luff Schrool); extractul sec total și nereducător al probelor finale; concentrațiile de acid malic și lactic din vin; parametrii cromatici ai vinurilor obținute (cu ajutorul spectrofotometriei UV-VIS); conținutul principalilor compuși fenolici în diferite stadii ale fermentației alcoolice (prin cromatografie lichidă); concentrația principalilor compuși volatili în diferite etape ale fermentației alcoolice (prin cromatografie gazoasă); conținutul de aminoacizi în diferite momente ale fermentației alcoolice (cu ajutorul cromatografiei de lichide de înaltă performanță); analiza senzorială a probelor experimentale obținute.

Administrarea tratamentelor enzimaticice a prezentat o influență minoră asupra proprietăților fizico-chimice ale probelor finale, obținându-se multiple grupuri omogene, între care nu a existat o diferență statistică semnificativă ($p > 0,05$). Rezultate comparabile au fost obținute și de [Moroșanu ș.a. \(2016\)](#), [Samoticha ș.a. \(2016\)](#).

Rezultatele obținute evidențiază diferențe semnificative între valorile parametrilor cromatici ai probelor analizate, în funcție de tratamentul enzimatic administrat. Toate probele de Fetească regală au prezentat o valoare ridicată a **clarității**, cu nuanțe predominante de galben și roșu, cu excepția probei V1, care a fost definită prin culoarea verde și galben. Nivelul clarității în cazul variantei V1 este semnificativ mai ridicată față de restul eșantioanelor studiate ($p < 0,05$). Probele de Fetească regală au prezentat cea mai mare diferență colorimetrică și de tonalitate ($p < 0,05$) în cazul variantei V1 comparativ cu proba martor. Pentru cea de-a doua categorie de probe, valorile ΔE au manifestat scăderi semnificative ($p < 0,05$). La soiul Sauvignon blanc, cea mai mare diferență colorimetrică și de tonalitate a fost obținută la proba V5 comparativ cu proba martor. Se observă ca tratamentul cu bentonită a determinat o reducere a principalilor parametrii cromatici (**claritate, cromaticitate, saturație**), dar și o creștere a valorilor în cazul tonalității. Astfel, pe baza datelor obținute, este confirmată acțiunea majoră a tratamentului cu bentonită asupra limpidității și aspectului vinului. Rezultate similare privind acțiunea majoră a enzimelor asupra caracteristicilor cromatice ale vinurilor albe au fost publicate și de [Ducasse ș.a. \(2010\)](#), [El Darra ș.a. \(2016\)](#), [González-Neves ș.a. \(2013\)](#), [Kelebek ș.a. \(2007\)](#), [Kelebek ș.a. \(2009\)](#), [Main și Moriss \(2007\)](#).

Probele analizate au prezentat variații diferite ale conținutul în **compuși fenolici**, atât în funcție de tipul de enzimă administrat cât și de soiul strugurilor utilizați la

vinificare. Majoritatea vinurilor Fetească regală s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în acid protocatehic și cafeic. Concentrațiile cele mai ridicate au fost obținute la varianta V1, probele martor înregistrând cea mai mică concentrație în compuși fenolici. Probele de vin care au fost tratate prin cleire cu bentonită au înregistrat o diminuare semnificativă a concentrațiilor compușilor fenolici comparativ cu celelalte variante, cu excepția acidului ferulic, ale cărui concentrații au crescut. Probele Sauvignon blanc s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în acid protocatehic, caftaric, dar și în *trans*- și *cis*-resveratrol. Variantele condiționate prin administrarea de bentonită au înregistrat reduceri ale concentrațiilor compușilor analizați comparativ cu variantele fără bentonită. Administrarea tratamentelor enzimatice a determinat diferențe semnificative între concentrațiile principalilor compuși fenolici identificați ($p < 0,05$) (cu excepția acidului *p*-cumaric, ferulic și quercitinei), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele ar prezenta valori egale. Efectele tratamentelor enzimatice asupra compoziției chimice a vinurilor au fost studiate pe scară largă; numeroase cercetări care au urmărit influența unor produse oenologice similare (Bartwosky ș.a., 2004; Bautista-Ortín ș.a., 2011; Fernández González ș.a., 2005; Lengyel 2014; Masino ș.a., 2008; Pardo ș.a., 1999) au raportat creșteri semnificative ale compoziției fenolice a vinului.

În ceea ce privește concentrația în aminoacizi, vinurile Fetească regală s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în prolină, arginină și alanină. Similar, unii autori (Agustini ș.a., 2014; Castor și Archer, 1955; Herbert ș.a., 2000; Stines ș.a., 2000; Valero ș.a., 2003) au obținut concentrații ridicate în prolină și arginină. Cei doi compuși nu se consumă în timpul fermentației alcoolice datorită condițiilor anaerobe și ca urmare a metabolismului argininei. Beltran ș.a. (2004) au raportat cantități comparabile ale compusului asparagină (aproximativ 45 mg/L), lizină (16 mg/L) și prolină (aproximativ 500 mg/L). Vinurile Sauvignon blanc s-au remarcat printr-un conținut ridicat în aminoacizii prolină, alanină, acid glutamic, acid aspartic și respectiv, serină. De cealaltă parte, cele mai mici cantități au fost înregistrate în cazul cistinei și cisteinei.

Numeroși autori au monitorizat nivelul compușilor cu azot și variația acestuia în timpul procesului de vinificație (Carrau ș.a., 2008; Bergdahl ș.a., 2012; Jules ș.a., 2004; Pinu ș.a., 2014; Zhang ș.a., 2003). Unii aminoacizi, cum ar fi tirozina, glicina sau ariginina, nu au fost consumați de către levurile *Saccharomyces cerevisiae* administrate în timpul fermentației alcoolice a probelor Sauvignon blanc, ceea ce confirmă observațiile anterioare făcute asupra vinurilor albe de către Valero ș.a. (2003) și Pinu ș.a. (2014). În conformitate cu datele prezentate de Cosme ș.a. (2016), sinteza aminoacizilor în struguri are loc, de obicei, la finalul etapei de maturare a acestora, prolina și arginina fiind principalii compuși cu azot identificați, urmați de alanină, acid aspartic și glutamic, în cantități mai reduse. În concluzie, datele obținute ilustrează o variație importantă a profilului de aminoacizi în funcție de soiul de struguri și de tratamentul enzimatic aplicat.

În urma analizelor realizate prin cromatografie de gaze, în probele experimentale obținute au fost identificați peste 65 de compuși volatili, diferențiat, în funcție de soi. Astfel, în cazul variantelor de Fetească regală, au fost identificați: 25 esteri, 12 alcooli, 12 hidrocarburi, 11 acizi, și alți compuși (compuși carbonilici, terpene, compuși cu azot,

fenoli volatili etc.). De cealaltă parte, la probele Sauvignon blanc au predominat compușii din clasa esterilor (20), urmați de alcoolii (15), hidrocarburi (16), acizi (7) și alți compuși. Compușii volatili identificați pot proveni din materia primă, fiind transferați în must în timpul procesului de vinificare sau se pot forma în timpul fermentației alcoolice, în urma reacțiilor biochimice care au loc în vin. Administrarea tratamentelor enzimatiche au determinat diferențe semnificative între concentrațiile compușilor volatili identificați ($p < 0,05$), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele ar prezenta valori egale. Cele mai ridicate concentrații pentru majoritatea compușilor au fost obținute în cazul variantei V1 la ambele soiuri analizate. Numeroase studii au indicat îmbogățirea profilului de aromă al vinurilor în urma administrării de diferite preparate enzimatiche (Armada ș.a., 2010; Masino ș.a., 2008; Rocha Silvia ș.a. 2005; Roland ș.a., 2012; Rusjan ș.a., 2009; Tominaga ș.a., 1998; Visan ș.a., 2017).

Tratarea vinurilor cu bentonită a determinat modificări ale proporțiilor compușilor volatili în funcție de clasa compușilor, soiul și tratamente enzimatiche administrate.

În ceea ce privește nivelul compușilor carbonilici în vinurile Sauvignon blanc, administrarea tratamentului cu bentonită a determinat o creștere a ponderei acetonei (3-hidroxi-2-butanonă) și benzalhidei. Alți autori au raportat, de asemenea, modificări ale acestor compuși (Vela ș.a., 2017; Vincenzo ș.a. 2015). Numeroși autori au studiat impactul tratamentului cu bentonită asupra esterilor alcoolului etilic. Vincenzo ș.a. (2015) au raportat o tendință descrescătoare a proporției esterilor alcoolului etilic datorată faptului că acești compuși sunt legați de proteine. Lambri ș.a. (2010) au raportat o diminuare a conținutului butiratului de etil și hexanoatului de etil la soiul Chardonnay. Sanborn ș.a. (2010) au obținut o scădere a nivelului decanoatului de etil și acetatului de feniletil la soiul Gewürztraminer și nicio modificare nu a fost semnalată la soiul Chardonnay. În cazul probelor experimentale obținute, această ipoteză a fost confirmată în cazul compușilor: butanoat de etil și dodecanoat de etil la probele Sauvignon blanc și hexanoat de etil, octanoat de etil, 3-hidroxibutanoat de etil, decanoat de etil și 4-hidroxibutanoat de etil la majoritatea variantelor de Fetească regală.

Analiza olfactivă conferă informații importante asupra calității produselor alimentare și băuturilor. În cazul probelor experimentale analizate, se pot observa diferențe organoleptice majore în funcție de tipul de tratament administrat dar și de particularitățile soiului. Toate vinurile rezultate au fost apreciate ca fiind echilibrate, cu o aciditate excelentă, imprimând astfel prospețime și o bună textură.

În cazul soiului Fetească regală, proba martor s-a caracterizat prin arome bogate de flori de câmp, fructe verzi, fân și discrete note vegetale. Varianta V1 s-a remarcat prin gust fructat (fructe coapte) și note de flori de câmp, cu o aciditate și textură excelente. Notele de citrice au fost dominante în proba V2, cu nuanțe fructate (fructe exotice, fructe coapte) și florale (flori de câmp), gust ușor fenolic și o aciditate ridicată. Variantele V3 și V4 s-au remarcat prin arome fructate (fructe coapte, fructe uscate), cu note de fân proaspăt cosit și o bună aciditate. Aroma de fructe verzi a fost bine evidențiată la proba V5, cu nuanțe de fructe exotice și citrice, o bună textură și onctuozitate, dar și aciditate ridicată.

În corelație cu substanțele volatile identificate în probele obținute, se poate considera că profilul organoleptic al vinurilor Fetească regală este definit în special de prezența compușilor: octanoat de etil, acetat de 3-metilbutil, acid hexanoic, acetat de 2-propanil, decanoat de etil ș.a.

La probele obținute din soiul Sauvignon blanc, caracterul vegetal și mineral au fost predominante la varianta V2, urmată de V6, iar cele mai reduse nivele au fost percepute în cazul probei V1. Varianta V3 s-a remarcat prin cele mai intense note fructate (de citrice, fructe exotice, fructe verzi), condimentate, onctuozitate ridicată, gust ușor fenolic, o bună aciditate și textură. Caracterul floral (aroma de trandafir) și fructat (fructe uscate) a fost apreciat la proba V5. Varianta V6 a fost apreciată pentru note dulci de miere, parfum de flori de câmp și fân proaspăt cosit. Conform datelor înregistrate prin gaz cromatografie, compușii 3-metil-1-propanol, 1,6-anhidro-2,3,4-trimetilgalactoză, 3-metil-1-butanol, butandioat de dietil, 1-fenil etanol și acid acetic prezintă ponderi importante, contribuind în cea mai mare măsură la definirea profilului senzorial al vinurilor Sauvignon blanc.

Probele tratate cu bentonită au indicat o reducere a intensității aromelor și a acidității probelor analizate.

În concordanță cu rezultatele obținute, [Bakker ș.a. \(1999\)](#) a raportat, de asemenea, o creștere semnificativă a intensității descriptorilor senzoriali la probele tratate cu enzime pectolitice comparativ cu proba martor.

Varianta V1 a prezentat cele mai mari concentrații ale aminoacizilor, compușilor fenolici și volatili identificați, indiferent de soi.

În concluzie, rezultatele contribuie la dezvoltarea strategiilor de optimizare a procesului de producție în vederea îmbunătățirii structurii și compoziției chimice a produsului final și implicit a caracteristicilor senzoriale.

ABSTRACT

The general quality of wine, its structure and chemical composition are dependent on the raw material characteristics, alcoholic fermentation particularities and the applied winemaking technology (Losada et al., 2011). Awareness of the major role that enzymes play in winemaking contributes to the development of different strategies for optimizing the production process (Boyer, 1970). Numerous studies (Armada et al., 2010; Arnous and Meyer, 2009; Claus and Mojsov, 2018; Kurbanoglu et al., 2020; Mojsov, 2013; Osete-Alcaraz et al., 2019; Ottone et al., 2019; Pardo ş.a., 1999) confirmed the positive impact of using enzymes in food and beverage industries, in improving the quality of final products and optimization of applied production technologies. In this sense, the purpose established for the preparation of this experiment was to monitor the evolution of wine quality under the action of different enzymatic treatments. Commercial enzymes such as pectinases and β -glycosidases were chosen, recommended to be administered in various technological stages. This work refers to the influence of enzymatic preparations administered before alcoholic fermentation, even if most researchers evaluate their use in different stages of the vinification process. The oenological products used for obtaining the samples followed the conditions and amendments provided in the International Oenological Codex (OIV) and the Codex Alimentarius (FAO). Monitoring the evolution of some compounds (amino acids, phenolic compounds, volatile compounds) is still a topic of interest in the field of research, there are relatively few studies in this regard.

To perform the proposed aim, the following goals were established: the elaboration of the experimental plan and conducting experimental samples by it; evaluation of physico-chemical parameters of the musts; evaluation of enzymes influence on the physico-chemical characteristics of wine samples; study on enzymes impact on the chromatic parameters of wines; monitoring the evolution of the main phenolic and volatile compounds during alcoholic fermentation; monitoring the evolution of amino acids during alcoholic fermentation; evaluation of sensory changes of wines; statistical interpretation of the results and comparison of the data with other scientific papers.

The experimental tests were performed at the Oenology Laboratory of the Faculty of Horticulture, within the Iasi University of Life Sciences, in 2018. Two semi-aromatic varieties such as Fetească regală and Sauvignon blanc were chosen, extremely widespread in Romanian vineyards and very appreciated by consumers.

The determination of the physico-chemical, chromatic, sensory parameters, as well as the monitoring of the evolution of the amino acids from the resulted samples was performed at the Oenology Laboratory of the Faculty of Horticulture, Iasi University of Life Sciences. The evolution of phenolic compounds and volatile constituents was realized in collaboration with „Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy from Cluj-Napoca. Investigations were performed according to specialized literature data and following the norms provided by the legislation in force and the International Organization of Vine and Wine regulations (OIV, 2020).

The following parameters were monitored in this paper: the concentration of fermentable sugars in grapes (refractometric method); titratable acidity of resulted musts and wines (titrimetric methods); *pH* of musts and wines (using a *pH* meter); density of the final samples (densimetric method); the alcoholic strength of the wines (simple distillation method); volatile acidity of wines (by titrimetry); free and total sulfur dioxide content of wines (iodometric method); residual sugar level of experimental samples (Luff School method); total and non-reducing dry extract of the final samples; malic and lactic acid concentrations in wine; chromatic parameters of the obtained wines (using UV-VIS spectrophotometry); the content of the main phenolic compounds in different stages of alcoholic fermentation (by liquid chromatography); the concentration of the main volatile compounds in different stages of alcoholic fermentation (by gas chromatography); the amino acid content at different phases of alcoholic fermentation (using high performance liquid chromatography); sensory analysis of the experimental samples.

The administration of enzymatic treatments showed a minor influence on the physico-chemical properties of the final samples, obtaining multiple homogeneous groups, between which there was no statistically significant difference ($p > 0.05$). Comparable results were also obtained by [Moroşanu et al. \(2016\)](#), [Samoticha et al. \(2016\)](#).

Significant differences between the values of the chromatic parameters of the analyzed samples were obtained, depending on the type of administrated enzyme. All Fetească regală wines showed a high level of clarity parameter, with predominant shades of yellow and red, except V1 sample, which was defined by the green and yellow color. The clarity level was significantly higher in V1 comparing to the rest of the samples ($p < 0.05$). Thus, Fetească regală samples showed the highest colorimetric and tonality difference ($p < 0.05$) in the V1 variant comparing to the control sample. For the second category of samples, ΔE values showed significant decreases ($p < 0.05$). Regarding the Sauvignon blanc variety, the largest colorimetric and tonality difference was obtained between V5 and the control sample. It can be observed that the bentonite treatment determined a significant reduction of the main chromatic parameters (clarity, chromaticity, saturation), but also an important increase of tonality. Thus, based on the obtained data, the major impact of bentonite treatment on the clarity and appearance of wine is confirmed. Similar results have been published by [Ducasse et al. \(2010\)](#), [El Darra et al. \(2016\)](#), [González-Neves et al. \(2013\)](#), [Kelebek et al. \(2007\)](#), [Kelebek et al. \(2009\)](#), [Main and Moriss \(2007\)](#).

The analyzed samples showed different variations on the levels of the phenolic compounds, depending on the various characteristics and the type of administrated enzymes. Most of the Fetească regală wines were characterized by a high content of protocatechuic and caffeic acid. Best results were obtained in the V1 variant while control samples registered the lowest concentration in phenolic acids. A significant reduction of phenolic compounds concentrations was generated by the bentonite treatment, except for ferulic acid whose concentrations increased.

Sauvignon blanc samples were characterized by a high content of protocatechuic acid, caftaric acid, *trans*- and *cis*-resveratrol. The treated with bentonite variants registered a significant reduction of the analyzed phenolic acids concentrations.

The administration of enzymatic treatments determined significant differences between the concentrations of the main identified phenolic compounds ($p < 0.05$) (except *p*-coumaric acid, ferulic acid and quercetine), rejecting the null hypothesis that all variables would have equal values. The effects of enzymatic treatments on the chemical composition of wines have been widely studied; numerous authors followed the influence of similar oenological products (Bartwosky et al., 2004; Bautista-Ortin et al., 2011; Fernández González et al., 2005; Lengyel, 2014; Masino et al., 2008; Pardo et al., 1999) and reported significant increases in the phenolic composition of the wine.

In terms of amino acid concentration, Fetească regală wines were characterized by a high content of proline, arginine and alanine. Similarly, some authors (Agustini et al., 2014; Castor and Archer, 1955; Herbert et al., 2000; Stines et al., 2000; Valero et al., 2003) obtained high proline concentrations and arginine. The two compounds are not consumed during alcoholic fermentation due to anaerobic conditions and arginine metabolism. Beltran et al. (2004) reported comparable amounts of asparagine (approximately 45 mg/L), lysine (16 mg/L) and proline (approximately 500 mg/L).

Sauvignon blanc wines were distinguished by a high content of proline, alanine, glutamic acid, aspartic acid and serine, respectively. On the other hand, the lowest amounts were recorded for cystine and cysteine.

Burin et al. (2016) demonstrated the reduction of amino acid levels following the application of various conditioning and stabilization treatments, such as the administration of pectolytic enzymes and bentonite. Numerous authors have monitored the level of nitrogen compounds and its variation during the vinification process (Bergdahl et al., 2012; Carrau et al., 2008; Jules et al., 2004; Pinu et al., 2014; Zhang et al., 2003). Some amino acids, such as tyrosine, glycine or arginine, were not consumed by the administered *Saccharomyces cerevisiae* yeasts during the alcoholic fermentation of Sauvignon blanc samples, which confirms the previous observations made on white wines by Valero et al., (2003) and Pinu et al., (2014). According to the results presented by Cosme et al. (2016), the synthesis of amino acids in grapes usually takes place at the end of their maturation stage, proline and arginine being the main identified nitrogen compounds, followed by alanine, aspartic acid and glutamic acid, in smaller quantities. In conclusion, the data obtained illustrate an important variation of the amino acid profile depending on the grape variety and the applied enzyme treatment.

Following the analyzes performed by gas chromatography, in the experimental samples obtained were identified over 65 volatile compounds, depending on the grape variety. Thus, in Fetească regală samples were identified 25 esters, 12 alcohols, 12 hydrocarbons, 11 acids, and other compounds (carbonyl compounds, terpenes, nitrogen compounds, volatile phenols etc.). On the other hand, the Sauvignon blanc samples were dominated by esters (20), followed by alcohols (15), hydrocarbons (16), acids (7) and other compounds. The identified volatile compounds may come from the raw material,

being transferred to the must during the vinification process or may be formed during the alcoholic fermentation, following the biochemical reactions that take place in the wine. The administration of enzymatic treatments determined significant differences between the concentrations of the identified volatile compounds ($p < 0.05$), being rejected the null hypothesis, according to which all variables would present equal values. The highest concentrations for most compounds were obtained in the V1 variant, in both analyzed varieties. Numerous studies have indicated significant enrichment of wines aroma profile with the administration of various enzymatic preparations (Armada et al., 2010; Masino et al., 2008; Rocha et al., 2005; Roland et al., 2012; Rusjan et al., 2009; Tominaga et al., 1998; Visan et al., 2017).

The bentonite clay treatment determined different changes regarding the proportions of the volatile compounds, depending on the substance's class, grape variety and administrated enzyme preparation.

Regarding the level of carbonyl compounds in Sauvignon blanc wines, the administration of bentonite treatment led to an increase of acetoin (3-hydroxy-2-butanone) and benzaldehyde. Other authors have also reported changes in these compounds levels (Vela et al., 2017; Vincenzo et al. 2015). Numerous authors have studied the impact of bentonite treatment on ethyl esters, obtaining different results. Vincenzo et al. (2015) reported a decreasing trend in the proportion of ethyl esters since these compounds are protein-bound. Lambri et al. (2010) reported a decrease in the content of ethyl butyrate and ethyl hexanoate in the Chardonnay variety. Sanborn et al. (2010) obtained a decrease in the level of ethyl decanoate and phenylethyl acetate in the Gewürztraminer variety and no change was reported on the Chardonnay variety. In the case of the experimental samples obtained, this hypothesis was confirmed on ethyl butanoate and ethyl dodecanoate in Sauvignon blanc wines and ethyl hexanoate, ethyl octanoate, ethyl-3-hydroxybutanoate, ethyl decanoate and ethyl 4-hydroxybutanoate in most of Fetească regală variants.

The olfactory analysis provides important information on the quality of food and beverages. Major organoleptic differences can be observed depending on the type of administered treatments but also on the variety particularities. All wines were appreciated as balanced, with excellent acidity, thus gives freshness and a good texture.

In the case of the Fetească regală variety, the control sample was characterized by wildflowers rich aromas, green fruits, hay and discreet vegetable notes. The V1 variant stood out for its fruity taste (ripe fruit) and wildflowers notes, with excellent acidity and good texture. Citrus notes were dominant in the V2 sample, with fruity (exotic fruits, ripe fruits) and floral (wildflowers) shades, slightly phenolic taste and high acidity. V3 and V4 variants were distinguished by delicate fruity flavors (ripe fruit, dried fruit), with freshly mown hay notes and good acidity. The aroma of green fruits was well highlighted in the V5 sample, with exotic and citrus fruits shades, a good texture and a high acidity also.

In correlation with the identified volatile substances, it can be considered that the organoleptic profile of Fetească regală wines is especially defined by the presence of ethyl octanoate, 3-methyl butyl acetate, hexanoic acid, 2-propyl acetate and ethyl decanoate. In

the Sauvignon blanc variety, the vegetal and mineral character were predominant in the V2 variant, followed by V6, while the lowest levels were perceived on the V1 sample. V3 variant was distinguished by the most intense fruity notes (citrus, exotic fruits, green fruits), spicy, slightly phenolic taste, good acidity and texture. The floral (rose flavor) and fruity (dried fruit) character was appreciated in the V5 sample. V6 variant was appreciated for its sweet notes of honey, wildflowers scent and freshly mowed hay. According to gas chromatography data, 3-methyl-1-propanol, 1,6-anhydrous-2,3,4-trimethyl galactose, 3-methyl-1-butanol, diethyl butandioate, 1-phenyl ethanol and acetic acid have an important contribution in defining the sensory profile of Sauvignon blanc wines.

The bentonite treatment generated a significant reduction in flavor intensity and acidity. [Bakker et al. \(1999\)](#) also reported a significant increase in the intensity of sensory descriptors in treated with pectolytic enzymes samples compared to the control one.

V1 variants presented the highest concentrations of identified amino acids, phenolic and volatile compounds. In conclusion, this data contribute to the development of strategies for optimizing the production process, improving the structure and chemical composition of the final product and its sensory characteristics.

PARTEA I: STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII

PART I: THE PRESENT STATE OF RESEARCH

1. ASPECTE GENERALE ASUPRA TEHNOLOGIEI DE OBTINERE A VINURILOR ALBE

1. GENERAL CONSIDERATIONS ON WHITE WINES TECHNOLOGY

1.1. Tehnologia de obținere a vinurilor albe

În ceea ce privește producția vitivinicolă la nivel global, vinurile albe dețin cel mai dezvoltat segment. Tehnologia generală de obținere a acestor vinuri prezintă o serie de particularități. Astfel, aceasta trebuie să se desfășoare cât mai rapid, într-un interval redus de timp, evitându-se contactul îndelungat al părților solide cu mustul și al mustului cu aerul. Etapele care stau la baza tehnologiei de producere a vinurilor albe sunt ilustrate în Figura 1.1.

Recoltarea strugurilor. Stabilirea perioadei optime de recoltare se face în funcție de momentul instalării maturității tehnologice, care vizează în principal concentrația zaharurilor și aciditatea. O serie de factori influențează perioada de recoltare și anume: amplasarea geografică, condițiile pedo-climatice, anul de recoltă, soiul și produsul final vizat. În general, recoltarea începe după acumularea în struguri a unui conținut de zaharuri fermentabile între 180 g/L și aproximativ 210 g/L pentru producerea vinurilor albe de calitate. Strugurii albi pot fi recoltați manual sau mecanizat, într-o singură etapă sau în mai multe. Lucrările de întreținere a viței de vie (desfrunzitul, tăierile, răritul ciorchinilor) manifestă un impact esențial asupra calității strugurilor, a stării de sănătate și implicit a calității vinului obținut. Prelucrarea strugurilor albi impune acordarea unei atenții deosebite condițiilor de igienă și se recomandă tratarea cu substanțe antiseptice și antioxidative (Dobrei, 2017; Ribéreau-Gayon ș.a., 2006).

Recepția materiei prime vizează analiza din punct de vedere cantitativ dar și calitativ a recoltei (Dobrei A., 2017). După recepția strugurilor, aceștia trebuie prelucrați într-un timp cât mai redus pentru a evita oxidarea și debutul prematur al fermentației. Operațiile de **zdrobire** și **desciorchinare** contribuie într-o mare măsură la menținerea calității, fructuozității și expresivității vinurilor albe (Pomohaci ș.a., 2000). În vederea realizării acestor operațiuni se cunosc următoarele utilaje: zdrobitor cu valțuri sau cu arbore rotativ (cu palete), desciorchinător orizontal sau vertical, zdrobitor-desciorchinător sau desciorchinător-zdrobitor (Cotea ș.a., 1985). Pentru obținerea unor vinuri fructuoase și cu un profil aromatic bogat, se poate aplica o macerație prefermentativă de scurtă durată, prin menținerea strugurilor nedesciorchinați și parțial zdrobiți la o temperatură de 18 °C pentru aproximativ 4 – 8 ore, în funcție de scopul urmărit. Când la obținerea vinului alb se folosesc soiuri de struguri negri, se elimină etapa de zdrobire a boabelor pentru a evita extracția compușilor de culoare în must (Dobrei, 2017; Grainger și Tattersall, 2005; 2016).

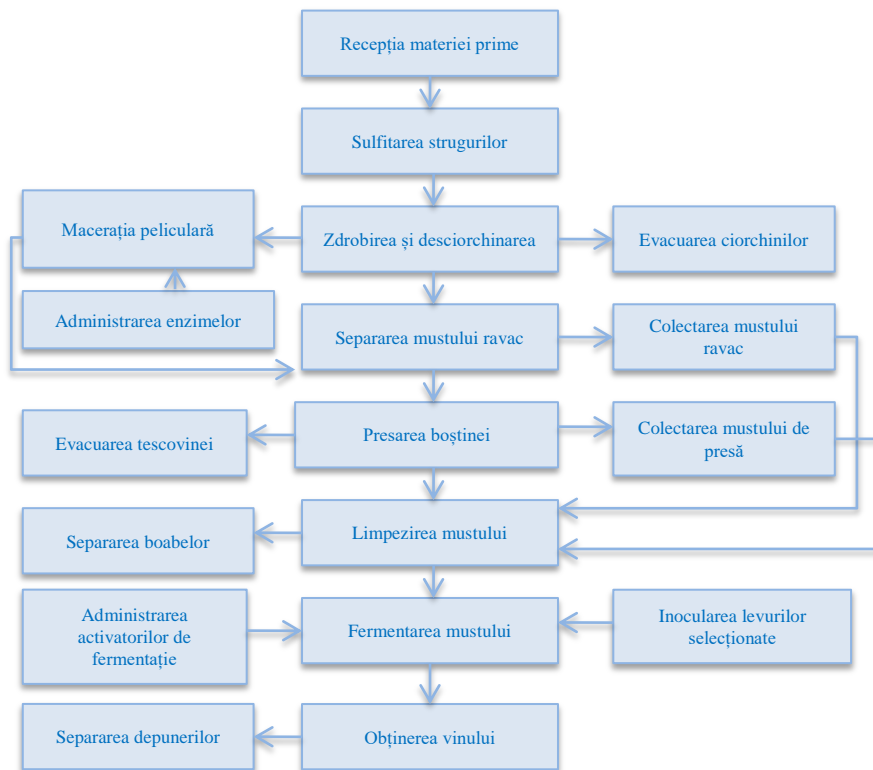


Figura 1.1: Etapele tehnologiei de obținere a vinurilor albe
 Figure 1.1. The stages of white wines technology
 (Țârdea ș.a., 2010 - *Tratat de vinificație*)

Presarea se realizează cu ajutorul preselor pneumatice sau continue (Pomohaci ș.a., 2000). O presare blândă, cu evitarea zdrobirii semințelor, duce la obținerea unui randament ridicat de must, extragerea fracțiunilor aromatice dorite din pielea boabelor (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006). Vehicularea mustuielii și evacuarea părților solide se realizează prin intermediul pompelor cu piston sau rotative, furtunurilor, conductelor și a benzilor transportoare (Cotea ș.a., 1985).

Asamblarea se face prin amestecul mustului ravac cu cel rezultat de la presa I (Cotea ș.a., 1985).

Limpezirea mustului se poate realiza prin cleirea cu bentonită, tratarea cu substanțe antiseptice și antioxidative, administrarea de enzime pectolitice ori prin centrifugare (Dobrei A., 2017). Tratamentul cu bentonită nu numai că adsorbe și elimină materialele coloidale și levurile, ci are capacitatea de a îndepărta proteinele instabile la temperatură (Ough, 1991). Tratarea mustului cu antiseptici are ca scop principal inhibarea dezvoltării bacteriilor (Grainger și Tattersall, 2005; 2016). Limpezirea mustului îmbunătățește calitatea generală a vinului obținut, diminuarea concentrației de compuși fenolici, ameliorarea gustului (reducerea aromei vegetale) și aspectului (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006).

Fermentarea mustului este dirijată prin inocularea levurilor selecționate și a nutrienților și menținerea temperaturii între 10 și 18 °C (Dobrei, 2017; Grainger și

Tattersall, 2005). În această fază are loc transformarea zaharurilor în alcool etilic și dioxid de carbon sub acțiunea enzimelor, cu eliberare de căldură. În plus, în timpul procesului de fermentare se formează și alți compuși, în cantități relativ reduse, printre care glicerol, acid succinic, butilenglicol, acid acetic, acid lactic și diferiți alcooli (Grainger și Tattersall, 2005; 2016)

Deburarea parțială se face după finalizarea fermentației, urmată de completarea nivelului în vasele de fermentație și sulfitare până la aproximativ 30 mg/L dioxid de sulf liber (Dobrei, 2017).

Condiționarea vinurilor obținute vizează realizarea unor operațiuni precum egalizare, refrigerare, cleire (prin administrarea de gelatină, clei de pește, albuș de ou, sânge, lapte, bentonită, alginat de sodiu, caolin, pământ de Spania, proteine vegetale sau poliamide), utilizarea schimbătorilor de ioni, filtrare etc. Tratamentele de cleire vizează îndepărtarea coloizilor aflați în suspensie și ameliorarea calității finale a vinului (Cotea ș.a., 2009).

Stabilizarea tartrică poate urmări prevenirea formării tartraților de potasiu și calciu după ce vinul a fost îmbuteliat. Astfel, pentru a inhiba precipitarea cristalelor de tartrat în sticlă, vinul este refrigerat la aproximativ $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ sau chiar mai puțin. După câteva zile, cristalele depuse se vor îndepărta iar vinul poate fi îmbuteliat (Grainger și Tattersall, 2005).

Sulfitarea. Dioxidul de sulf este substanța antiseptică cea mai utilizată în vinificație. Cu toate acestea, doar o mică porțiune din dioxidul de sulf liber acționează în acest fel (dioxid de sulf activ). Mai mult, prin administrarea dioxidului de sulf în vinificație se obține o mai bună limpiditate a vinurilor, se favorizează extracția compușilor de culoare și se realizează îmbunătățirea aspectului și a profilului de aromă. Înainte de îmbuteliere, concentrațiile de SO_2 liber trebuie ajustate la valori cuprinse între 25 și 35 mg/L. Niveluri mai ridicate se impun la vinurile cu zaharuri reziduale, pentru a inhiba fermentarea ulterioară (Grainger și Tattersall, 2005; Cotea ș.a., 1985).

Îmbutelierea vinului se face în butelii din sticlă care să asigure condiții de impermeabilitate și durabilitate.

Etichetarea și respectiv **ambalarea** buteliilor se face prin intermediul mașinilor de etichetat (Dobrei A., 2017).

1.2. Procese biochimice desfășurate în timpul fermentației alcoolice

Metabolizarea zaharurilor are loc în urma unor reacții biochimice de transformare, care parcurg trei etape: glicoliza, fermentația alcoolică și fermentația gliceropiruvică (Pomohaci și ș.a., 2000; Ribéreau-Gayon ș.a., 2006). Fermentația alcoolică implică procesul descris de Embden, Meyerhof și Parnas în jurul anului 1940 și este cunoscută sub numele de glicoliză, care presupune desfășurarea a 10 reacții.

Glicoliza. În raport cu condițiile aerobe, levurile au capacitatea de a degrada zaharurile folosind două căi metabolice: fermentația alcoolică și respirația. În această

etapă are loc scindarea hexozelor în acid piruvic cu formare de ATP, în condiții anaerobe. În acest sens, glicoliza este catalizată de activitatea unui ansamblu de compuși enzimatici, amplasați în partea solubilă a citoplasmei. Transportul glucozei și fructozei din must de-a lungul membranei plasmatică activează un sistem complex de transportori proteici, facilitându-se difuzarea hexozelor în citoplasmă, unde sunt rapid metabolizate. Deplasarea solutului are loc în direcția gradientului de concentrație, de la mediul exterior concentrat la cel interior diluat, nefiind un sistem de transport activ care să necesite energie. În continuare, glicoliza este realizată în întregime în citosolul celulei. Într-o primă etapă, are loc transformarea glucozei în fructozo-1,6-difosfat, antrenând două molecule de ATP și implică, la rândul ei, trei stadii: o fosforilare inițială a glucozei, cu consum de ATP, rezultând glucozo-6-fosfat; izomerizarea acestuia din urmă în fructozo-6-fosfat și în continuare, o a doua fosforilare a compusului format rezultând fructozo-1,6-difosfat; cele trei reacții sunt catalizate de hexokinază, gluco-fosfat-izomerază și respectiv, fosfofructokinază. Cea de-a doua etapă a glicolizei constă în formarea compusului gliceraldehid-3-fosfat. Sub acțiunea catalitică a enzimei fructozo-difosfat aldolaza, fructozo-1,6-difosfat este scindată în dihidroxiaceton-1-fosfat și gliceraldehid-3-fosfat. Transformarea dihidroxiaceton-fosfat în gliceraldehid-3-fosfat se desfășoară rapid, acest compus fiind eliminat continuu prin reacțiile de glicoliză rezultate. Cea de-a treia fază a glicolizei cuprinde alte două etape care recuperează o parte a energiei din gliceraldehid-3-fosfat. Energia chimică a ATP poate fi transformată ulterior în celulă în alte forme de energie necesare creșterii celulare. Prima reacție în această fază de generare a energiei este o reacție de oxidare catalizată de enzima gliceraldehid-3-fosfat dehidrogenază. Este o oxidare cuplată cu o fosforilare la nivel de substrat, nicotinamidadenin dinucleotid (NAD^+) fiind cofactorul dehidrogenării. În acest stadiu se află în forma sa oxidată; nicotinamida fiind partea reactivă a moleculei. Simultan, se stabilește o legătură bogată în energie între carbonul oxidat al substratului și fosfatul anorganic. NAD^+ acceptă doi electroni și un atom de hidrogen cedat de substratul oxidat. În continuare, fosfogliceratkinaza catalizează transferul grupării fosforil al acilfosfatului de la 3-fosfoglicerol-fosfat la ADP; și se formează 3-fosfoglicerat și ATP. Fosfogliceromutaza catalizează conversia 3-fosfogliceratului în 2-fosfoglicerat. Enolaza catalizează deshidratarea 2-fosfogliceratului, formând fosfoenol-piruvatul. Prin fosforilarea ADP, se formează acid piruvic și ATP, această reacție fiind catalizată de enzima piruvat kinază, iar glicoliza fomeză patru molecule de ATP. Două dintre acestea sunt utilizate imediat în vederea activării unei noi molecule de hexoză, rezultând două molecule de ATP per moleculă de hexoză metabolizată. După finalizarea acestei faze începe fermentația alcoolică, gliceropiruvică sau respirația, în funcție de condițiile de mediu (Aranda ș.a., 2011; Cotea ș.a., 2009; Lehninger, 1987; Neacșu ș.a., 2012; Ribéreau-Gayon ș.a., 2006). Prezența unor concentrații ridicate de pesticide în must poate genera o inactivare a enzimelor care se ocupă cu fosforilarea hexozelor și inhibarea activității levurilor (Pomohaci ș.a., 2000).

Fermentația alcoolică. După glicoliză, fermentația alcoolică este completată cu două reacții suplimentare utilizate pentru transformarea NADH la NAD^+ pentru a garanta

continuarea glicolizei. În prima reacție, piruvatul format este decarboxilat sub acțiunea piruvat decarboxilazei. Cofactorul este reprezentat de compusul tiamin-pirofosfat care, împreună cu piruvatul formează un compus intermediar. A doua etapă constă în reducerea acetaldehidei în etanol de către NADH. Această reacție este catalizată de alcool dehidrogenază al cărui centru activ conține un ion de Zn^{2+} . Piruvat decarboxilaza (notată PDC) produsă de *Saccharomyces cerevisiae* cuprinde două izoenzime: o formă majoră (PDC1), reprezentând 80 % din activitatea decarboxilazei și o formă minoră (PDC5) a cărei funcție rămâne incertă. Din punct de vedere energetic, glicoliza urmată de fermentația alcoolică furnizează levurii două molecule de ATP per moleculă de glucoză degradată sau 14,6 kcal/mol utilizabile biologic. Din punct de vedere termodinamic, schimbarea energiei libere în timpul degradării unui mol de glucoză în etanol și dioxid de carbon este de 40 kcal., diferența (25,4 kcal) fiind disipată sub formă de căldură (Lehninger, 1987; Ribéreau-Gayon ș.a., 2006).

Fermentarea glicero-piruvică. În prezența sulfitului, fermentarea glucozei în prezența levurilor produce cantități echivalente de glicerol, dioxid de carbon și acetaldehidă în forma sa bisulfitică. Acetaldehida combinată cu sulfid nu poate fi redusă în etanol, dihidroxiaceton-fosfat devenind astfel acceptorul final al electronilor. În această fermentație, numai două molecule de ATP sunt produse pentru fiecare moleculă de hexoză degradată. Este necesar ca ATP să activeze glucoza în prima etapă a glicolizei. Fermentarea gliceropiruvică nu furnizează energie asimilabilă biologic pentru levuri. La începutul fermentației alcoolice a mustului, inoculul este format din levuri cultivate inițial, în prezența oxigenului, piruvat decarboxilaza și alcool dehidrogenaza fiind slab exprimate. Ca urmare, acumularea de etanol este limitată. Reoxidarea NADH nu implică etanol, ci mai degrabă dihidroxiacetonă. Se formează glicerol, acid piruvic și unele produse de fermentație secundare cum ar fi derivații ai acidului piruvic (de exemplu, acid succinic, oxaloacetic, malic, substanțe acetoinice, 2,3-butandiol). Aceste molecule sunt produse la începutul vinificației, când activitățile piruvat decarboxilazei și alcool dehidrogenazei sunt scăzute. 3-fosfogliceratul poate fi, de asemenea, deviat de la glicoliză pentru a participa la sinteza unor aminoacizi, cum ar fi serina. În cele din urmă, fosfatul de dihidroxiacetonă, unul dintre produsele finale ale fazei de investiții energetice, este utilizat pentru a produce glicerol. Această moleculă are un efect puternic asupra calității vinului, participând la biosinteza triacilglicerolilor și este, de asemenea, principalul osmolit compatibil produs de levuri ca răspuns la stresul osmotic semnificativ la care sunt expuse la începutul vinificației (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006; Aranda ș.a., 2011; Lehninger, 1987).

Respirația. Atunci când glucidele sunt utilizate pe cale respiratorie, acidul piruvic (originar din glicoliză) suferă o decarboxilare oxidativă în prezența coenzimei A și NAD^+ . Acest proces generează dioxid de carbon, NADH și acetyl-coenzima A). Sistemul enzimatic al piruvat dehidrogenazei catalizează această reacție în interiorul mitocondriilor, cu participarea tiamin-pirofosfatului, lipoamidei și dinucleotid flavin-adeninei care au rol de cofactori catalitici. Unitatea de acetyl eliberată de compusul piruvat este activată sub formă de acetyl-coenzima A. Reacțiile ciclului acidului citric, denumite și ciclul acizilor tricarboxilici sau ciclul Krebs, oxidează complet acetyl-coenzima A în CO_2 . Aceste reacții

apar și în mitocondrii. În ciclul Krebs, fosforilarea la nivel de substrat formează o moleculă de ATP în timpul transformării succinil- coenzima A în succinat. Respirația unei molecule de glucoză produce 36 – 38 de molecule de ATP, dintre care două provin din glicoliză, 28 din fosforilarea oxidativă a NADH și FADH² generate de ciclul Krebs și două din nivelul de fosforilare al substratelor în timpul formării succinatlui. Din fosforilarea oxidativă a două molecule NADH produse în glicoliză rezultă 4 – 6 molecule de ATP. Numărul acestora depinde de sistemul de transport folosit pe lanțul respirator din mitocondrii. Utilizarea unei cantități de zaharuri în procesul de respirație produce de până la 19 ori mai multă energie utilizabilă biologic disponibilă pentru drojzii comparativ cu procesul de fermentație (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006).

Prođuși secundari rezultați în urma metabolismului levurilor din genul *Saccharomyces*. În urma proceselor metabolice care au loc în must, pe lângă constituenții principali (alcool și dioxid de carbon), rezultă și compuși secundari care, deși se găsesc în cantități cu mult mai reduse, manifestă un rol important în definirea caracteristicilor senzoriale ale vinurilor (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006). În urma degradării zaharurilor în timpul fermentației glicero-piruvice rezultă glicerol. Evoluția acidului piruvic generează formarea unor compuși precum: acidul formic (care imprimă vinului note de picant), acidul fumaric (conferă senzația de afumat), acidul propionic (este responsabil mirosul de varză murată), diacetil (gust de nuci), acetoină (notă de migdale) (Pomohaci ș.a., 2000). Compușii cu funcțiuni cetonice (acid piruvic, acid α -cetoglutamic) și acetaldehida se combină predominant cu dioxidul de sulf în vinurile obținute din struguri sănătoși. Acetaldehida este eliberată în prezența unor cantități excesive de dioxid de sulf în must. În condițiile anaerobe ale fermentației, pH ridicat și cu un deficit de tiamină și acid pantotenic este favorizată producția de acizi cetonici. Suplimentarea mustului cu tiamina limitează acumularea compușilor cetonici în vin. Alte produse secundare ale fermentației: acid acetic, acid lactic, butandiol, diacetil și acetoină. Acidul acetic este principalul acid volatil al vinului, produs în special în timpul degradării bacteriene. În cantități ridicate, acidul acetic are un efect nedorit asupra calității organoleptice a vinului. În mustul de struguri sănătoși, cu o concentrație moderată de zaharuri (mai puțin de 220 g/L), *Saccharomyces cerevisiae* produce cantități relativ mici de acid acetic (100 – 300 mg/L), variind în funcție de sușă. Acidul acetic poate rezulta prin hidroliza compusului acetil-coenzima A, în urma decarboxilării oxidative a acidului piruvic sub acțiunea piruvat dehidrogenazei sau prin oxidarea acetaldehidei. De asemenea, anumite condiții practice de vinificație pot duce la producerea de acid acetic în cantități semnificative. Așa cum este și cazul formării glicerolului, producția de acid acetic depinde în mare măsură de nivelul inițial al zaharurilor din must. Astfel, cu cât conținutul mustului în zaharuri este mai mare, cu atât levurile vor produce mai mult acid acetic (și glicerol) în timpul fermentației. În vinurile obținute din struguri botritizați, substanțele secretate de *Botrytis cinerea* inhibă creșterea levurilor și crește producția de acid acetic și glicerol în timpul fermentației. Alți factori de vinificație care favorizează producerea de acid acetic de către *Saccharomyces cerevisiae* sunt condițiile de anaerobioză, pH scăzut (< 3,1) sau foarte ridicat (> 4), deficit de aminoacizi sau vitamine în must și o temperatură prea ridicată (25 – 30 °C) în faza de

înmulțire a levurilor. Temperatura nu trebuie să depășească 20 °C la începutul fermentației. La producerea vinurilor albe seci și roșii, limpezirea excesivă a mustului poate conduce la creșterea excesivă a acidității volatile sub acțiunea levurilor. Acest fenomen poate fi pronunțat în cazul unor anumite tulpini de levuri. Prin urmare, turbiditatea trebuie ajustată la cel mai mic nivel posibil pentru a permite o fermentare completă și rapidă. Alimentația lipidică a levurii influențează semnificativ producția de acid acetic în timpul producerii vinurilor albe și rosé. Acidul lactic este un alt produs secundar al fermentației, derivat din acidul piruvic, sub influența lactat dehidrogenazelor. Prin determinarea concentrației de acid lactic din vin, se poate stabili dacă originea acidului acetic este drojdia sau bacteriile lactice. Vinurile care au suferit fermentație malolactică pot conține câteva grame pe litru de acid lactic. Pe de altă parte și fermentația lactică a zaharurilor (degradarea lactică) formează acid lactic. Levurile folosesc de asemenea acidul piruvic pentru a forma acetoină, diacetil și 2,3-butandiol. Acest proces începe cu condensarea unei molecule de piruvat și a acetaldehidei active legate de tiamin-pirofostat, ceea ce duce la formarea acidului α -acetolactic. Decarboxilarea oxidativă a acidului α -acetolactic produce diacetil. Acetoina este produsă fie prin decarboxilarea neoxidantă a acidului α -acetolactic, fie prin reducerea diacetilului. Reducerea acetoinii duce la formarea compusului 2,3-butandiol; această ultimă reacție este reversibilă. De la începutul fermentației alcoolice, drojdiile produc diacetil, care se reduce rapid la acetoină și 2,3-butandiol. Această reducere are loc după sfârșitul fermentației alcoolice, când vinurile sunt conservate pe biomasa drojdiei. Acetoina și în special diacetilul sunt compuși cu miros puternic, care conferă aromă de unt. Peste o anumită concentrație, acestea influențează negativ profilul aromatic al vinurilor. Concentrația diacetilului în vinurile în care nu s-a instalat fermentația malolactică este mică (câteva miligrame pe litru pentru diacetil) pentru a avea o influență olfactivă. Pe de altă parte, bacteriile lactice pot degrada acidul citric pentru a produce cantități mult mai mari ale acestor compuși carbonilici decât levurile. În cele din urmă, levurile condensează acidul acetic (sub formă de acetil-coenzima A) și acidul piruvic pentru a produce acid citramalic (până la 300 mg/L) și acid dimetilglicerol (până la 600 mg/L). Acești compuși au incidență organoleptică mică. *Saccharomyces cerevisiae* degradează parțial acidul malic (10 – 25 %) în timpul fermentației alcoolice. Tulpinile diferite de levuri degradează cantități variabile ale acestui acid, iar degradarea este semnificativă atunci când pH-ul este scăzut. Fermentația alcoolică este calea principală care degradează acidul malic. Acidul piruvic rezultat din această transformare este decarboxilat în etanal, care este apoi redus la etanol. Enzima malică este responsabilă pentru transformarea acidului malic în acid piruvic. Această decarboxilare oxidativă necesită NAD^+ . Desfășurarea fermentației maloalcoolice generează o reducere semnificativă a acidității vinului (Ough, 1991; Ribéreau-Gayon ș.a., 1974; 2006).

Sinteza aminoacizilor. Azotul constituie un element esențial al vieții levurilor. Astfel, mustul poate conține aproximativ 0,1 – 1 g/L compuși cu azot solubili, reprezentând cationi de amoniu (3 – 10 %), aminoacizi (25 – 30 %), polipeptide (25 – 40 %) și proteine (5 – 10 %) (Pomohaci ș.a., 2000). Ionul amoniu și aminoacizii

găsiți în strugurii materie primă vor constitui suport nutritiv pentru levuri care, la rândul lor, își pot sintetiza aminoacizii necesari. NADP^+ glutamat dehidrogenaza (NADP^+ -GDH), produs al genei GDH1, produce glutamat dintr-un ion de amoniu și o moleculă de α -cetoglutarat. Acesta din urmă este un produs intermediar al ciclului acidului citric. Levurile posedă, de asemenea, un NAD^+ glutamat dehidrogenază (NAD^+ -GDH), produs al genei GDH2. Această dehidrogenază este implicată în catabolismul oxidativ al glutamatului, eliberând ionul de amoniu utilizat în sinteza glutaminei. Activitatea NADP^+ -GDH este maximă atunci când levura este cultivată pe un mediu care conține exclusiv amoniu ca sursă de azot. Activitatea NAD^+ -GDH este însă maximă când sursa principală de azot este glutamatul. Glutamin sintetaza (GS) produce glutamină din glutamat și amoniu, această aminare necesitând hidroliza unei molecule de ATP. Prin reacții de transaminare, glutamatul are rol apoi de donator al grupării amino în biosinteza diferiților aminoacizi. Fosfatul piridoxal constituie cofactorul transaminazei și este derivat din piridoxină (vitamina B6). Scheletul de carbon al aminoacizilor provine din produsele intermediare ale glicolizei (piruvat, 3-fosfoglicerat, fosfenolpiruvat), ciclul acidului citric (α -cetoglutarat, oxaloacetat) sau ciclul pentosfat fosfat (riboza 5-fosfat, eritros 4-fosfat). Unele dintre aceste reacții sunt foarte simple, cum ar fi formarea de acid aspartic sau alanină prin transaminarea glutamatului în oxaloacetat sau piruvat. Aminoacizii pot fi clasificați în șase familii biosintetice în funcție de natura lor și de precursorul lor de carbon:

- pe lângă glutamat și glutamină, prolina și arginina sunt formate din α -cetoglutarat;
- asparagina, metionina, lizina, treonina și izoleucina sunt derivate din acidul aspartic, care este produs din oxaloacetat. ATP poate activa metionina pentru a forma S-adenozilmetionina, care poate fi demetilată pentru a forma S-adenozilhomocisteina, a cărei hidroliză eliberează adenina pentru a produce homocisteina.
- piruvatul reprezintă sursa de sinteză a alaninei, valinei și leucinei.
- 3-fosfogliceratul conduce la formarea serinei și glicinei. Condensarea homocisteinei și serinei produce cistatina, un precursor al cisteinei. Ciclul de imidazol al histidinei este format din riboza 5-fosfat și adenina de ATP.
- aminoacizii care posedă un ciclu aromatic (tirozină, fenilalanină, triptofan) sunt derivate din eritroza 4-fosfat și fosfenolpiruvat care sunt intermediari ai ciclului pentozei și glicolizei. Condensarea lor formează acid shikimic. Condensarea acestui compus cu o altă moleculă de fosfenolpiruvat produce corismat, un precursor al aminoacizilor aromatici.

Mecanismul de asimilare al amoniului și aminoacizilor. Pătrunderea de amoniu și aminoacizi în celula levurilor activează numeroși transportori sau permeaze proteice ale membranei. *Saccharomyces cerevisiae* are cel puțin doi transportori specifici de ioni amoniu. Din primele etape ale fermentației, acești transportori asigură asimilarea rapidă a aminoacizilor mustului. Acidul glutamic și glutamina nu sunt singurii aminoacizi asimilați rapid. Majoritatea aminoacizilor sunt consumați din must până când primele 30 g de zaharuri au fost fermentate. Alanina și arginina reprezintă principalii aminoacizi separați

în must. Levurile folosesc acești doi compuși și ionul amoniu ușor după epuizarea altor aminoacizi. Drojdiile nu folosesc prolina în timpul fermentației, deși este unul dintre aminoacizii principali care se găsesc în must. În timpul fermentației, levurile asimilează între 1 și 2 g/L de aminoacizi. Spre sfârșitul fermentației, levurile eliberează cantități semnificative, dar variabile, de aminoacizi diferiți, preponderentă fiind prolina (aproximativ jumătate din totalul acestora). Concentrația lor în celulă este în general mai mare decât în mediul extern. Etanolul limitează puternic transportul aminoacizilor, modificând compoziția și proprietățile fosfolipidelor membranei plasmatică. Membrana devine mai permeabilă iar ionii H^+ ai mediului pătrund masiv în interiorul celulei printr-o simplă difuzie (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006).

Catabolismul aminoacizilor. Ionul amoniu este esențial pentru sinteza aminoacizilor necesari constituirii proteinelor. Astfel, are loc transferul unei grupări amino, provenind de la unul dintre aminoacizi, pe acidul α -cetoglutamic pentru a forma acidul glutamic. Aminotransferazele sau transaminazele catalizează această reacție. Acidul glutamic este apoi dezaminat pe căi oxidative pentru a forma NH_4^+ .

Formarea alcoolilor superiori și a esterilor. Levurile pot elibera acizii cetonici formați prin dezaminarea aminoacizilor numai după decarboxilarea lor în aldehydă și reducerea în alcool. Acest mecanism, cunoscut sub numele de reacția Ehrlich, explică parțial formarea alcoolilor superiori în vin. Degradarea aminoacizilor nu este însă singura cale de formare a alcoolilor superiori din vin. De fapt, anumiți compuși cum ar fi 1-propanol și 1-butanol, nu au precursori aminoacizi. Nu s-a dovenit nicio relație între cantitatea de aminoacizi din must și cantitatea de alcooli superiori corespunzători din vin. Producția mai mare de alcool sub acțiunea levurilor pare să fie legată nu numai de catabolismul aminoacizilor, dar și de sinteza lor prin acizii cetonici corespunzători. Acești acizi sunt derivați din metabolismul zaharurilor. De exemplu, 1-propanol nu are aminoacid corespunzător, fiind derivat din acidul α -cetobutiric care poate fi format din acid piruvic și acetil-coenzima A. Acidul α -cetoizocaproic este precursor al alcoolului izoamilic și un produs intermediar în sinteza leucinei. De asemenea, poate fi produs din acidul α -acetolactic, care este derivat din acid piruvic. Majoritatea alcoolilor superiori din vin pot fi, de asemenea, formați prin metabolismul glucozei, fără implicarea aminoacizilor. Cu excepția 1-fenil etanolului, care imprimă un miros floral, asemănător trandafirilor, alcoolii superiori se caracterizează prin miros neplăcut, de solvent. Nivelul acestor compuși în vin este dependent de condițiile de pH ridicat, temperatura de fermentare și un grad mare de aerare. Deficiențele de ioni amoniu și aminoacizi conduc, în general, la creșterea concentrației de alcooli superiori din vin. În aceste condiții, drojdia are capacitatea să recupereze tot azotul disponibil prin transaminare. De asemenea, un rol deosebit în producerea de alcooli superiori îl are și levura responsabilă de fermentație. Astfel, *Saccharomyces bayanus* (var. *uvarum*) prezintă capacitatea de a produce un nivel mai ridicat de 1-fenil etanol decât *Saccharomyces cerevisiae*. Datorită activităților catalizate de esterază, sub acțiunea levurilor iau naștere diferiți esteri, cei mai întâlniți fiind acetatul de izoamil (responsabil pentru aroma de banană) și acetatul de feniletil (aromă de trandafir). Deși nu sunt legați de metabolismul azotului, iau naștere și numeroși

esteri etilici ai acizilor grași, formați prin condensarea acetil-coenzima A. Dintre aceștia, hexanoatul de etil se remarcă prin note florale și fructate care amintește de merele verzi. Decanoatul de etil are un miros asemănător săpunului. În vinificația în alb, producția acestor esteri poate fi crescută prin scăderea temperaturii de fermentare și creșterea gradului de limpezire al mustului (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006). Formarea acidului succinic poate avea loc: sub influența fumarat reductazei, în urma reacției de reducere a acidului fumaric; ca rezultat al reacției Thunberg care implică condensarea a două molecule de tipul acetyl-coA; din ciclul Krebs, rezultând din transformarea acidului piruvic în acid citric, izocitric, α -cetoglutaric și în final, în acid succinic (Cotea ș.a., 2009).

2. ELEMENTE FUNDAMENTALE PRIVIND COMPOZIȚIA CHIMICĂ A VINULUI

2. FUNDAMENTAL ELEMENTS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF WINE

Apa reprezintă componentul predominant al vinului, cantitatea acesteia variind între 60 și 85 % din totalul constituenților. Apa este esențială în majoritatea reacțiilor chimice implicate în toate etapele tehnologice, de la creșterea și dezvoltarea strugurilor, fermentarea mustului și până la învechirea vinului. Astfel, apa reprezintă mediul esențial de dezvoltare și desfășurare a activității levurilor și microorganismelor, având și funcția de solvent pentru restul elementelor constituente (Jackson, 2008; Cotea, 2009).

Alcoolii. Dintre aceștia, etanolul (denumit și alcool etilic sau metilcarbinol) constituie alcoolul preponderent în vin, fiind principalul subprodus organic al fermentației alcoolice (Jackson, 2008). Acesta se formează în urma fermentației zaharurilor de tip hexoze (fructoză, glucoză), sub acțiunea levurilor (Waterhouse ș.a., 2016). Această reacție poate fi descrisă sub forma ecuației Gay-Lussac după cum urmează:



În condiții normale de fermentație, nivelul alcoolului etilic poate ajunge până la 15 %, fiind dependent de conținutul de zaharuri, temperatura de fermentație și sușa levurilor administrate. Odată cu creșterea conținutului de alcool, este limitată creșterea și dezvoltarea microorganismelor. Mai mult, alcoolul etilic prezintă și rol de solvent al celorlalți constituenți, alături de apă, fiind esențial pentru asigurarea stabilității, învechirii și definirii proprietăților senzoriale ale acestuia. Astfel, nivelul etanolului poate accentua senzația de dulce și indirect, modifică percepția acidității, ceea ce face ca vinurile acide să fie percepute mai echilibrate. La concentrații mari ale etanolului, este accentuat gustul de acru, contribuind la definirea structurii și corpolenței, în special la vinurile seci. Mai mult, etanolul poate intensifica senzația de amar, reducând în același timp astringența taninurilor (Bakker ș.a., 2011; Jackson, 2008; Waterhouse ș.a., 2016). Alături de alți alcooli, acesta reacționează lent cu acizii organici pentru a produce esteri, iar în urma reacției cu aldehidele formează acetați. Majoritatea alcoolilor superiori din vin sunt produși secundari ai fermentației levurilor. De obicei, acestea reprezintă aproximativ 50 % din constituenții aromatici ai vinului, cu excepția etanolului. Din punct de vedere cantitativ, alcoolii superiori cel mai frecvent întâlniți sunt: 1-propanol, 2-metil-1-propanol (alcool izobutlic), 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol (alcool izoamilic), 2-feniletanol (alcool fenilic). Majoritatea alcoolilor superiori imprimă astringență. La concentrații scăzute (0,3 g/L sau mai puțin), acestea adaugă în general complexitate buchetului. Formarea alcoolilor superiori în timpul fermentației este influențată în mod semnificativ de tratamentele și practicile de vinificație aplicate. Sinteza acestuia este favorizată de prezența oxigenului, temperatura de fermentație ridicată și prezența particulelor în suspensie (Jackson, 2008).

Tabelul 2.1/Table 2.1
 Principalii alcooli superiori întâlniți în vin și aminoacizii precursori/ The main higher alcohols of wine and their precursor amino acids
 (Waterhouse ș.a., 2016 – *Understanding wine chemistry*)

Denumire compuși	Aminoacizii precursori	Concentrații (mg/L)	Descriptori de aromă
2-Metil-1-propanol	Valină	25 – 87	Solvent
2-Metil-1-butanol	Izoleucină	16 – 31	Solvent, fuzel
3-Metil-1-butanol	Leucină	84 – 333	Solvent, fuzel
3-Metilsulfanil-1-propanol	Metionină	0,16 – 2,4	Cartofi fierți
2-Feniletanol	Fenilalanină	40 – 153	Trandafiri, miere

Acizii. Acești compuși se găsesc atât sub formă minerală (anorganică) cât și organică. Acizii minerali prezintă în general concentrații reduse (sub 1 g/L), majoritatea prezentându-se sub formă de săruri (de exemplu, acizii sulfuric, clorhidric și fosforic). Acizii organici pot fi întâlniți atât sub formă de săruri cât și în stare liberă. Dintre aceștia, predominanți sunt acizii tartric, malic, citric, oxalic, fumaric, ascorbic, galacturonic, gluconic, shikimic și chinic. Acizii tartric, malic și oxalic constituie peste 95 % din totalul acestor compuși (Waterhouse ș.a., 2016; Bakker ș.a., 2011).

Tabelul 2.2/ Table 2.2
 Principalii compuși rezultați în urma degradării bacteriene a vinului/ The main compounds resulting from wine's bacterial degradation
 (Bartowsky, 2009 – *Bacterial spoilage of wine and approaches to minimize it*)

Denumire compuși	Concentrații	Sursa bacteriană	Descriptori de aromă
Acetaldehida	100 mg/L	<i>Acetobacter, Gluconobacter</i>	Măr zdrobit, nuci
Acid acetic	0,2 g/L	<i>Acetobacter, Gluconobacter, bacterii lactice (Lactobacillus, Oenococcus, Pediococcus)</i>	Oțet, astringent, acru
Acetat de etil	7,5 mg/L	<i>Acetobacter, Gluconobacter, bacterii lactice (Lactobacillus, Oenococcus, Pediococcus)</i>	Dizolvant de unghii
2,3-Butandionă	0,1 – 2 mg/L	<i>Lactobacillus, Oenococcus</i>	Unt, caramel, nuci
2-Etoxi-3,5-hexadienă	0,1 μg/L	<i>Lactobacillus, Pediococcus</i>	Frunze de mușcată zdrobite
2-Acetil-tetrahidropirină	4 – 5 μg/L	<i>Lactobacillus, Oenococcus</i>	Șoarece
2-Etiltetrahidropiridină	2 – 18 μg/L	<i>Lactobacillus, Oenococcus</i>	Șoarece
2-Acetil-1-pirolină	7,8 μg/L	<i>Lactobacillus, Oenococcus</i>	Șoarece

Boulton ș.a. (1999) au prezentat aciditatea totală ca fiind cea provenită din acizii carboxilici și derivații lor, exprimată în unități molare sau echivalenți per litru. Dintre acizii existenți în vin, acidul acetic este principalul responsabil de aciditatea volatilă a vinului, alături de alți acizi carboxilici, cum ar fi acizii formici, butirici și propionici. Prezența lor în vin este derivată în principal din metabolismul acizilor grași sau produși de diferite levuri și bacterii. Cantități relativ reduse de acid acetic sunt produse de levuri în timpul fermentației. La niveluri normale ale vinului (300 mg/L), acidul acetic poate

adăuga complexitate gustului și mirosului și manifestă importanță în producerea esterilor de acetat care pot imprima vinului caracterul fructat. La cantități de peste 300 mg/L, este accentuat gustul acru, de oțet și mirosul înțepător care acoperă restul aromelor. Nivelul ridicat de acid acetic sunt de obicei rezultatul unei degradări bacteriene (Jackson, 2008; Waterhouse ș.a., 2016).

Aciditatea fixă a unui vin este dată de ansamblul acizilor organici nevolatili, cu influență semnificativă asupra nivelului pH-ului. În struguri, acizii tartric și malic constituie de obicei peste 90 % din aciditatea fixă, nivelul acestora fiind dependent de condițiile climatice și maturitatea strugurilor. Astfel, aciditatea fixă poate varia de la concentrații sub 2 g/L la peste 5 g/L. Odată cu instalarea fermentației malolactice, acidul malic este înlocuit de acidul lactic monocarboxilic (Jackson, 2008).

Majoritatea acestor acizi se găsesc în cantități reduse și în general nu prezintă un impact semnificativ asupra caracteristicilor senzoriale, cu excepția succinatului, α -cetoglutaratului și piruvatului. Succinatul poate imprima gust sărat, amar; α -cetoglutaratul poate lega dioxidul de sulf, reducând concentrația activă liberă în vin iar acidul piruvic poate avea impact asupra culorii acestuia. Suplimentarea cu acid citric sau tartric se face de obicei în scopul acidificării vinurilor cu pH ridicat (Jackson, 2008).

Acizii gluconic, glucuronic și galacturonic sunt de obicei asociați cu atacul putregaiului cenușiu (*Botrytis cinerea* spp.) (Jackson, 2008).

Acidul lactic reprezintă un constituent major al vinului, rezultând din activitatea metabolică a bacteriilor, în special a celor lactice. O cantitate redusă de acid lactic este produsă de levuri în timpul fermentației alcoolice. Acestea produc enzime care decarboxilează acidul malic în lactic în timpul fermentației malolactice. Principalul avantaj al fermentației malolactice este transformarea acidului malic, de tip dicarboxilic, care imprimă duritate, în acid lactic, monocarboxilic, care conferă gust plăcut. Prezența cu preponderență a acidului L-lactic, unul dintre cei doi stereoizomeri ai acidului, este de obicei un indicator al instalării fermentației malolactice. În schimb, levurile și unele bacterii sintetizează cantități egale de D- și L- acid lactic în timpul metabolizării acidului malic (Jackson, 2008).

Acidul succinic constituie unul dintre principalele produse secundare ale metabolismului levurilor, în urma degradării glucidelor. Este rezistent la atacurile de natură microbială în condiții anaerobe și prezintă stabilitate ridicată în vin. Cu toate acestea, gustul sărat-amar al acidului succinic limitează utilizarea acestuia în scopul acidificării vinului (Cotea, 1985; Jackson, 2008).

Acidul tartric provine din materia primă, atinge o concentrație maximă la începutul fazei de pârghă iar spre deosebire de acidul malic, concentrația acestuia rămâne relativ constantă în timpul maturării strugurilor, fiind metabolizat de un număr redus de microorganisme. Administrarea acidului tartric în vinificație este de obicei preferată în scopul acidificării vinurilor cu pH ridicat, cu dezavantajul de a crește instabilitatea bitartratului. Unele specii de levuri pot sintetiza, de asemenea, cantități relativ mici de acid tartric. Pe măsură ce vinurile sunt supuse învechirii, are loc cristalizarea tartratului

dizolvat și precipitarea acestuia. Acest lucru se produce parțial datorită conversiei naturale a acidului tartric (forma L) în izomer D (Waterhouse ș.a., 2016, Jackson, 2008).

Acidul malic poate constitui aproximativ 50 % din aciditatea totală a strugurilor și a vinului, concentrația sa în fructe diminuându-se concomitent cu maturarea acestora, în special în perioadele caniculare de la sfârșitul sezonului, rezultând vinuri susceptibile la degradarea microbiană. Conținutul de acid malic al fructelor este unul dintre principalii indicatori cu rol în stabilirea momentului optim de recoltare (Jackson, 2008; Bakker ș.a., 2011).

Pe lângă compușii menționați, în vin mai pot fi identificați și alți acizi, câteva exemple fiind prezentate în Tabelul 2.3.

Tabelul 2.3/ Table 2.3

Principalii acizi întâlniți în vin/ The main acids of wine
(Waterhouse ș.a., 2016 – *Understanding wine chemistry*)

Denumire compuși	Concentrații (mg/L)	Descriptori de aromă
Acid <i>p</i> -cumaric	< 30	Smirnă, scoarțoasă
Acid cafeic	< 15	Nuanțe balsamice
Acid butanoic	0,40 – 5,00	Rânced, transpirație, brânză
Acid decanoic	0,06 – 0,80	Rânced
Acid hexanoic (caproic)	0,80 – 4,00	Unt, rânced, brânză
3-Metilbutanoic (izovaleric)	0,30 – 1,00	Rânced, transpirație, brânză
2-Metilpropanoic (izobutiric)	0,40 – 2,00	Rânced, unt, brânză
Acid octanoic (caprilic)	0,60 – 5,00	Unt, rânced
Acid propanoic (propionic)	> 100	Înțepător, rânced

Compușii fenolici constituie un ansamblu de compuși cu o importanță majoră asupra calității vinurilor, cu rol în definirea profilului senzorial și cu importante proprietăți antimicrobiene și antioxidante. Dintre aceștia, reprezentativi sunt acizii fenolici, substanțele tanante și colorante (Tabelul 2.4). Nivelul ridicat al reactivității chimice a acestor compuși generează diferite procese de oxidoreducere și condensare (Cotea ș.a., 2009). În struguri, polimerizarea catechinelor (3-flavanol) produce o clasă de polimeri numiți procianidine (taninuri condensate). Există diferențe structurale între procianidinele din pielă, ciorchine și semințe.

Compușii fenolici din vin pot proveni atât din strugurii materie primă cât și în urma contactului cu lemnul butoiului, pluta dopului sau ca rezultat al administrării unor tratamente oenologice. Nivelul cât și calitatea acestor compuși în vin este direct proporțională cu soiul, varietatea, cultura viței de vie, condițiile climatice ale anului, tehnica recoltării, tehnologia de vinificare. De exemplu, aplicarea unei recoltări de tip mecanizat poate determina o creștere semnificativă a conținutului de polifenoli în vin. Concentrația de compuși fenolici transferată de la materia primă poate ajunge până la aproximativ 4 g/L acid galic în cazul vinurilor roșii, și de la 350 până la 500 mg/L în cazul probelor de vin alb (Cotea ș.a., 2009; Jackson, 2008).

Denumire compuși	Vinuri albe	Vinuri roșii
Acizi benzoici	1 – 5 mg/L	50 – 100 mg/L
Acizi cinamici	50 – 200 mg/L	50 – 200 mg/L
Flavonoli	Urme	15 mg/L
Antociani	0 mg/L	20 – 50 mg/L
Flavonoli monomerici	Urme	150 – 200 mg/L
Procianidine	< 100 mg/L	1500 – 5000 mg/L

Nonflavonoidele primare întâlnite în vinurile care nu sunt maturate în lemn de stejar provin din acizii hidroxicinamici și hidroxibenzoici. Aceștia sunt extrași cu ușurință din vacuolele celulare în timpul procesului de zdrobire.

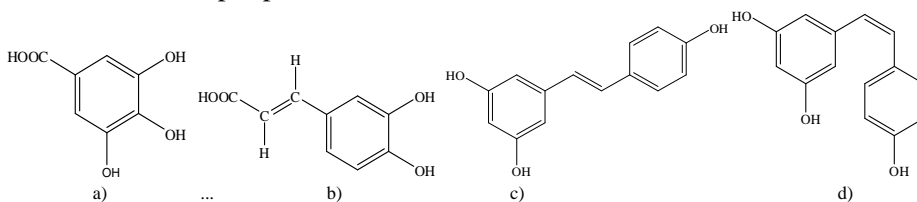


Figura 2.1: Acidul galic (a), acidul trans-caffeic (b), *trans*-resveratrolul (c), *cis*-resveratrol (d)
 Figure 2.1: Gallic acid (a), *trans*-caffeic acid (b), *trans*-resveratrol (c), *cis*-resveratrol (d)

Acizii hidroxibenzoici se găsesc în concentrații de până la 15 mg/L în vinurile albe și între 50 și 100 mg/L în cazul celor roșii. Dintre aceștia, reprezentativi sunt acizii *p*-hidroxibenzoici (acidul vanilic, galic, siringic), care se găsesc sub formă de urme, cu concentrații de până la 1 mg/L în vin și provin din pielețele strugurilor și acizii *o*-hidroxibenzoici (acidul salicilic și gentic), formați în timpul fermentației alcoolice (Cotea ș.a., 2009).

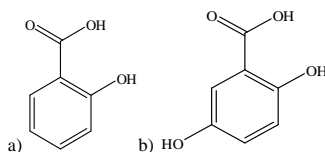


Figura 2.2: Structura chimică a acidului salicilic (a) și gentic (b)
 Figure 2.2: Chemical structure of salicylic acid (a) and gentisic acid (b)

Acizii hidroxicinamici cu concentrații ce variază în limite largi sunt caftaric, cutaric și fertaric. De obicei, nivelul acestora este sub pragul de detecție. În combinație cu alte componente ale vinului, aceste nonflavonoide pot influența percepția organoleptică, proporțional cu nivelul concentrației alcoolice. De exemplu, acidul caftaric poate accentua senzația de amar, acidul *p*-cumaric poate imprima nuanțe de smirnă și scorțișoară etc. (Hornedo-Ortega ș.a., 2020). Acești compuși prezintă acțiune bactericidă, coleretică dar și diuretică (Cotea, 2009).

Mai mult, în afară de acizii fenolici, în musturi și vin sunt prezenți și alți compuși cu rol definitoriu în aprecierea calității organoleptice a acestora, cunoscuți sub denumirea de stilbeni, predominanți fiind resveratrolul, tirosolul, metoxirosolul, triptofolul (Cotea, 2009). De exemplu, producția de tirosol prin metabolismul drojdiei poate contribui la

imprimarea gustului de amar, efect predominant la vinurile spumante. Nivelul acestui compus crește considerabil în timpul celei de-a doua fermentații în sticlă. Chiar și în vinurile albe, tirosolul poate imprima senzație de amar la concentrații normale de 25 mg/L (Jackson, 2009).

Fenolii volatili reprezintă compuși derivați ai fenolului, cu importanță majoră în definirea profilului aromatic al vinului. Au fost separați aproximativ 20 de astfel de compuși în vin, cei mai cunoscuți sunt prezentați în Tabelul 2.5 (Cotea ș.a., 2009).

Tabelul 2.5/ Table 2.5

Principalii fenoli volatili întâlniți în vin/ The main volatile phenols found in wine

Denumire compuși	Limită de detecție (μg/L)	Sursa	Descriptori de aromă	Referințe
Fenol	30	Degradarea ligninei	Chimic	Berger ș.a., 2016
Guaiacol	23	Degradarea ligninei	Fum, dulce	Jackson, 2008
4-Metilguaiacol	21	Degradarea ligninei	Fum, cenușă	Waterhouse ș.a., 2016
Siringol	57	Degradarea ligninei	Fum, medicamente	Jackson, 2008
Eugenol	6	Degradarea ligninei	Cuișoare, notă picantă	Waterhouse ș.a., 2016;
Vanilină	200	Degradarea ligninei	Vanilie	Jackson, 2008
M-cresol	20	Degradarea ligninei	Piele	Waterhouse ș.a., 2016
4-Etilfenol	440	<i>Brattanomyces spp.</i>	Piele, gunoi de grajd	Jackson, 2008
4-Vinilfenol	180	<i>Brattanomyces spp.</i>	Medicinal, fenolic, tutun	Jackson, 2008
4-Etilguaiacol	33	<i>Brattanomyces spp.</i>	Condimentat, cuișoare	Jackson, 2008
4-Vinilguaiacol	40	<i>Saccharomyces spp.</i>	Fum, fenolic	Waterhouse ș.a., 2016

Substanțele tanante fac parte din categoria compușilor fenolici sintetizați în principal de plantă (Cotea ș.a., 2009). Taninurile pot fi hidrolizabile sau condensate. Taninurile hidrolizabile, pe bază de fenoli nonflavonoizi, se găsesc sub formă de esteri și, ca atare, pot fi degradate sau hidrolizate. Taninurile condensate (procianidine) nu pot fi ușor descompuse prin hidroliză. Taninurile din vin sunt alcătuite din polimeri de leucoantocianidine și catechine (Ribéreau-Gayon, 1974). Cantitățile mici de catechine (3-flavanol) și leucoantocianine (3,4-flavandioli) prezente în vinurile albe contribuie la definirea structurii și corpolenței vinului (Jackson, 2009; Ong și Nagel, 1978; Peleg și Noble, 1995). Taninurile formează complexe de culoare albastră la reacția cu Fe^{3+} , reacționează cu proteinele imprimând astringență. Aceștia pot proveni din toate părțile solide ale strugurilor (Cotea ș.a., 2009). Valorile medii determinate de Kantz și Singleton (1991) pentru diferite soiuri de struguri sugerează că 58,5 % din taninurile condensate sunt în semințe, 21 % se găsesc în tulpini, 16,5 % în frunze și restul de 4 % în pielețele boabelor. În timpul învechirii, concentrațiile de tanin din vinuri se diminuează semnificativ ca urmare a oxidării și precipitării cu proteine (Zoecklein, 1995). Aceste substanțe prezintă o importanță deosebită în definirea calității vinurilor, a stabilității și a evoluției acestora (prezintă importantă acțiune antioxidantă) (Țârdea ș.a., 2000). Din punct de vedere organoleptic taninurile imprimă duritate, astringență dar și note de amar,

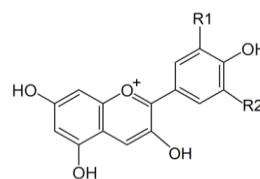
acru, concomitent cu nivelul în care se găsesc. În general, conținutul de taninuri din vinurile albe variază între 0,2 și 0,4 g/L, iar în cele roșii de 5 – 8 ori mai mult (Cotea ș.a., 2009).

Substanțele colorante din vin sunt reprezentate în special de antociani (la vinurile roșii) și flavone (la cele albe). Antocianii se găsesc în vin sub formă de glicozide și constituie principalii responsabili de culoarea vinurilor roșii. În general, aceștia se află legați sau acilați cu acizii acetic, cafeic sau *p*-cumaric (Zoecklein, 1995). Culoarea acestora și intensitatea este dată de numărul grupărilor hidroxil care se leagă la nucleul benzenic dar și de *pH*-ul mediului (Cotea ș.a., 2009; Țârdea ș.a., 2000), după cum este reprezentat în Tabelul 2.6.

Tabelul 2.6/ Table 2.6

Antocianidine prezente în struguri/ Grapes anthocyanidins
(Moreno J și Peinado R., 2012 – *Enological chemistry*)

Denumire compus	Radical 1	Radical 2	Culoare
Cianidină	OH	H	Roșu-închis
Peonidină	OCH ₃	H	Roșu-oranj
Delfinidină	OH	OH	Albastru-violet
Petunidină	OCH ₃	OH	Roșu-violet
Malvidină	OCH ₃	OCH ₃	Roșu



În cazul vinurilor albe, flavonele constituie principalii responsabili de culoarea galben-brună a acestora. Din punct de vedere chimic, structura acestor compuși este similară cu cea a antocianilor. Principalii compuși flavonici care pot fi separați în vin sunt reprezentați de: quercitină, kaempferol și miricetină (Țârdea ș.a., 2000).

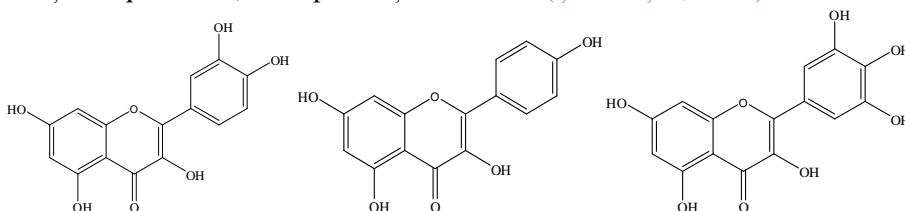


Figura 2.3: Compuși flavonici prezenți în struguri: Quercitină (a), Kaempferol (b), Miricetină (c)
Figure 2.3: Flavonic compounds present in grapes: Quercetin (a), Kaempferol (b), Myricetin (c)

Concentrațiile substanțelor colorante în vin variază în limite largi, în funcție de particularitățile tehnologice ale soiului și practici de vinificație adoptate (Cotea ș.a., 2009).

Substanțe odorante. Compuși cu caracter odorant (substanțe volatile) separați în vin au capacitatea de a excita simțul olfactiv (Cotea, 1985). Aromele vinului pot fi de tip varietal (primare), prefermentativ, fermentativ și postfermentativ (secundare). Aromele specifice soiurilor sunt rezultatul metabolismului plantei și sunt influențate în special de soiul și varietatea acestora, gradul de maturare, caracteristicile solului și condițiile climatice ale anului. Acumularea compușilor de aromă începe încă din perioada de formare a strugurilor, continuând pe toată perioada de maturare. Stabilirea momentului optim de recoltare a fructelor este dependentă de evoluția și concentrația acestora în compuși odoranți (Cotea, 1985). Aromele prefermentative sunt produse prin reacții de

oxidare și hidroliză în timpul etapelor de extracție și macerare a mustului. Aromele fermentative sunt rezultatele metabolismului levurilor în timpul fermentațiilor alcoolice și malolactice, din care rezultă alcoolii, acizi, esteri, compuși carbonilici și cu sulf. Aromele postfermentative sunt definte în perioada de maturare și învechire a vinului (Ottone ș.a., 2019; Samoticha ș.a., 2017). Nivelul compușilor volatili din vin este influențat și de tehnicile de vinificație aplicate. Astfel, în afară de compușii volatili care au ca sursă materia primă, în vin se mai găsesc și alte substanțe cu caracter odorant care iau naștere fie în timpul procesului de fermentație fie în etapa de învechire. Printre cei mai importanți compuși de aromă întâlniți frecvent în vinuri se numără monoterpenele, pirazinele, compuși cu funcție tiol, fenolii, izoprenoidele, norizoprenoidele etc. Aceștia se găsesc în concentrații mici în struguri și doar o parte este transferată în must (Cordonnier, 1956).

Tabelul 2.7/ Table 2.7

Exemple de esteri întâlniți în vinurile albe/ Examples of white wines esters
(Cotea ș.a., 2009 – *Tratat de oenochimie*)

Denumire compus	Descriptori de aromă	Referințe
Caproat de alil	Ananas	Dalton, 2017
Acetat de benzil	Măr	Jackson, 2009
Acetat de etil	Acetonă, vopsea, lipici, fructat	Waterhouse ș.a., 2016; Jackson, 2009
Butanoat de etil	Banană, ananas, căpșuni	Dalton, 2017
Hexanoat de etil	Ananas, măr verde, banană	Waterhouse ș.a., 2016; Aranda ș.a. 2011
Format de etil	Lămâie, rom, căpșuni	Li ș.a., 2008
Heptanoat de etil	Piersică, cireșe, zmeură, căpșuni	www.thegoodscentscompany.com
Octanoat de etil	Fructat, piersică, ananas, pară	Waterhouse ș.a., 2016; Aranda ș.a. 2011
Lactat de etil	Lactic, zmeură	Li ș.a., 2008
Nonanoat de etil	Fructat, struguri, trandafiri	Li ș.a., 2008
Pentanoat de etil	Măr, ananas, fructat	www.thegoodscentscompany.com
Acetat de geranil	Floral, mușcată, citric	www.thegoodscentscompany.com
Pentanoat de geranil	Măr, fructat, ananas	www.thegoodscentscompany.com
Acetat de izoamil	Pară, banană	Aranda ș.a. 2011
Acetat de izopropil	Fructat, măr, banană	www.thegoodscentscompany.com
Butirat de linalil	Floral, fructat, citric	www.thegoodscentscompany.com
Butirat de metil	Ananas, măr, căpșuni	Dalton, 2017
Acetat de amil	Măr, banană, eteric, pară	www.thegoodscentscompany.com
Butirat de amil	Piersică, pară, ananas, banană	www.thegoodscentscompany.com
Hexanoat de amil	Fructe verzi, ananas, măr	www.thegoodscentscompany.com

Esterii sunt compușii care rezultă în urma reacției dintre alcoolii și acizii organici (esterificare). Aceștia se pot forma în timpul procesului de fermentație alcoolică a mustului (esterificare biologică) sau în etapa de maturare și învechire a vinului (esterificare chimică). Formarea acestor compuși este dependentă de condițiile de fermentație și tipul levurilor (levuri ce influențează mai puțin esterificarea – *Saccharomyces* și *Torulopsis*; levuri ce influențează moderat esterificarea – *Hanseniospora* și *Brettanomyces*; levuri ce influențează puternic esterificarea – *Kloeckera*).

După Jackson (2009), peste 160 de astfel de compuși au fost izolați în vin. Cantitatea totală de esteri din vin variază de regulă de la 2 meq/L la vinurile tinere, până la

10 meq/L la cele învechite (Cotea ș.a., 2009). O bună parte a esterilor imprimă arome fructate și se găsesc în mod natural în uleiurile esențiale ale plantelor (Dalton, 2017). Astfel, esterii constituie factori importanți în definirea profilului organoleptic. Dintre aceștia, acetatul de etil, format în urma reacției dintre etanol și acidul acetic este cel mai întâlnit. La vinurile sănătoase, concentrația sa poate varia între 50 și 100 mg/L. La concentrații peste aceste valori, compusul imprimă miros de acetonă (Jackson, 2009). Acetatul de izoamil și de benzil sunt cunoscuți pentru notele sale fructate imprimate vinurilor (banană și respectiv, măr). Principalii esteri din vin și descriptorii de aromă ai acestora pot fi observați în Tabelul 2.7.

Aldehidele și cetonele reprezintă compuși organici produși ca metaboliți în procesul de fermentație și în urma reacțiilor de oxidare. Acestea sunt responsabile și de formarea taninurilor condensate. Deși se găsesc în cantități foarte mici, aceste substanțe pot avea o influență majoră asupra caracteristicilor organoleptice ale vinului (Tarko ș.a., 2020). Principalele aldehide și cetone identificate în vin sunt prezentate în Tabelul 2.8.

Tabelul 2.8/ Table 2.8
Aldehide și cetone frecvent întâlnite în vin/ Aldehyde and ketones commonly found in wine
(Cotea ș.a., 2009 – *Tratat de oenochimie*)

Denumire compus	Concentrații	Descriptorii de aromă
Acetaldehidă	< 2,1 g/L	Fructat, măr putred
2-Metilpropanal	1 – 200 μg/L	Banană, pepene galben, lac de unghii
2-Metilbutanal	3 – 100 μg/L	Iarbă verde, fructat
3-Metilbutanal	40 – 250 μg/L	Banană necoaptă, măr, brânză
Octanal	0,04 – 6 μg/L	Citrice
Nonanal	0,05 – 9 μg/L	Citrice
Decanal	0,07 – 1,6 μg/L	Citrice
Fenilacetaldehidă	2,5 – 130 μg/L	Floral
Diacetil	5 – 7,5 g/L	Unt
Acetoină	100 – 60 mg/L	Unt
Furfural	0 – 5 mg/L	Caramel
Sotolon	1 – 6 μg/L	Sirop de arțar
1,1-Dietoxietan	0,5– 70 mg/L	Fructe verzi, lemn dulce

Din categoria izoprenoidelor, monoterpenele sunt responsabile de formarea profilului aromatic la soiurile Muscat și Gewürztraminer (Cordonnier, 1956). Geraniolul, α-terpineolul și linaloolul se găsesc frecvent în vin, conținutul lor variind între 0,3 și 3,5 mg/L, cu o medie de 2 mg/L. Acestea sunt responsabile de notele florale de trandafir și liliac.

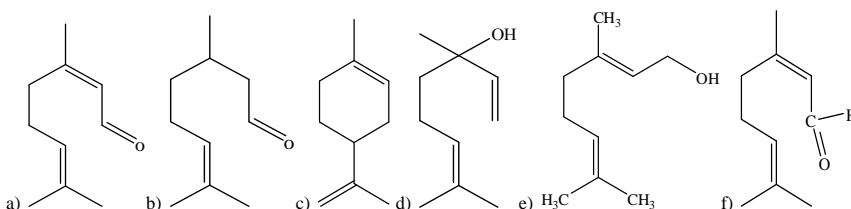


Figura 2.4: Structuri pentru diferite substanțe odorante (derivați terpenici): citral (a), citronelol (b), limonen (c), linalool (d), geraniol (e), nerol (f)
Figure 2.4: Structures for different odorants (terpene derivatives): citral (a), citronelol (b), limonene (c), linalool (d), geraniol (e), nerol (f)

Norizoprenoidele C13 reprezintă un grup divers de compuși naturali, rezultați din scindarea oxidativă a moleculei carotenoide între pozițiile C9 și C10, rezultând

norizoprenoide cu 13 atomi de carbon. Din această categorie, prezintă importanță β -damascenona, vitispiran și 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftalena. În concentrații mici, β -damascenona este responsabilă pentru aromă de lămâie a vinului iar în concentrații ridicate imprimă note de măr, trandafir și miere. Similar cu β -damascenona, prezența β -iononului în vin amintește de parfumul de violete și este specific vinurilor roșii. 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftaleină este principalul responsabil de aromele de învechit, în special la Riesling, imprimând note de combustibil, petrol.

Tabelul 2.9/ Table 2.9
Principalii compuși din clasa isoprenoizilor întâniți în vin/ The main isoprenoids in wine
(Cotea ș.a., 2009 – *Tratat de oenochimie*)

Compuși	Concentrații ($\mu\text{g/L}$)	Descriptori de aromă
Monoterpenoide		
Lactonă	0,10	Cocos, dulce, lemn
1,8-cineol (eucaliptol)	Nd – 33	Eucalipt
Linalool	Nd – 370	Floral, citrice
Geraniol	Nd – 290	Floral, citrice
Citronelol	1 – 50	Citrice, trandafiri
Hotrienol	3 – 240	Floral, citrice
α - terpineol	Nd – 400	Liliac
Nerol	Nd – 360	Floral, vegetal
Sesquiterpene		
Rotundonă	Urme – 0,56	Piper negru
Nerolidol	Nd – 29	Floral
Farnesol	Nd – 180	Trandafiri, floral
C₁₃-norizoprenoide		
β -damascenonă	0,3 – 0,45	Mere coapte, floral, gutui
β -iononă	Nd – 18	Violete, lemn, zmeură
1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftalenă	Nd – 54	Petrol, kerosen

Metoxipirazinele se formează în urma reacțiilor dintre glicină cu leucină, izoleucină și valină. Au fost identificate în diverse soiuri de struguri însă în cantități mai reduse în soiurile Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc și Sauvignon blanc. Metoxipirazinele se găsesc predominant în pielea strugurilor, fiind extrasă în must în urma zdrobirii și presării. Acești compuși sunt principalii responsabili pentru aroma de ardei verde gras din vinuri, intensitatea acesteia variind în funcție de condițiile pedoclimatice (Berger, 2007).

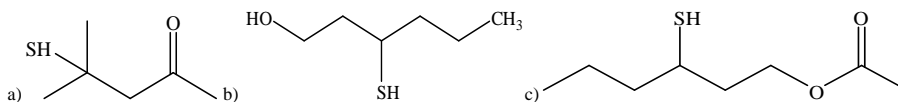


Figura 2.5: Structuri: 4-mercapto-4-metil-2-pentanonă (a), 3-mercapto-1-hexanol (b), acetat de 3-mercaptohexil (c)
Figure 2.5: Structures: 4-mercapto-4-methyl-2-pentanone (a), 3-mercapto-1-hexanol (b), 3-mercaptohexyl acetate (c)

Tioli volatili de tipul 4-mercapto-4-metil-2-pentanonă, 3-mercapto-1-hexanol, acetat de 3-mercaptohexil, sunt principalii responsabili de aroma de grapefruit, fructul pasiunii, agrișe, coacăze, lychee, guava, note ierboase. Acești compuși se formează în

timpul fermentației alcoolice, sub acțiunea levurilor din genul *Saccharomyces* (Swiegers ș.a., 2007).

Principalii tioli prezenți în vin/ The main thiols present in wine
(Cotea ș.a., 2009 – *Tratat de oenochimie*)

Tabelul 2.10/ Table 2.10

Compuși	Limita de detecție (ng/L)	Descriptori de aromă
Hidrogen sulfurat	1.000	Ou clocit
Metantioi	2.000	Putred
Etantioi	1.000	Ceapă, cauciuc
Sulfat de dimetil	25.000	Varză, sparanghel, trufe
Disulfat de dimetil	29.000	Ceapă, sparanghel, varză
Trioacetat de metil	50.000	Brânză, ouă
Trioacetat de etil	10.000	Usturoi, ceapă
3-Mercapto-1-hexanol	60	Grapefruit, fructul pasiunii
Acetat de 3-mercaptohexil	4	Fructul pasiunii
4-Mercapto-4-metil-2-pentanonă	3	Guava
4-Mercapto-4-metil-2-pentanol	55	Citrice
Benzotiazol	50	Cauciuc
Benzenmetantioi	0,3	Fum
2-Furanmetantion (2-furfuriltioi)	0,4	Cafea prăjită
2-Fetil-3-furantioi	3	Carne gătită

Substanțele azotate cuprind compușii în a căror compoziție și structură intră azotul. Acestea se găsesc atât sub formă minerală cât și organică și provin din strugurii utilizați ca materie primă (Ferreira ș.a., 2000). Aceștia manifestă un impact major în desfășurarea fermentației alcoolice și a capacității de spumare în cazul vinurilor spumante.

Deși proteinele se găsesc în cantități reduse în comparație cu alte fructe, boabele de struguri conțin o mare varietate a acestor compuși. Dintre acestea, doar o mică parte poate rămâne stabilă în urma procesului de vinificație datorită pH-ului scăzut al mediului aflat în fermentație, concentrației alcoolice ridicate și prezenței activităților proteolitice care provoacă denaturarea și degradarea extensivă a proteinelor. Concentrația acestora în vinuri poate varia semnificativ, fiind influențată în principal de conținutul de proteine din struguri și de tehnologiile de vinificație utilizate. Deși sunt prezente în cantități reduse în vin, proteinele joacă un rol tehnologic major, în special la vinurile albe, unde sunt responsabile de casarea proteică a acestora. Acest defect se datorează denaturării și agregării proteinelor în timpul depozitării vinului, dând naștere la formarea unor particule care rămân suspendate și/sau precipitate. Proteinele care provoacă instabilitate în vin sunt cele care sunt stabile în timpul vinificației. Pe lângă importanța lor pentru stabilitatea vinului alb, proteinele influențează și percepția olfactivă pentru că acestea pot interacționa cu diverși compuși de aromă (Lubbers ș.a., 1994). Proprietățile fizice și chimice specifice soluțiilor proteice influențează formarea și stabilitatea spumei la vinurile spumante. Mai mult, acești compuși prezintă proprietăți antioxidante, antimicrobiene, tensioactive (Curioni ș.a., 2008).

Aminoacizii fac parte din categoria substanțelor azotate organice, care prezintă în moleculă grupări amino și carboxil, concentrațiile acestora fiind influențate de soiul materiei prime, tehnicile de cultivare și vinificație aplicate, condiții climatice ale anului etc. (Beral și Zapan, 1973; Cotea ș.a., 2000). Aceștia constituie principalii compuși cu azot din musturi și vinuri, reprezentând aproximativ 20 – 30 % din totalul acestora la cele albe și până la 50 % în cazul vinurilor roșii. Compușii cu azot servesc ca suport nutritiv pentru levuri în timpul fermentației alcoolice și malolactice și manifestă o importanță deosebită în definirea complexității senzoriale a vinului (Moreno-Aribas și Polo, 2009). Printre aminoacizii întâlniți frecvent în vin se numără: glicololul (glicina), valina, leucina, izoleucina, serina, treonina, cisteina, cistina, metionina, arginina, prolina, fenilalanina, acidul aspartic, acidul glutamic, 4-hidroxiprolina, triptofanul, histidina etc.) (Beral și Zapan, 1973; Cotea ș.a., 2009;).

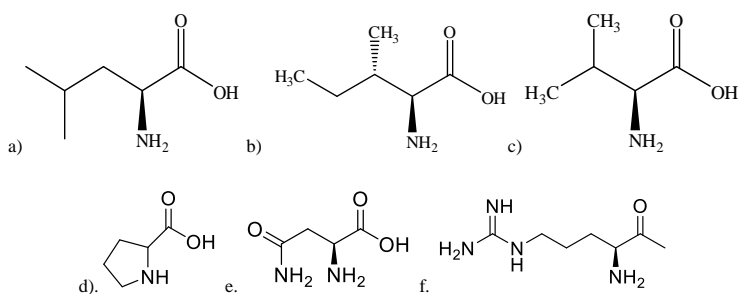


Figura 2.6: Structura chimică a leucinei (a), izoleucinei (b), valinei (c), prolinoi (d), asparaginei (e), argininei (f)
 Figure 2.6: Chemical structure of leucine (a), isoleucine (b), valine (c), proline (d), asparagine (e), arginine (f)

Aminele biogene fac parte din categoria compușilor cu azot care pot prezenta acțiune negativă asupra sănătății umane. Acestea se întâlnesc în mod obișnuit în băuturile fermentate, în special în vin și bere. Prezența aminelor biogene este atribuită în principal decarboxilării microbiene a aminoacizilor corespunzători. Unele pot proveni de la struguri, fiind asociate condițiilor precare de igienă în timpul procesului de vinificație și, prin urmare, au fost sugerate ca indicatori ai controlului calității. Principalele amine biogene prezente în băuturi sunt reprezentate de triptamina, etilamina, etanolamina, putresceina etc. Formarea acestora în vinuri este frecvent asociată cu prezența și metabolismul bacteriilor lactice implicate în procesul de vinificație (din genul *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., *Pediococcus* spp. și *Oenococcus* spp.) (Aredes-Fernandes ș.a., 2016; Leitão ș.a., 2005; Moreno-Aribas și Polo, 2008; Soufleros ș.a., 1998).

Compuși cu sulf sunt întâlniți într-o mare diversitate în vin, fiind clasificați în: anorganici (hidrogen sulfurat, sulfură de carbonil) și organici: tioalcooli (3-mercapto-hexanol, 4-mercapto-4-metil-2-pentanol), sulfone (metionat de metil), disulfuri (disulfură de metil), tioeteri (dietilsulfură, dimetilsulfură), tioesteri (metiltiazol, tioacetat de etil, tioacetat de metil) ș.a. (Cotea ș.a., 2009). Hidrogenul sulfurat și compușii cu sulf apar în general în cantități reduse în vinul îmbuteliat. În concentrații ridicate, acești compuși imprimă mirosuri neplăcute. De exemplu, hidrogenul sulfurat generează miros de

ou clocit, putred. Cei mai simpli compuși organosulfurici găsiți în vin sunt mercaptanii. Reprezentativ este etantiolul, care imprimă un miros de ceapă putredă, cauciuc ars. Tiolii înrudiți, cum ar fi 2-mercaptoetanol, metantiol și etandiol, sunt recunoscuți după mirosul de varză putredă și cauciuc. Expunerea la lumină poate stimula sinteza reductivă a compușilor organosulfurici din vinul îmbuteliat (Charpentier și Maujean, 1981). Compușii organosulfurici sunt recunoscuți după mirosul imprimat vinurilor, constituind și markeri varietali pentru unele soiuri. De exemplu, mai mulți tioli (4-mercapto-4-metil-2-pentanol, 3-mercapto-1-hexanol, 4-mercapto-4-metil-2-pentanonă, acetat de 3-mercaptohexil și 3-mercapto-3-metil-1-butanol) contribuie la aroma vinurilor Sauvignon blanc (Tominaga ș.a., 1998; Jackson, 2009).

Micotoxinele constituie metaboliți de natură toxică, produși de ciuperci (micete și micromicete) (Cotea ș.a., 2009; Bennett și Klich, 2003). Ochratoxina A (OTA) reprezintă cea mai frecvent întâlnită micotoxină din struguri și vin. Sursa principală de OTA în vin o constituie contaminarea strugurilor cu *Aspergillus carbonarius* și *Aspergillus niger* (Serra ș.a., 2003). OIV a stabilit un nivel maxim de ochratoxina A în vinuri de 2 μg/L (OIV, 2020).

Trichotecenele sunt produse în urma infecției cu *Trichothecium roseum* (cunoscută sub denumirea de putregaiul roz). La niveluri care depășesc 2 mg/L, această substanță generează întârzieri ale fermentației alcoolice, proporționale cu concentrația acesteia (Cotea ș.a., 2009).

Patulina este o altă micotoxină produsă în struguri prin contaminarea cu *Penicillium expansum* (mucegaiul albastru). Organizația Mondială a Sănătății a stabilit o doză zilnică de 0,4 mg/kg corp ca aport maxim pentru această micotoxină. Patulina este relativ stabilă în struguri și suc de struguri (Ough și Corison, 1980). Cu toate acestea, Moss și Long (2002) au raportat că patulina nu a fost detectată în vin, în principal din cauza degradării enzimatică de către *Saccharomyces cerevisiae* în timpul fermentației alcoolice. Díaz ș.a. (2011) au demonstrat că are loc o inhibare semnificativă în urma adăugării de dioxid de sulf (SO₂).

Fumonisinele sunt generate de ciuperci din genul *Fusarium* care afectează în principal culturile de porumb (Sampietro ș.a., 2009; 2011). Cu toate acestea, *Aspergillus niger* este capabil să producă fumonisină B2 (FB2) în struguri și vinuri (Frisvad ș.a., 2007, Logrieco ș.a., 2009; Mogensen ș.a., 2010b). Aceste substanțe provoacă toxicoze umane și animale prin consumul de alimente și furaje contaminate (Sydenham și Savolainen, 1991).

Zaharuri reziduale. Conținutul de zaharuri reziduale ale vinului sec are în general valori sub 1,5 g/L. Gustul dulce este influențat semnificativ de ceilalți constituenți ai vinului, în special alcoolul etilic, glicerolul, acizii și taninurile, precum și de sensibilitatea și experiența degustătorului. În schimb, senzația de dulce manifestă un efect atenuant asupra percepției gustului acru și amar (Jackson, 2008).

Sursele potențiale de zaharuri reziduale din vinurile rezultate includ: fermentația alcoolică incompletă, fie prin oprirea voluntară a acesteia, fie prin existența unui conținut ridicat de zaharuri nefermentabile (de exemplu, arabinoză, xiloză etc.); adaosul de zaharoză, must concentrat sau alte surse, după finalizarea fermentației; hidroliza

glicozidelor în timpul depozitării; extracția acestora din lemnul de stejar (Waterhouse ș.a., 2016).

Tabelul 2.11/ Table 2.11

Zaharuri din vin și derivați ai acestora/ Wine sugars and their derivatives
(Cotea ș.a., 2009 – *Tratat de oenochimie*)

Denumire compuși	Concentrații	Descriere
Fructoză	0,2 – 4,0	Principalele zaharuri întâlnite în struguri
Glucoză	0,5 – 1,0	
Sucroză	0 – 0,2	Dizaharid format în urma hidrolizei dintre fructoză și glucoză
Arabinoză	0,5 – 1,0	Pentoză nonfermentabilă, component al glicozidazelor și pectinei
Galactoză	0,5 – 1,0	Izomer al glucozei, intră în componența pectinei
Ramnoză	0,2 – 0,4	Dezoxizaharuri

Gaze. Compușii gazoși existenți în vin sunt reprezentate în principal de O₂, N₂, SO₂ și CO₂. Nivelul oxigenului scade treptat în timpul desfășurării procesului de vinificație până la stadiul de urme. Accesul acestui gaz în masa vinului este controlat pe tot parcursul fazelor de dezvoltare. În ceea ce privește dioxidul de carbon, vinul este saturat în CO₂ după finalizarea fermentației alcoolice, nivelul acestuia diminuându-se semnificativ în timpul manipulărilor și în condiții de păstrare la temperatură ridicată ori în vase de capacitate redusă. Prezența dioxidului de sulf în vin, fie de origine endogenă, fie din sursă externă, manifestă importantă acțiune antiseptică, antioxidantă dar și antioxidazăică (Cotea ș.a., 2009).

Vitamine. Această clasă de compuși poate fi întâlnită în must și vin sub formă hidrosolubilă, și anume: complexul de vitamine B, vitamina C și P. Acizii grași esențiali precum acidul linoleic și acidul linolenic (vitamina F) se găsesc de obicei în must însă se oxidează în prezența lipooxygenazei, rezultând alcooli. Acidul ascorbic este, de asemenea, oxidat la contactul cu oxigenul din atmosferă și dispare aproape în totalitate în timpul extragerii mustului. Este permisă utilizarea sa ca substanță cu rol antioxidant în musturi și vinuri, iar concentrația este reglementată. Vitaminele joacă un rol esențial în fermentație, reprezentând factori de creștere pentru levurile și bacteriile responsabile de fermentația alcoolică și malolactică. Astfel, între 75 % și 90 % din concentrația inițială de tiamină este utilizată de levuri, iar riboflavina, care apare în timpul fermentației alcoolice, constituie un important factor de creștere pentru bacterii, jucând un rol major în desfășurarea fermentației malolactice. Deoarece riboflavina este fotosensibilă, concentrația sa din vin va fi rapid diminuată. Administrarea tratamentelor cu bentonită poate genera o reducere semnificativă a conținutului de vitamina B. Cu toate acestea, vinul este o sursă potențială de vitamine (Moreno și Peinado, 2012).

Substanțe minerale. Concentrația în substanțe minerale din must și vin este direct proporțională cu proprietățile solului de unde provine materia primă, soiul de struguri, condițiile de cultivare și climat, practicile vinicole (prin suplimentare), levurile inoculate, transportul și depozitarea produselor (în urma contactului cu echipamente și utilaje). Acești compuși sunt repartizați neuniform în boabele strugurilor, cea mai mare cantitate găsindu-se în pulpă. Dintre substanțele minerale, potasiul constituie principalul component, care provine din sărurile tartrice și este urmat de fier, sodiu, cupru, calciu,

magneziu, aluminiu, mangan, zinc. Aceste componente le găsim în stare de ioni pozitivi în vin. Omologii lor anorganici sunt încărcăți negativ și includ anionii fosfat, sulfat, sulfid, azotat, bromură și clorură, generând un conținut mineral în vin între 1,5 – 3 g/L. Metalele grele au fost, de asemenea, identificate în vin sub formă de urme (plumb, cadmiu, nichel, cupru etc.); nivelul acestora este reglementat la nivel internațional din cauza acțiunii asupra calității vinului și a potențialului toxic semnificativ (Vázquez ș.a., 2013; Volpe ș.a., 2009; Cotea ș.a., 2009; Waterhouse ș.a., 2016). Prin deshidratarea probelor de vin se obține extractul sec total care, la vinurile albe este cuprins între 18 și 20 g/L iar la cele roșii între 24 și 30 g/L. Prin operația de calcinare la o temperatură de 800 °C se poate determina nivelul substanțelor minerale care constituie aproximativ 1/10 din extractul sec, adică 1 – 3 g/L (Cotea, 2009). Din aceasta, în jur de 97 % este constituit în principal din macroelemente precum K, Mg, Ca, Na, C, P, S, Cl (prezente cu concentrații mai mari de 10 mg/L). Restul de 3 % din fracție, conform unei clasificări propuse de Larcher și Nicolini (2008), este reprezentat de:

- micro- și oligo- elemente, cu concentrații care variază între 0,01 și 10 mg/L, incluzând Si, Mn, B, Rb, Zn, Sr, Fe, Cu, Al, F și I prezenți în concentrații mai mari, și Sn, V, Ti, As, Ba, Pb, Br, Cr, Li, Ni, Co, Mo și Ag în concentrații reduse;
- elemente sub formă de urme, cu concentrații mai mici de 10 g/L, care includ și pământuri rare și elemente radioactive.

3. ENZIME. CONSIDERAȚII GENERALE

3. ENZYMES. GENERAL CONSIDERATIONS

Enzimele constituie unități funcționale ale metabolismului celular, care catalizează reacțiile biologice (catalizatori biologici). Altfel spus, acestea reprezintă compuși proteici cu rol catalitic care accelerează transformarea substanțelor chimice din organismele vii, fără a se consuma în timpul reacției. Substanța transformată constituie substratul de acțiune, pe când compusul rezultat în urma activității enzimatice se numește produs de reacție (Abada, 2019; Aehle, 2004; Bădulescu, 2010; Belitz ș.a., 2009; Lîsîi, 2002; 2007; Palmer, 1991; Palmer și Bonner, 2007; Tucker, 1995). Enzimele pot accelera viteza de reacție în celule chiar și de 10^{16} ori. Astfel, prezența unei cantități relativ reduse de enzimă poate cataliza bioconversia unei cantități mari de substrat (Garrett și Grisham, 1999; Krause și Wierenga, 2016; Tucker, 1995;). Chiar dacă enzimele sunt formate în interiorul celulelor vii, acestea pot prezenta activitate *in vitro* (de exemplu, diverse enzime din plasma sanguină), fiind utilizate și în procesele industriale. Enzimele constituie molecule complexe proteice și sunt biocatalizatori produși de organismele vii în mod natural, pentru a cataliza reacțiile biochimice necesare susținerii vieții. Literatura de specialitate sugerează că peste 5000 de tipuri de reacții biochimice sunt catalizate de enzime (Dinu ș.a., 1998; Kuddus, 2019; Schomburg ș.a., 2013). Un exemplu general este reprezentat de descompunerea alimentelor, ce conțin ca și componente de bază proteine, carbohidrați și grăsimi. În mod normal, descompunerea acestora catalizată de enzime se realizează în 3 – 6 ore, în funcție de tipul și cantitatea alimentelor. În absența enzimelor, procesele ar dura peste 30 de ani. În comparație cu catalizatorii chimici, enzimele prezintă specificitate în acțiune și posedă și proprietăți catalitice accentuate. De asemenea, enzimele pot fi imobilizate pe un suport inert, fără a-și pierde proprietățile catalitice, ceea ce facilitează reutilizarea și reciclarea (Kuddus, 2019).

O mare parte a cercetării din domeniul biochimiei este atribuită analizării activității enzimelor. Prima teorie asupra catalizei chimice a fost dată de Berzelius, făcând referire la hidroliza amidonului, ca reacție mai mult catalizată de diastază (amilază) decât de acizii minerali. Acesta sugerează că prin prezența enzimelor ca și catalizatori biologici specifici organismelor vii, pot fi explicate numeroase procese biologice, precum fermentația sau digestia.

Ca o continuare a studiilor lui Réanmur, Spallanzani a demonstrat rolul enzimelor conținute de sucul gastric în procesul de digestie. În 1836, Schwann a denumit enzima sucului gastric, pepsină, iar numele tripsinei, enzimă prezentă în sucul gastric, a fost dat de Kühne. În 1897, Eduard Buchner a extras din celule de drojdie enzimele cu rol în catalizarea fermentației alcoolice, funcționând independent de structura celulară (Aehle, 2004; Lîsîi, 2007; Lehninger, 1987; Palmer, 1991; Punekar, 2018; Suzuki, 2015). În 1870, chimistul danez Hansen a reușit să extragă renina din stomacul vițelilor, utilizarea acesteia la obținerea brânzeturilor a îmbunătățit considerabil atât calitatea, cât și cantitatea produselor (Maitan-Alfenas, 2018; Polaina ș.a., 2007). Fleming a descoperit în 1921

lizozima, ca parte componentă a lacrimilor, salivei, leucocitelor, pielii, unghiilor, a laptelui uman, astfel foarte răspândită atât la animale cât și în plante. Acesta a publicat primele lucrări pe această temă între anii 1922 și 1927 (Fleming, 1922, 1929, 1932; Fleming și Allison, 1922, 1923, 1925, 1927). În 1926, James Sumner a reușit să izoleze ureaza din boabe de fasole Jack (*Canavalia ensiformis*), prima enzimă în stare cristalină, pură. Observațiile sale au prezentat o importanță deosebită pentru dezvoltarea enzimologiei, confirmând structura proteică a enzimelor. Denumirea de enzimă a fost dată de asemenea de către Kühne (1867), iar Stern a fost cel care a observat, în 1935, primul complex enzimă-substrat (Copeland, 2000; Jollès, 1996; Kuddus, 2019; Lehninger, 1987; Lîsîi, 2007; Punekar, 2018; Smith, 1996).

De-a lungul timpului, au avut loc progrese cu un impact major în industria enzimelor, printre cele mai importante fiind producerea și comercializarea glucoamilazei care catalizează producerea de glucoză din amidon, cu eficiență mult mai mare comparativ cu cea a procedurii chimice prin hidroliză acidă și lansarea detergenților pe bază de enzime. Nevoia de optimizare a proceselor catalizate de enzime, necesitatea de a dezvolta noi tehnologii și creșterea preocupării pentru utilizarea responsabilă și reutilizarea materiilor prime, poate stimula nu numai modificarea rațională a structurii enzimelor pentru a corespunde cerințelor specifice, ci și proiectarea de noi enzime cu proprietăți complet inovatoare (Krause și Wierenga, 2016; Polaina ș.a., 2007).

3.1. Denumirea și clasificarea enzimelor

Până în prezent, se cunosc peste 6000 de tipuri diferite de enzime. Clasificarea și generarea denumirii sistematice a acestora se face pe baza specificității de substrat. Există astfel denumiri istorice, comune pentru primele enzime studiate, cum ar fi tripsina, pepsina, renina ș.a., însă acestea nu indică sursa, funcția sau reacția catalizată de enzimă. Clasificarea enzimelor se bazează pe principiile stabilite de Comisia de Enzime a Uniunii Internaționale de Biochimie. Clasificarea și atribuirea denumirii enzimelor se bazează, în general, pe tipul și mecanismul reacției catalizate de acestea. Se disting astfel următoarele criterii:

1. Enzimele și reacțiile catalizate de acestea sunt divizate în 6 clase diferite, fiecare fiind la rândul ei împărțită în subclase;

2. Denumirea enzimei oferă informații asupra: denumirii substratului și tipului reacției catalizate, urmată de sufixul *-aza*, cu excepția enzimelor proteolitice unde sufixul este *-ina* (tripsina). De exemplu, hidroliza proteinelor este catalizată de proteaze.

3. Pentru o identificare corectă și sigură, fiecărei enzime îi este atribuit un număr de cod alcătuit din 4 cifre, după cum urmează: prima cifră se referă la clasa de reacții din care face parte; a doua și a treia cifră indică subclasa și sub-subclasa; a patra constituie numărul de serie al enzimei din cadrul sub-subclasei (Belitz ș.a., 2009; Dinu ș.a., 1998; Garrett și Grisham, 1999; Kuddus, 2019; Lehninger, 1987; Lîsîi, 2007; Palmer, 1991; Palmer și Bonner, 2007; Sanches și Demain, 2016; Smith, 1996; Subin și Bhat, 2016; Tucker, 1995; Webb, 1992).

Din punct de vedere al claselor în care sunt divizate, enzimele se clasifică în:

1. Oxidoreductaze (EC 1). Din această clasă fac parte enzimele care catalizează reacțiile de oxidoreducere (reacții redox), substratul oxidat fiind considerat hidrogen-donor. Altfel spus, oxidoreductazele catalizează transferul atomilor de hidrogen, oxigen sau electroni de la un substrat la altul (Kuddus, 2019; Palmer, 1991; Palmer și Bonner, 2007; Smith, 1996; Subin și Bhat, 2016). Denumirea sistematică se bazează pe donor-acceptor oxidoreductază: dehidrogenază sau reductază. Denumirea recomandată este formată din numele donatorului și terminațiile: dehidrogenază, oxidază, reductază, oxigenază, peroxidază. Denumirea de oxidază este utilizată numai în cazurile în care O_2 este acceptorul, iar cea de oxigenază se folosește atunci când o parte din molecula de O_2 este încadrată în substratul aferent. Oxidoreductazele constituie aproximativ 25 % din totalitatea enzimelor (Cotea ș.a., 2009; Dinu, 2003; Webb, 1992).

2. Transferazele (EC 2) sunt enzime care transferă o grupare, de exemplu o grupare metil sau o grupare hidroxil glicozidic, de la un compus (în general considerat drept donator) la un alt compus (acceptor). Denumirile sistematice sunt alcătuite în funcție de donatorul schemei: donor - acceptor sau de gruptransferază. Denumirile comune recomandate sunt *donor gruptransferază* sau *acceptor gruptransferaza*, dar și denumirea *acceptor grupkinază* este acceptată pentru unele fosfotransferaze (de exemplu, hexokinaza, glucokinaza). Această clasă constituie aproximativ 30 % din totalul enzimelor cunoscute. Dintre acestea, prezintă interes oenologic, reacțiile care presupun transferul de rest de acid fosforic (H_3PO_4), ion carbonat ($-(CO_3)^{-2}$), dioxid de carbon (CO_2), apă (H_2O), amoniac (NH_3), grupare amino ($-NH_2$) (Cotea ș.a., 2009; Dinu, 2003; Palmer, 1991; Smith, 1996; Subin și Bhat, 2016; Webb, 1992).

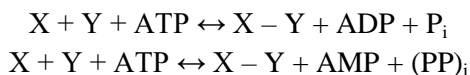
3. Hidrolazele (EC 3) reprezintă aproximativ 24 % din totalul enzimelor cunoscute până în prezent și catalizează reacțiile hidrolitice. Acestea constituie reacții de transfer de grup, acceptorul fiind întotdeauna apa, denumirea sistematică fiind formată din *substrat hidrolază* (de exemplu, peptidil-peptid hidrolază) iar denumirea comună *substrat ază* (de exemplu, metiesterază, *o*-glicozidază). De interes în industria alimentară sunt: α -amilazele (EC. 3.2.1.1), β -amilazele (EC. 3.2.1.2), lactaza (EC. 3.2.1.23), lipaza (EC. 3.1.1.3), proteazele – aminopeptidazele (EC. 3.4.11), tripsina (EC.3.4.21.4), subtilisina (EC. 3.4.21.62), papaina (EC. 3.4.22.2), ficina (EC. 3.4.22.3), pepsina (EC. 3.4.23.1) și chimozina (EC. 3.4.23.4). Hidrolazele întâlnite de obicei în must și vin au origine fungică, provenind fie din microflora plantei, fie din sursă externă, în urma administrării tratamentelor cu preparate enzimatic (Cotea ș.a., 2009; Palmer și Bonner, 2007; Smith, 1996; Subin și Bhat, 2016).

4. Liazele (EC 4) reprezintă 13 % din numărul enzimelor cunoscute. Acestea catalizează adiția sau eliminarea unor grupări non-hidrolitice din structura substratului, cu formare de legături duble sau structuri aciclice de forma C – C, C – O, C – N. Denumirea sistematică este formată din: *substrat grupliază*. Denumirile istorice (comune) sunt alcătuite în concordanță cu gruparea eliminată, și anume: decarboxilază, când este eliminat dioxidul de carbon; dehidratază, când este eliminată apa; aldolază, când gruparea eliminată este de tip aldehydă. Din totalul liazelor, reprezentative în industria vinului sunt:

carbon-carbonliazele, carbon-azotliazele, carbon-oxigenliazele (Cotea ș.a., 2009; Dinu ș.a., 1998; Dinu, 2003; Palmer și Bonner, 2007; Smith, 1996; Subin și Bhat, 2016).

5. Izomerazele (EC 5) catalizează reacțiile de izomerizare, în urma cărora o moleculă este convertită de la un izomer la altul. Acestea reprezintă 3 % din numărul enzimelor cunoscute. În general, numele sistematică corespunde cu cel tradițional, fiind formată din denumirea: *substrat tip izomerizare nume clasă*. În raport cu tipul de izomerie, enzimele aparținând acestei clase pot fi divizate în subclase, și anume: izomeraze, racemaze, *cis-* și *trans-* izomeraze, epimeraze, mutaze, tautomeraze, sau cicloizomeraze (Cotea ș.a., 2009; Dinu ș.a., 1998; Dinu, 2003; Palmer, 1991; Subin și Bhat, 2016; Webb, 1992;).

6. Ligazele (EC 6) sunt enzime care catalizează unirea a două molecule cuplate cu hidroliza unei legături de pirofosfat în ATP sau un trifosfat similar. Altfel spus, enzimele din această clasă sunt cunoscute și sub denumirea de sintetaze și sunt implicate în reacțiile de condensare. Denumirea sistematică este de forma *A:B ligaza (ADP-formatoare)*, unde A și B constituie cele 2 substraturi, după care urmează numele casei și produsul rezultat în urma hidrolizei. Ligazele reprezintă 5 % dintre enzimele cunoscute. Numite și sintetaze, acestea au proprietatea de a cataliza reacții bimoleculare de formare a unor noi legături de carbon-carbon sau carbon-heteroatom (Cotea ș.a., 2009; Dinu, 2003; Kuddus, 2019; Palmer, 1991; Subin și Bhat, 2016; Webb, 1992).



Tabelul 3.1./Table 3.1.

Clasificarea enzimelor/ Enzymes classification
(Bayındılı A., 2010 – *Enzymes in fruit and vegetable processing*; Belitz ș.a., 2009 – *Food chemistry*)

Nr	Clasa	Compuși reprezentativi
1	Oxidoreductaze	Peroxidaza, catalaza, polifenol oxidaza, tirozinaza, lipooxygenaza, glucooxidaza, alcool dehidrogenaza, butandiol dehidrogenaza, malat dehidrogenaza, lactat dehidrogenaza, xantin oxidaza
2	Transferaze	Amilosucraza, glucokinaza, fructokinaza, dextrasucraza, fosfogliceratkinaza, transglutaminaza, piruvatkinaza, transaminaza, hexokinaza, glicerolkinaza, creatinkinaza
3	Hidrolaze	Invertaza, celulaza, clorofilaza, amilaza, poligalacturonaza, lipaza, galactozidaza, termolizina, carboxilesteraza, pectinesteraza, α-amilaza, β-amilaza, lizozima,
4	Liaze	Pectin-liaze, hidroperoxid liază, piruvat decarboxilază, enolaza, cistein sulfoxid liază, pectat-liază, exopoligalacturonat liază
5	Izomeraze	Lactat racemaza, gluco-izomerază, glucozofosfat izomeraza, carotenoid-izomerază, trizofosfat izomeraza
6	Ligaze	Asparagin sintetaza, acetyl-coA sintetaza, succinil-coA sintetaza, glutamin sintetaza, glutation sintetaza, piruvat carboxilaza

3.2. Generalități privind structura și conformația enzimelor

Enzimele sunt substanțe organice macromoleculare de origine proteică, cu formă sferică și structură de tip primar, secundar, terțiar și cuaternar. Se clasifică în holoproteide și heteroproteide. Proprietățile catalitice ale enzimelor sunt generate de existența situsurilor catalitice în molecula lor, de care se va lega substratul, activatorul sau inhibitorul, după caz și de configurația structurală spațială a moleculei care participă la desfășurarea activității enzimatică (Belitz ș.a., 2009; Lîsîi, 2002). Există și unele excepții, cum ar fi cazul ribonucleazei P, definită ca fiind un complex proteină-acid ribonucleic, a cărei activitate enzimatică nu este datorată proteinei ci acidului ribonucleic (Dinu ș.a., 1998).

Din punct de vedere al structurii chimice, enzimele reprezintă proteine simple (monocomponente) cum ar fi: tripsina, pepsina, lipaza, zaharaza, amilaza sau conjugate (bicomponente), adică apoenzime și coenzime. Unele coenzime constituie derivați ai vitaminelor (NAD, TDP, coenzima A ș.a.) sau ioni metalici (Zn, Mn, Ca ș.a.) (Dinu ș.a., 1998; Lîsîi, 2002). Apoenzima și coenzima prezintă acțiune sinergică, acționând doar împreună. Apoenzima constituie macromolecula proteică și este responsabilă de specificitatea reacției iar coenzima determină producerea reacției, formând împreună un complex de tip fermentativ (Cotea ș.a., 2009). În alcătuirea apoenzimei intră situs-ul catalitic (regiune distinctă formată dintr-un grup de aminoacizi, diferențiați de restul aminoacizilor componenți prin funcția lor, în care se leagă substratele specifice de reacție) și alosteric (zonă distinctă în care se leagă activatorul sau inhibitorul). Enzimele care prezintă atât funcție catalitică cât și reglatoare poartă denumirea de enzime alosterice (Bădulescu, 2010).

3.3. Mecanismul și cinetica reacțiilor

Mecanismul acțiunii enzimatică a fost explicat de-a lungul timpului de numeroși cercetători. Astfel, Ogston (1948) a relatat că la lungimea de undă de 280 nm, se identifică trei puncte de interacțiune între enzimă și substrat, explicându-se astfel fenomenul de stereospecificitate a enzimelor. Aceste interacțiuni au fie o funcție de legare, fie catalitică. Situs-urile de legare (situs-uri active) se leagă la grupări specifice din substrat, asigurând o orientare stabilă a enzimei și moleculelor de substrat cu grupul de reacție în vecinătatea situsurilor catalitice. Teoria interacțiunii în trei puncte nu poate explica în detaliu acțiunea și specificul enzimei, existând și alte ipoteze în acest sens. Se consideră că acțiunea enzimelor are loc în două etape, după cum urmează: locul activ al enzimei se combină inițial cu substratul pentru a forma un complex de substrat enzimatic; acesta din urmă se descompune apoi pentru a forma produsele și enzima liberă, care pot reacționa din nou (Subin și Bhat, 2016).

Pentru ca reacția să aibă loc, moleculele (substratul) reactante necesită o anumită cantitate de energie (de activare) pentru a traversa starea de tranziție a reacției și a se transforma în produși de reacție. Astfel, energia de activare reprezintă cantitatea minimă

de energie necesară pentru a activa toți atomii sau moleculele existente într-un mol de substanță și a atinge starea de tranziție în partea superioară a barierei energetice, la o temperatură dată.

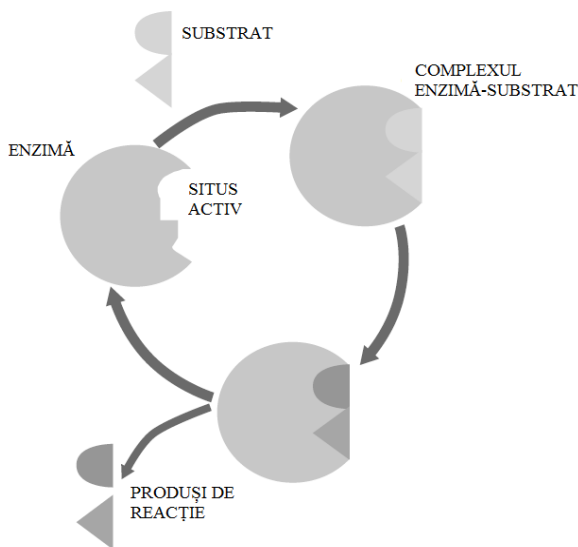


Figura 3.1: Mecanismul acțiunii enzimatice
Figure 3.1: Enzymatic reaction's mechanism

(Subin și Bhat, 2016 - Enzymes: concepts, nomenclature, mechanism of action and kinetics, characteristics and sources of food-grade enzymes)

În 1888, acțiunea catalitică a enzimelor a fost explicată de chimistul suedez Svante Arrhenius care a propus ca substratul și enzima să fie combinate pentru a forma un compus intermediar cunoscut sub numele de complexul enzimă-substrat. Acest complex s-a descompus într-un produs de reacție și o enzimă activă. Reacția totală catalizată de enzimă poate fi reprezentată sub forma:



În general, reacțiile catalizate de enzime apar în următoarele etape:

- a) Molecula de substrat intră în contact cu locul activ al enzimei prin legături necovalente. Situs-ul activ este regiunea enzimei care se combină cu substratul.
- b) Substratul și enzima formează un complex enzimă-substrat.
- c) Molecula de substrat este transformată într-un produs de reacție fie prin rearanjarea atomilor, fie prin descompunerea substratului sau îmbinarea acestuia cu altă moleculă.
- d) Desfacerea complexului ES duce la formarea produsului de reacție, care este eliberat de situs-ul activ al enzimei.
- e) Natura enzimei este neschimbată și poate cataliza o nouă reacție (Kuddus, 2019).

Mecanismele de acțiune enzimatică sunt explicate în general prin două modele propuse:

1) Ipoteza lacăt-cheie. În 1894, Fischer a propus această teorie și a sugerat că atât un substrat cât și o enzimă prezintă forme geometrice specifice care se potrivesc. Acesta specifică faptul că situs-ul activ al unei enzime are o conformație unică și este complementar structurii substratului (cheia) și, prin urmare, permite celor două molecule să se potrivească (Kuddus, 2019). Conform acestui model, structurile manifestă rigiditate, rămânând fixate pe tot parcursul procesului de legare (Belitz ș.a., 2009; Dinu ș.a., 1998; Subin și Bhat, 2016;).

2) Ipoteza ajustării induse. În 1958, Koshland a propus unele modificări în cadrul ipotezei lacăt-cheie explicate anterior, sugerând că grupările funcționale esențiale pe situs-ul activ al enzimei libere nu sunt în pozițiile lor optime pentru desfășurarea catalizei. Deoarece enzimele sunt atât de flexibile, atunci când molecula de substrat se leagă de acestea, situs-ul activ al enzimelor adoptă o formă geometrică favorabilă pentru a forma starea de tranziție. Deci, conform sugestiei Koshland, substratul induce o modificare conformațională a enzimelor care aliniaza reziduurile de aminoacizi sau alte grupări pentru legarea și cataliza substratului (Kuddus, 2019; Belitz ș.a., 2009).

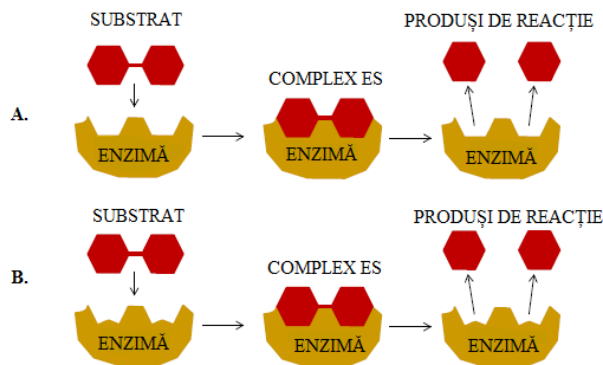


Figura 3.2: Ipoteza lacăt - cheie (A); Ipoteza ajustării induse (B)
 Figure 3.2: Key lock hypothesis (A); Induced adjustment hypothesis (B)
 (Kuddus, 2019 – *Enzymes in food biotechnology*)

Legile interacțiunilor chimice constituie o preocupare de interes a specialiștilor chimiști. În acest sens, două teorii au fost utilizate pentru a explica reactivitatea chimică, și anume: termodinamica și cinetica. În termodinamică, concluziile sunt obținute pe baza schimbărilor de energie și entropie care însoțesc o anumită modificare chimică a unui sistem. Din amploarea și sensul schimbării de energie liberă a unei reacții, este posibilă intuirea direcției în care va avea loc o modificare chimică. Cu toate acestea, mărimile termodinamice nu oferă nicio informație asupra vitezei sau mecanismului unei reacții chimice. Analiza teoretică a cineticii poate furniza informații valoroase cu privire la mecanismele de bază responsabile pentru aceste procese. În acest scop, este necesară elaborarea unui model matematic care să cuprindă ipoteze ale mecanismelor. Dacă soluțiile ecuațiilor rezultate sunt sau nu compatibile cu datele experimentale, vor dovedi sau respinge ipoteza inițială. Totuși, cele mai multe ecuații, constante și reguli fundamentale au fost instituite pentru diverse situații ideale în care enzimele unice

acționează asupra unor substraturi simple, în condiții previzibile întâlnite în celulele vii (Croitoru, 2009; Marangoni, 2003; Whitehurst și Law, 2002).

Viteza de reacție constă în conținutul de substanță care reacționează în unitate de timp, fiind dependentă de concentrația reactanților. Luând în considerare reacția simplă $A + B \leftrightarrow C$, legea acțiunii maselor precizează că viteza cu care reactantul A este convertit în produsul C este proporțională cu numărul de molecule A disponibile pentru a participa la reacția chimică. Dublarea concentrației reactantului A sau B va dubla și numărul de coliziuni între moleculele care duc la formarea produsului.

Stoichiometria unei reacții reprezintă raportul cel mai simplu dintre numărul de molecule reactante și numărul de molecule de produs. De exemplu, trei molecule de hidrogen reacționează cu o moleculă de azot pentru a forma amoniac: $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$.

Conceptul de centru activ este corelat cu specificitatea de acțiune și de substrat a enzimelor (Murgulescu ș.a., 1981; Punekar, 2018). Molecularitatea unei reacții se referă la numărul de molecule reactante care participă la o reacție simplă constând dintr-o singură etapă elementară. Reacțiile pot fi unimoleculare (monomoleculare), bimoleculare și trimoleculare. Reacțiile unimoleculare pot include izomerizări ($A \rightarrow B$) și descompuneri ($A \rightarrow B + C$). Reacțiile bimoleculare includ asocieri ($A + B \rightarrow AB$; $2A \rightarrow A_2$) și reacții de schimb ($A + B \rightarrow C + D$ sau $2A \rightarrow C + D$). Mai rar, pot avea loc și reacții termoleculare de tipul $A + B + C \rightarrow P$ (Marangoni, 2003). Catalizatorii se combină cu reactanții pentru o perioadă scurtă de timp, generând o stare de tranziție cu o energie de activare mai mică comparativ cu cea a stării de tranziție corespunzătoare reacției necatalizate. În acest fel, rezultă o creștere a reacțiilor chimice prin reducerea energiei de activare. În urma formării produșilor de reacție are loc regenerarea catalizatorului liber (Lehninger, 1987).

3.4. Specificitatea enzimelor

Substanța în care o enzimă acționează constituie substratul (S). Specificitatea enzimelor poate fi manifestată fie asupra substratului, fie asupra reacției. Cu alte cuvinte, o enzimă prezintă afinitate pentru substratul pe care acționează și pentru reacția pe care o catalizează (Suzuki, 2015). Specificitatea enzimelor poate fi: absolută (catalizează o singură reacție), de grup (acționează numai asupra moleculelor care prezintă grupări funcționale specifice), de legătură (acționează asupra unui anumit tip de legătură chimică) sau stereochimică (care acționează asupra unui izomer steric sau optic particular) (Kuddus, 2019; Subin și Bhat, 2016).

Enzimele prezintă un grad de specificitate diferit. De exemplu, enzima alcool dehidrogenază catalizează dehidrogenarea etanolului cu eficiență ridicată și a metanolului cu eficiență scăzută. O astfel de enzimă este considerată a avea specificitate față de un compus și nu o clasă de substanțe. Mai mult, în specificul reacției, o enzimă poate cataliza doar o transformare a substratului. De exemplu, L-aminoacid oxidaza catalizează oxidarea L-aminoacizilor pentru a produce ceto-acizii corespunzători, amoniac și apă oxigenată. Cu

toate acestea, racemizarea L-aminoacizilor în D-aminoacizi este catalizată de o enzimă diferită de L-aminoacid oxidaza, adică aminoacid-racemaza (Suzuki, 2015).

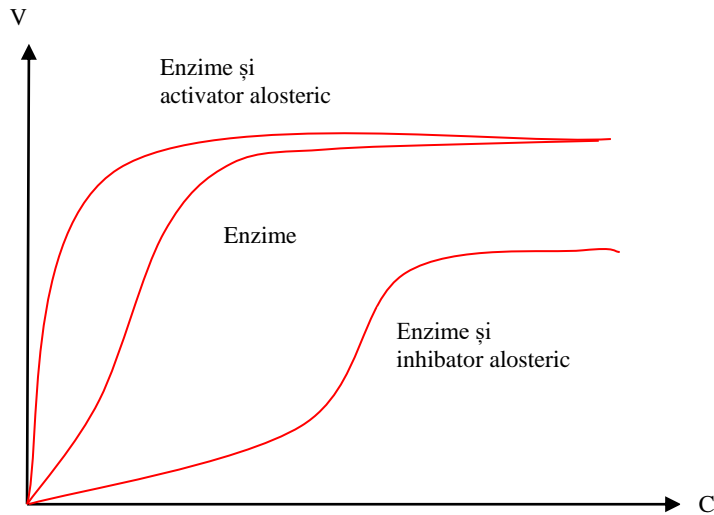


Figura 3.3: Activitatea unei enzime alosterice în prezența sau în absența activatorilor și inhibitorilor alosterici (C – concentrația substratului; V – viteza de reacție)

Figure 3.3: Activity of an allosteric enzyme in the presence or absence of allosteric activators and inhibitors (C – substrate concentration; V – reaction rate) (Aehle, 2004 – *Enzymes in industry*)

Pentru a-și desfășura activitatea de catalizator, majoritatea enzimelor au nevoie de o moleculă cunoscută sub denumirea de cofactor, reprezentată de compuși chimici non-proteici legați la o parte proteică inactivă a enzimei (apoenzima) pentru a-și crește activitatea biologică (Kuddus, 2019; Palmer și Bonner, 2007). Complexul activ al apoenzimei (partea proteică) împreună cu cofactorul (coenzima/gruparea prostetică) constituie holoenzima. Se cunosc două categorii de cofactori, și anume: coenzime și grupări prostetice (Kuddus, 2019). Cofactorul poate fi reprezentat de un ion metalic și/sau o moleculă organică (Kuddus, 2019; Lehninger, 1987). Coenzimele constituie un tip specific de cofactori și sunt molecule organice (conțin carbon) care se leagă de enzime și le asigură funcționarea. Numeroase coenzime sunt derivate din vitamine. Grupările prostetice (molecule organice sau ioni metalici) sunt, de asemenea, cofactori care adesea se leagă strâns de proteine sau enzime printr-o legătură covalentă (Kuddus, 2019). Enzimele care implică prezența cofactorilor ioni metalici se numesc metaloenzime (Kuddus, 2019; Lehninger, 1987).

Enzimele au capacitatea de a cataliza reacțiile biochimice din celule, specifice proceselor de tip catabolic și anabolic. De exemplu, enzimele care participă în procesul de fotosinteză sunt situate la nivelul cloroplastelor, cele ale ciclului glicolitic se găsesc în citoplasmă, enzimele ciclului Krebs sunt prezente în mitocondrii ș.a. Mai mult, intensitatea procesului fiziologic este dependentă de activitatea enzimelor implicate. Spre exemplu, fosfofructokinaza este implicată în reacția de fosforilare a fructozei din plante, determinând biodegradarea hexozelor în ciclul glicolitic; fenilalaninamoniuliaza prezintă rol în biosinteza fenolilor, antocianilor, ligninelor; clorofilazele sunt responsabile de

cataliza reacției de descompunere a clorofilei; polifenoloxidazele sunt implicate în cataliza reacțiilor de oxidare a polifenolilor ș.a. (Bădulescu, 2010).

3.5. Solubilitatea enzimelor

Enzimele sunt proteine globulare solubile în solvenți apoși sau soluții saline diluate. Solubilitatea lor crește prin intermediul interacțiunilor ionice slabe, cum ar fi legăturile de hidrogen. Factorii care influențează sau interferează cu acest proces și au un efect asupra solubilității enzimelor sunt: concentrația sării, *pH*-ul, temperatura și structura solventului. Solubilitatea poate fi crescută prin adăugarea de sare neutră în concentrații scăzute. Ionii adăugați pot interfera cu ionizarea catenelor laterale ale aminoacizilor, care, la rândul lor, pot interfera cu interacțiunile din molecula proteică și pot crește interacțiunile cu solutul și solventul. Ionii divalenți sunt mai eficienți decât ionii monovalenți. Când se folosesc săruri precum sulfat de amoniu care au o solubilitate mai mare, unele proteine vor precipita doar la anumite concentrații. Majoritatea proteinelor vor precipita la mai mult de 80 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Cationii precum Zn^{2+} și Pb^{2+} scad solubilitatea enzimelor formând complexe insolubile cu proteina enzimatică. Proteinele sunt, de asemenea, precipitate prin adăugarea de acizi, cum ar fi acidul tricloracetic sau acidul picric, datorită formării sărurilor insolubile, o proprietate folosită în tehnicile analitice pentru a separa proteinele din soluții. Solubilitatea proteinelor poate să fi redusă într-un interval de *pH* restrâns numit punct izoelectric, atunci când sunt neutre din punct de vedere electric. Când temperatura este cuprinsă între 40 °C și 50 °C, solubilitatea enzimelor crește. La temperaturi peste acestea, structura terțiară este perturbată, proteina este denaturată și își pierde activitatea (Subin și Bhat, 2016).

3.6. Factori de inhibare a activității enzimelor

Stabilitatea enzimelor este un factor deosebit de important care trebuie luat în considerare odată cu administrarea acestora în procesul tehnologic. Reacțiile enzimatice sunt influențate de factori precum: prezența și concentrația enzimei și a substratului, nivelul *pH*-ului, temperatura, presiunea, prezența inhibitorilor și a activatorilor (Bayındılı, 2010; Belitz ș.a., 2009; Dinu ș.a., 1998; Kuddus, 2019; Lehninger, 1987; Marangoni, 2003; Punekar, 2018; Subin și Bhat, 2016; Suzuki, 2015).

Viteza de reacție variază direct proporțional cu concentrația enzimei și a substratului. Astfel, prin creșterea concentrației enzimei peste un anumit prag, viteza de reacție va rămâne constantă. Pe de altă parte, prin menținerea în limite constante a enzimei dar creșterea concentrației substratului, viteza de reacție va prezenta variații exponențiale, conform Figurii 3.4. Astfel, cu cât suprafața disponibilă a reactantului este mai mare, cu atât viteza de reacție este mai ridicată, iar pe măsură ce dimensiunea particulelor scade, suprafața totală va crește. Acest lucru permite participarea mai multor molecule reactante la reacția chimică. Majoritatea reacțiilor biologice apar în soluție și, prin urmare, viteza lor

de reacție este direct proporțională cu concentrația reactantului. Acesta se transformă în produs, ca rezultat al unei reacții chimice, concentrația de reactant diminuându-se odată cu creșterea nivelului produsului (Punekar, 2018; Suzuki, 2015). Ca exemplu reprezentativ, izomerizarea glucozei și hidroliza zaharozei sunt ilustrate în Figura 3.5.

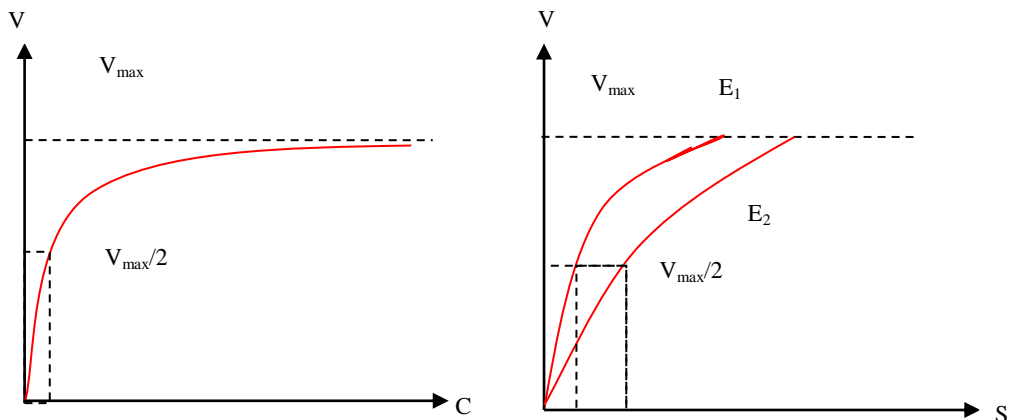


Figura 3.4: Dependența vitezei de reacție de concentrație (în stânga) și de substrat (în dreapta)
 Figure 3.4: Dependence of reaction rate on concentration (left) and substrate (right)
 (Lehninger, 1987 – *Biochimie*)

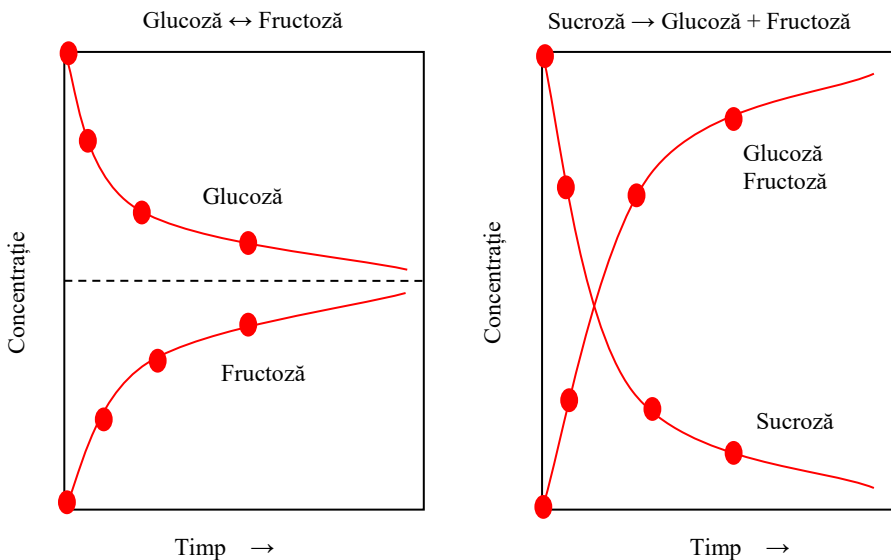


Figura 3.5: Modificarea concentrației substratului în raport cu timpul de reacție. Izomerizarea glucozei în fructoză (stânga) și hidroliza sucrozei (dreapta)
 Figure 3.5: Change in substrate concentration relative to reaction time. Isomerization of glucose into fructose (left) and hydrolysis of sucrose (right)
 (Punekar, 2018 – *Enzymes*)

În mod obișnuit, la timpul zero, este prezent doar reactantul, iar concentrația produsului este zero. Concentrația diferitelor specii este rapid modificată în faza inițială, dar se înregistrează scăderi pe parcurs. Putem spune astfel că viteza de reacție este direct proporțională cu concentrația reactantului, în condiții constante de temperatură și pH. În 1867, Guldberg și Waage au propus o relație cantitativă între concentrația molară a reactantului (reacțiilor) și viteza de reacție (Voit ș.a., 2015). Conform acestei legi, viteza reacției chimice este direct proporțională cu produsul concentrației molare a reactanților,

în condițiile în care toți ceilalți factori (inclusiv temperatura) sunt menținuți la un nivel constant (Punekar, 2018).

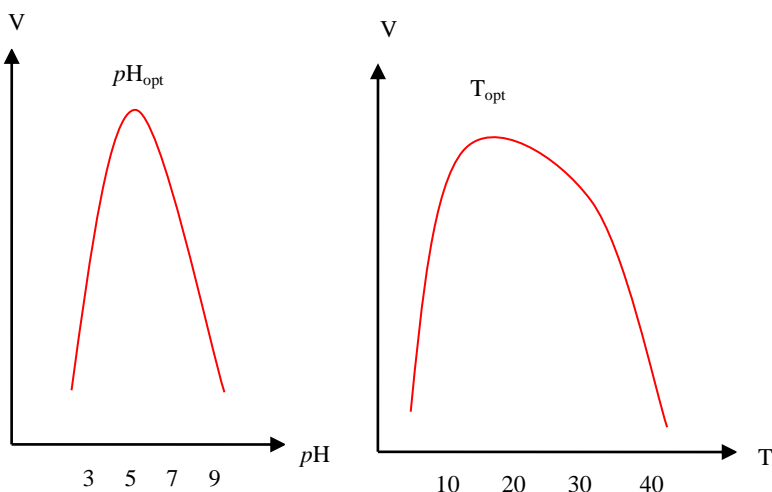


Figura 3.6: Dependența vitezei de reacție de nivelul pH-ului (stânga) și temperatură (dreapta)
Figure 3.6: Dependence of reaction rate on the pH value (left) and temperature level (right)
(Whitehurst și Law, 2002 – *Enzymes in Food Industry*)

Viteza de reacție enzimatică înregistrează creșteri odată cu ridicarea nivelului temperaturii până la un prag maxim (optim) și apoi scade odată cu creșterea suplimentară a temperaturii care determină în continuare denaturarea enzimei (Bayındilri, 2010; Belitz ș.a., 2009; Punekar, 2018). Astfel, majoritatea enzimelor vor prezenta o eficiență maximă la temperaturi cuprinse între 35 °C și 40 °C pentru enzimele plantelor și între 20 °C și 30 °C în cazul celor de origine animală. La temperaturi de peste 60 °C activitatea enzimatică se diminuează sau componenta proteică se degradează total. Enzimele prezintă sensibilitate la acțiunea căldurii, modificându-și proprietățile în urma variației de temperatură (sunt termolabile). De exemplu, ribonucleaza își va reduce activitatea odată cu creșterea temperaturii dar o reia rapid în urma răcirii. Cu toate acestea, unele enzime prezintă rezistență mai ridicată, păstrându-și activitatea și la temperaturi mai mari, cum ar fi cazul unor enzime ale diferitelor bacterii termofile, care rămân active până la aproximativ 85 °C (Bayındilri, 2010; Suzuki, 2015). Există de asemenea, enzime care pot funcționa și la temperaturi foarte scăzute, chiar în condiții de îngheț. De exemplu, β -galactozidaza activă în condiții de frig este utilizată pentru a reduce cantitatea de lactoză din lapte. Deși activitățile acestor enzime sunt mai lente, implică costuri mai reduse, atât din punct de vedere al cantității de enzime administrate (se impun cantități mai mici de enzime pentru satisfacerea necesarului de energie de activare) cât și al consumului de energie (Kuddus, 2019). Enzimele endogene ale plantelor și fructelor pot fi alcătuite din izoenzime cu stabilități termice diferite. Stabilitatea termică a izoenzimelor peroxidazelor vegetale a fost îndelung cercetată în vederea identificării mecanismelor și modelelor cinetice corespunzătoare de inactivare a enzimelor. De exemplu, dezaminarea reziduurilor de asparagină și glutamină, hidroliza legăturilor peptidice la reziduurile de acid aspartic,

oxidarea reziduurilor de cisteină, schimbul de tiol-disulfidă, distrugerea legăturilor disulfidice și reacția chimică între enzimă și alți compuși precum cei polifenolici pot provoca inactivarea enzimelor ireversibile la un nivel ridicat al temperaturii (Bayındilri, 2010; Suzuki, 2015). Dependența vitezei de reacție de temperatură poate fi exprimată prin ecuația lui Arrhenius:

$$k = A_e \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

unde, k constituie o constantă de viteză; A reprezintă factorul pre-exponențial; E_a semnifică energia de activare iar R constanta universală a gazului ideal, la temperatura absolută T (Bayındilri, 2010; Ungureșan și Jantschi, 2005).

Un nivel ridicat al presiunii manifestă o influență majoră asupra activității enzimatică. Astfel, la valori de peste 3 kilobari enzimele vor fi inactivate în mod reversibil și ireversibil la o presiune de peste 7 kilobari (Suzuki, 2015). Prin aplicarea unei presiuni ridicate, activitatea enzimelor și dezvoltarea microorganismelor este semnificativ inhibată, permițând protejarea substanțelor nutritive și a compușilor de aromă. Microorganismele manifestă sensibilitate ridicată la presiune mare, creșterea acestora fiind inhibată la valori între 300 și 600 MPa ale acesteia. Pe de altă parte, un nivel redus al pH -ului va accentua acest efect. Cu toate acestea, sporii bacterieni pot rezista și la presiuni care depășesc 1200 MPa. În general, proteinele sunt denaturate în mod ireversibil, la temperatura mediului ambiant, prin aplicarea unor presiuni de peste 300 MPa. Sub această valoare, au loc modificări reversibile în structura compușilor proteici. În cazul enzimelor, chiar și modificări ușoare în aranjamentul steric și mobilitatea reziduurilor de aminoacizi care participă la cataliză pot conduce la diminuarea și pierderea activității acestora. Cu toate acestea, un nivel crescut al presiunii este deseori necesar pentru inhibarea enzimelor. De asemenea, enzimele pot fi activate și în urma modificărilor de conformație ale lanțului polipeptidic, care sunt inițiate în special prin presiuni reduse (100 MPa) (Belitz ș.a., 2009).

Activitatea enzimelor este semnificativ influențată de concentrația ionilor de hidrogen al mediului de reacție. De obicei, enzimele prezintă o activitate sub formă de clopot în raport cu profilul pH -ului. Scăderea activității enzimatică de o parte și de alta a pH -ului optim poate fi generată de două cauze. În prima situație, pH -ul poate influența stabilitatea enzimei, inactivând-o ireversibil. În a doua situație, pH -ul poate influența parametrii cinetici ai reacției enzimatică, și anume: stabilitatea complexului ES, nivelul de viteză al treptei de limitare a vitezei sau ambele. Dependența de pH a reacțiilor catalizate de enzimă este similară cu cea a reacțiilor chimice catalizate de acid și de bază. În condiții de stare de echilibru, se utilizează forma integrată a modelului Michaelis-Menten:

$$K'_m \ln \frac{[S_0]}{[S]} + [S_0 - S] = V_{\max} t = k_{\text{cat}} \times [E_T] t$$

unde, K'_m reprezintă constanta Michaelis aparentă pentru enzimă; $[E_T]$ corespunde concentrației totale a enzimei; $[S_0]$ și $[S]$ fac referire la concentrația substratului la momentul zero și timpul t ; k_{cat} este constanta de ordin zero pentru reacția enzimatică în condiții de saturație a substratului; t reprezintă timpul de reacție (Marangoni, 2003).

Valoarea optimă a *pH*-ului va genera un maxim al activității enzimaticе, fiind influențată de originea enzimei, natura și de mediul de reacție. De exemplu, pepsina prezintă un nivel optim al *pH*-ului cuprins între 1,4 și 2,5, pe când amilaza pancreatică va manifesta o activitate maximă la *pH* 6,8. Relația dintre activitatea enzimatică și nivelul de *pH* este dependentă în principal de comportarea de acid-bază a substratului și a enzimei. Mai mult, *pH*-ul optim pentru desfășurarea unei reacții enzimaticе nu este identic cu cel al mediului său intracelular, normal (Lehninger, 1987).

Enzimele, ca și structuri chimice, sunt bine definite la nivel molecular. Interacțiunea unei enzime (E) și a substratului său (S) începe în momentul în care cele două se reunesc prin difuzie, formându-se complexul enzimă-substrat (ES). Stările de tranziție și cele intermediare sunt reprezentate în această versiune simplificată a complexului enzimă-substrat: $E + S \rightarrow ES \rightarrow E + P$. Complexul enzimă-substrat se descompune pentru a forma produsul (P) și regenerează E. Fiind un catalizator, în mod normal vor exista mai puține molecule de enzimă în reacție în comparație cu cele ale substratului. Aceasta stabilește o distribuție a moleculelor enzimei între formele E și ES. Cantitatea de P formată crește odată cu creșterea timpului. În cele din urmă, echilibrul de reacție este atins. Deși enzima continuă să transforme substratul în produs și înapoi, nu va exista nicio schimbare netă a concentrației de substrat sau produs la echilibru (Punekar, 2018).

Activitatea enzimelor poate fi inhibată și de diverși compuși chimici, fie de natură endogenă (de exemplu, diferiți metaboliți) sau exogenă (diverși agenți toxici, medicamente) (Dinu ș.a., 1998). Ioni și compuși metalici activi ca grupări protetice sau care asigură stabilizarea conformației enzimei sau a complexului enzimă-substrat constituie activatorii reacțiilor enzimaticе (Belitz ș.a., 2009). Inhibitorii enzimelor reprezintă compuși chimici cu greutate moleculară mică, care prezintă capacitatea de a reduce sau inhiba complet activitatea catalitică a enzimei, în mod reversibil sau permanent. Altfel spus, un inhibitor enzimatic este reprezentat de o substanță care încetinește viteza unei reacții catalizate de enzimă. Acesta poate modifica un aminoacid sau mai multe lanțuri laterale necesare în activitatea catalitică enzimatică. Majoritatea inhibitorilor naturali reacționează reversibil cu enzima și sunt clasificați în două tipuri: specifici și nespecifici. Cei mai comuni inhibitori ai enzimei cu o gamă largă de aplicații în industria alimentară includ inhibitori de protează, polifenol oxidază, amilază sau de lipaze. De exemplu, inhibitorii proteazei sunt substanțe (sintetice/naturale) care acționează direct asupra proteazelor pentru a scădea viteza catalitică. De obicei, imită substratul proteic prin legarea la locul activ al enzimei și sunt specifice pentru situs-ul activ al unei clase de proteinaze. Inhibitorii de protează sunt clasificați în mod obișnuit în funcție de clasa de protează pe care o inhibă (cisteină, serină, aspartic și inhibitori de metaloprotează). Majoritatea inhibitorilor proteici extracelulari produși de microorganisme aparțin genului *Streptomyces*. O serie de bacterii gram-negative patogene, cum ar fi *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens* sau *Erwinia chrysanthemi* par a fi capabile să se protejeze împotriva propriilor proteaze prin producerea de inhibitori de protează periplasmatică, cum ar fi ecotina (Belitz ș.a., 2009; Pannippara și Kesav, 2016). Succinat dehidrogenaza, responsabilă de reacțiile de

catalizare ale transformării acidului succinic în fumaric, este inhibată de acizii dicarboxilici: malonic, malic și oxalic (Dinu ș.a., 1998). În plus, produsele alimentare ar putea fi contaminate cu pesticide, ioni metalici și alte substanțe chimice dintr-un mediu poluat care pot deveni inhibitori în anumite circumstanțe (Belitz ș.a., 2009).

3.7. Surse de proveniență a enzimelor

Enzimele sunt prezente în mod natural în toate organismele vii. Enzimele comerciale pot fi izolate din surse de origine animală, plante și diverse microorganisme. Din acestea, microorganismele sunt cele mai utilizate pentru izolarea enzimelor industriale, datorită: costului de producție scăzut; conținutului de enzimă mai previzibil și controlabil al microbilor; disponibilității materiilor prime cu compoziție constantă; conținutului mult mai redus în substanțe potențial dăunătoare comparativ cu țesuturile vegetale și animale. Microbii sunt izolați din habitatele naturale și folosiți, prin fermentație, pentru producerea enzimei dorite. Fermentările industriale se realizează în mod normal în mediu lichid și într-o măsură mai mică, în mediu solid. Producția de enzimă este de obicei dezvoltată în fermentația pe loturi și mai puțin printr-un proces continuu. Ultima etapă este legată de recuperarea și purificarea enzimei. Enzima de interes poate fi secretată în mediul de cultură (enzimă extracelulară) sau poate rămâne în interiorul celulelor (enzimă intracelulară) (Kuddus, 2019; Maitan-Alfenas, 2018). Microorganismele pot fi manipulate genetic în scopul îmbunătățirii producției la scară comercială (Singh și Kumar, 2019). Utilizarea tehnologiei ADN recombinant a făcut posibilă fabricarea de noi enzime adecvate condițiilor specifice de procesare a alimentelor și creșterea producției de enzime, reducând costurile de procesare. Totuși, există și sisteme de enzime imobilizate care sunt utilizate pentru a depăși problemele de inhibare și a reduce costurile enzimelor, etapa de purificare putând fi omisă (Maitan-Alfenas, 2018).

Dintre cele mai utilizate enzime industriale, amintim: (1) enzime de origine animală: catalază, lipază, renină; (2) enzime din plante: actinidină, α -amilază, β -amilază, β -glucanază, ficină, lipoxigenază, papaină; (3) enzime obținute din bacterii: α -amilază, β -amilază, glucoizomerază, protează; (4) enzime provenite din fungi: α -amilază, catalază, dextranază, gluco-oxidază, lactază, lipază, pectinază, protează, rafinază; (5) enzime din levuri: invertază, lactază, lipază, rafinază (Kuddus, 2019).

4. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRII PRIVIND UTILIZAREA ENZIMELOR ÎN TEHNOLOGIA DE PRODUCERE A VINURILOR

4. CURRENT STATE OF RESEARCH ON THE USE OF ENZYMES IN WINEMAKING

4.1. Noțiuni introductive privind utilizarea enzimelor

Încă din cele mai vechi timpuri, omul a folosit sisteme enzimatică, deși fără să dețină informații asupra acestora, în scopul conservării alimentelor, cu rol în fermentația unor produse alimentare sau pentru fabricarea pâinii (Andrio ș.a., 2005; Parameswaran ș.a., 2019; Maitan-Alfenas, 2018). Numeroasele modificări dorite sau nedorite privind profilul aromatic și proprietățile fizico-chimice ale fructelor, legumelor, semințelor oleaginoase, cerealelor și produselor alimentare de origine animală netratate termic sunt catalizate de una sau mai multe enzime. Fie că sunt activate intenționat sau nu, aceste enzime influențează calitatea finală a alimentului sau băuturii în care sunt prezente. De-a lungul timpului, s-au înregistrat progrese majore în domeniul chimiei enzimelor cu orientare pe obținerea unui produs final bine definit, astfel încât, procesul de vinificație, de prelucrare a brânzeturilor și fabricarea pâinii nu mai sunt doar o artă perpetuată în culturi microbiene necunoscute, fiind sub control științific strict (Ory și Angelo, 1977). Odată cu avansarea tehnologiilor, au fost dezvoltate noi enzime care se caracterizează printr-o vastă aplicabilitate și specificitate (Parameswaran ș.a., 2019). Utilizarea acestora în procesele industriale a arătat o importanță deosebită de-a lungul timpului, deoarece pot elimina utilizarea temperaturilor ridicate, valorilor extreme ale *pH*-ului, solvenților organici și, în același timp, asigură o specificitate ridicată substratului, toxicitate scăzută, puritate ridicată a produsului final, impact redus asupra mediului și inhibarea cu ușurință a activității enzimatică (Abada, 2019; Maitan-Alfenas, 2018; Parameswaran ș.a., 2019; Sanchez și Demain, 2015). În industria alimentară, această tehnologie oferă posibilitatea diversificării sortimentelor și obținerea de noi produse, îmbunătățirea valorii nutritive, scăderea costurilor de producție, optimizarea procesării acestora precum și reducerea cantității de deșeuri și noi soluții pentru siguranța alimentelor și a ambalajelor (Kuddus, 2019).

Enzimele sunt frecvent administrate în industria prelucrării fructelor, prin îmbunătățirea randamentului la presare, extragerea și ameliorarea caracteristicilor de culoare și aromă, limpezirea și descompunerea carbohidraților insolubili (pectine, hemiceluloze și amidon). Enzimele joacă un rol esențial în producerea berii și a whisky-ului, prin formarea zaharurilor necesare desfășurării fermentației, controlul vâscozității și creșterea stabilității la condițiile de păstrare. Mai mult, în tehnologia de obținere a berii, administrarea diferitelor preparate enzimatică pot duce la obținerea unui produs dietetic, cu un aport redus de calorii. Enzimele contribuie semnificativ la

ameliorarea calității și stabilității vinurilor, reduce perioada de desfășurare a fermentației alcoolice, favorizează procesul de limpezire și facilitează în final filtrarea.

Industria alimentară se confruntă în prezent cu o tendință de creștere a cererii de produse alimentare și băuturi de calitate superioară, având caracteristici senzoriale deosebite și sănătoase, la costuri competitive.

Piața mondială a preparatelor enzimatic utilizate în industria alimentară, inclusiv și a băuturilor a ajuns la aproximativ 1,69 miliarde de dolari în anul 2018, fiind preconizată o continuă creștere în următorii ani, reprezentând o provocare pentru producătorii care vizează obținerea unor produse inovative (Chandrasekaran ș.a., 2016).

Majoritatea aplicațiilor biotehnologice existente sunt de origine microbiană. Enzimele microbiene sunt superioare celor provenite din sursă animală și vegetală, datorită ușurinței de producere și manipulare genetică, activităților catalitice diverse ș.a. (Parameswaran ș.a., 2019; Sanchez și Demain, 2015). Microorganismele utilizate pentru producerea enzimelor includ aproximativ 50 de bacterii considerate sigure de către FDA (GRAS - *generally recognized as safe*) și ciuperci. Bacteriile sunt reprezentate în principal de *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* și diverse specii de *Streptomyces*. Ciupercile sunt de regulă din genul *Aspergillus*, *Mucor* și *Rhizopus*. Microorganismele pot fi cultivate în cantități mari într-o perioadă relativ scurtă prin metode de fermentație stabilite. Producția de enzime microbiene pe scară largă prezintă numeroase avantaje economice datorită mediilor de cultură ieftine și a stadiilor de fermentare de scurtă durată (Maitan-Alfnas, 2018; Sanchez și Demain, 2015; Subin și Bhat, 2016). Una dintre aplicațiile majore ale acestor enzime este constituită de hidroliza amidonului, producându-se o gamă variată de produse precum glucoză, maltoză și siropuri de fructoză, ciclodextrine, substanțe mimetice cu grăsimi ș.a. Lichefierea enzimatică și zaharificarea amidonului, care necesită temperaturi mai ridicate, implică activitatea amilazelor termostabile (Parameswaran ș.a., 2019).

La nivel global, enzime precum α -amilaza, glucoamilaza, lipaza, pectinaza, chimoziina și proteaza sunt utilizate cel mai frecvent în industria prelucrării alimentelor. α -amilaza contribuie la transformarea amidonului în dextrine și este utilizată la producerea siropului din porumb pentru diverse aplicații, cum ar fi îndulcirea diverselor produse alimentare. În producția de bere de calitate superioară, glucoamilaza (enzime hidrolitice) transformă dextrinele în glucoză, modificând dextrinele reziduale în zaharuri fermentabile (Singh și Kumar, 2019).

Proteazele prezintă un interes deosebit în industria alimentară datorită proprietăților sale specifice, cum ar fi randamentul ridicat de producție, specificitatea de substrat și o activitate ridicată, precum și caracterul ecologic al acestora. De asemenea, activitatea acestor enzime se poate manifesta într-un interval larg de temperatură (20 – 80 °C) și valori de pH (între 3 și 13), sporindu-i astfel domeniul de aplicare (Parameswaran ș.a., 2019). Cunoscută și sub denumirea de enzime proteolitice, proteazele constituie cea mai mare clasă de astfel de compuși, componentă a genomului uman. Acestea au proprietatea de a cataliza selectiv hidroliza legăturilor peptidice. Pot fi izolate sub formă de: *aspartic-*, *serin-*, *cistein-* și respectiv, *metalo-* proteaze (Nicolau, 2012). Dintre acestea, chimoziina și

papaina constituie un interes deosebit în industria alimentară, în prezent fiind studiate noi enzime și tehnici de producție în vederea extinderii zonelor de aplicare. Proteazele sunt disponibile într-o mare diversitate de microorganisme, plante și animale. Producțiile microbiene oferă numeroase beneficii în ceea ce privește proprietățile tehnice și economice, cum ar fi randamente mai mari într-un timp redus și costuri diminuate, cu o productivitate generală mai mare (Parameswaran ș.a., 2019). Principalul domeniu de aplicare al proteazelor îl constituie industria produselor lactate, în special în fabricarea brânzeturilor. Renina a fost inițial preferată în fabricarea brânzeturilor datorită specificului său ridicat, dar mai apoi au apărut și proteazele microbiene produse de microorganisme GRAS, precum *Mucor miehei*, *Mucor pusilis*, *Bacillus subtilis* și *Endothia parasitica*. Timp de mai mulți ani, proteazele au fost, de asemenea, utilizate pentru producerea de proteine din lapte cu conținut alergen scăzut, ca ingrediente în formulele de lapte pentru copii (Gupta ș.a., 2002). Proteazele pot fi, de asemenea, folosite pentru sinteza peptidelor în solvenți organici. Tirolizina poate fi folosită pentru producerea de îndulcitori artificiali precum aspartam (Oyama ș.a., 1981). Industria alimentară folosește invertaza produsă de *Kluyveromyces fragilis*, *Saccharomyces cerevisiae* și *Saccharomyces carlsbergensis* pentru fabricarea de bomboane și gem. β -galactozidaza (lactază), produsă de *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces fragilis* sau *Candida pseudotropicalis*, este utilizată pentru hidrolizarea lactozei în lapte sau zer iar α -galactozidaza dată de *Saccharomyces carlsbergensis* este utilizată la cristalizarea zahărului din sfeclă (Sanchez și Demain, 2015).

Aspartic-proteazele au rol în degradarea materialelor proteice și cuprind un grup redus de enzime, reprezentative fiind catepsina, renina și pepsina. Aplicațiile lor sunt bine stabilite în prelucrarea alimentelor, atât în fabricarea produselor tradiționale, cât și a celor moderne, iar în prezent sunt extinse la noi domenii. Sunt utilizate pe scară largă în fabricarea brânzeturilor, conservarea vinului și, de asemenea, pentru limpezirea băuturilor (Parameswaran ș.a., 2019).

Cistein-proteaza, numită și bromelină, se izolează de pe tulpina, fructele sau alte părți ale plantelor de ananas și prezintă o gamă largă de utilizări, de la aplicații industriale la cele farmaceutice. Pentru majoritatea aplicațiilor industriale, se folosesc metode de producție convenționale, cum ar fi extracția, concentrarea și uscarea. Cu toate acestea, aplicațiile de ultimă generație în industria farmaceutică implică o puritate mult mai ridicată a bromelinei, care se obține prin utilizarea unor metode cromatografice, precum filtrarea genelor sau cromatografia de afinitate (Parameswaran ș.a., 2019).

Asparaginazele reprezintă unele dintre cele mai folosite enzime în scop clinic, la tratarea diferitelor tipuri de cancer, fiind utilizate pentru conversia asparaginei în acid aspartic și amoniac. Cu toate acestea, a existat un interes deosebit pentru utilizarea acesteia în vederea minimizării conținutului de acrilamidă în produsele alimentare care conțin amidon, consumate prăjite sau coapte. Acrilamida este generată ca produs secundar al reacțiilor Maillard între asparagină și zaharurile reducătoare. Reacțiile apar de obicei la temperaturi de peste 100 °C și au în vedere modificarea profilului cromatic și aromatic în alimente care conțin amidon, fie că sunt prăjite sau coapte. În anul 1994, acrilamida a fost

clasificată pentru prima dată în grupul B2, adică posibil cancerigenă de către Agenția Internațională pentru Cercetarea Cancerului. S-au făcut eforturi extinse pentru a reduce formarea acrilamidei în timpul coacerii sau prăjirii, prin încorporarea enzimei asparaginază. Asparaginaza administrată în vederea reducerii formării acrilamidei în alimente, izolate din speciile fungice sunt sigure, prezintă specificitate ridicată și activitate minimă față de glutamină. Principalul dezavantaj al utilizării asparaginazei constă în restricțiile comercializării produsului în unele țări, datorită problemelor asociate la nivel industrial. Încorporarea asparaginazei în industriile alimentare necesită cercetări ample asupra efectului enzimatic și al condițiilor de prelucrare pre/post. Purificarea enzimei are nevoie de o atenție extinsă, deoarece influențează activitatea de atenuare a acrilamidei (Parameswaran ș.a., 2019).

Lipazele sunt enzime universale, prezente la toate viețuitoarele (plante, animale, ciuperci și bacterii). Funcția de bază a acestora este de a cataliza hidroliza lipidelor în acid gras liber și glicerol la interfața solventului apos și organic. Lipazele catalizează o gamă largă de reacții importante din punct de vedere industrial și prezintă enantio-selectivitate, datorită căreia sunt considerate elemente indispensabile în produsele alimentare, farmaceutice, biocombustibili, detergenți, cosmetice, industria pielăriei, producerea biosenzorilor ș.a. (Andrio ș.a., 2005; Parameswaran ș.a., 2019). Pentru producerea lipazelor fungice, adesea se folosesc gaze precum *Aspergillus oryzae*, *Rhizomucor miehi*, *Thermomyces lanuginosus* și *Fusarium oxysporum* (Sanchez și Demain, 2015). În industria alimentară, lipazele sunt utilizate pentru îmbunătățirea profilului aromatic, reducerea timpului necesar pentru maturarea brânzeturilor și obținerea de produse speciale cu calități superioare (Singh și Kumar, 2019).

Celuloza, hemiceluloza, pectina și lignina sunt componentele majore ale peretelui celular al plantei. Hemiceluloza este al doilea cel mai abundent polimer de carbohidrați prezent pe pământ. α -L-Arabinofuranosidaza are o aplicare potențială în procesele agroindustriale, datorită efectului său sinergic cu alte hemicelulaze. De exemplu, α -L-arabinofuranozele sunt utilizate în diverse industrii, cum ar fi: la fabricarea pâinii, ca ameliorator natural al calității acesteia; în industria băuturilor, pentru îmbunătățirea profilului aromatic al vinurilor, limpezirea sucurilor de fructe ; în producția de produse farmaceutice ș.a. (Parameswaran ș.a., 2019).

Proteazele, lipazele, amilazele, oxidazele, peroxidazele și celulazele sunt folosite în special la producerea detergenților, cu rol de a cataliza descompunerea legăturilor chimice în contactul cu apa. În acest scop, acestea trebuie să fie active în condiții termofile (60 °C) și alcalofile (pH cuprins între 9 și 11); activitatea lor este dependentă și de restul componentelor prezente. De exemplu, celulaza obținută de la specia *Bacillus* KSM-635 a fost utilizată în fabricarea detergenților datorită pH-ului alcalin optim și a insensibilității la restul constituenților (Sanchez și Demain, 2015). Gluco-oxidazele sunt frecvent utilizate în scopul eliminării unor cantități de oxigen din produsele alimentare sau de glucoză din băuturile destinate persoanelor diabetice. Aceste enzime au un rol important în definirea culorii, texturii, aromei și conservării produselor alimentare.

Lipazele sunt utilizate în industria alimentară în vederea hidrolizării grăsimilor, pentru îmbunătățirea caracteristicilor gustative, reducerea senzației de amar sau pentru o bună conservare (Singh și Kumar, 2019).

Lacazele sunt din ce în ce mai utilizate în diverse procese oxidative industriale, cum ar fi delignificarea, bioremedierea, modificarea fibrelor vegetale, producția de etanol, biosenzori, biocombustibili ș.a. Utilizările industriale implică o ceștere a imobilizării enzimei, în general dintr-o gazdă heterologă, cum ar fi *Aspergillus* spp. (Alcalde, 2007; Pannippara și Kesav, 2016).

Enzimele sunt, de asemenea, utilizate într-o gamă largă de procese agro-biotehnologice, iar utilizarea principală se referă la producerea de suplimente pentru îmbunătățirea nutritivă a calității furajelor. De exemplu, aplicarea fitazelor în agricultură ca ingredient pentru hrana animalelor se face pentru a îmbunătăți absorbția fosforului din plante în timpul digestiei animalelor monogastrice (Vohra și Satyanarayana, 2003). Astfel, fitaza permite eliberarea fosforului din furajele vegetale, care conțin aproximativ 2/3 din fosforul lor ca fitat și reducerea încărcăturii de fosfați care acționează asupra mediului (Sanchez și Demain, 2015). O altă perspectivă a utilizării fitazelor se referă la alimentația omului. Este cunoscut faptul că ingerarea unor cantități ridicate de fitat alimentar împiedică sever absorbția de oligoelemente importante, cum ar fi fierul și zincul în tractul digestiv. Datorită acestui efect anti-nutrițional al fitatului, o mare parte a populației înregistrează deficiențe ale acestor nutrienți. Există două moduri de a reduce aportul de fitat alimentar și efectele sale negative. Una este de a dezvolta culturi scăzute de fitat prin perturbarea inozitolului polifosfat kinazelor sau a altor mutații în biosinteza acidului fitic (Brinch-Pedersen ș.a., 2002; Lei ș.a., 2007; Stevenson-Paulik ș.a., 2005). Deși această abordare a reprezentat un succes pentru obiectivul principal, s-a demonstrat că porumbul și soia cu conținut redus de fitat manifestă diminuarea randamentului și germinării semințelor (Oltmans ș.a., 2005; Pilu ș.a., 2003). Suplimentarea fitazelor în alimentele destinate consumului uman este o altă modalitate, poate mai eficientă, de a reduce efectul negativ al fitatului asupra utilizării mineralelor. Astfel, Fujita ș.a. (2001) au testat o tulpină mutantă de *Aspergillus oryzae* cu activitate mare a fitazelor, în domeniul producerii berii. Haros ș.a. (2001) au folosit fitaza microbiană exogenă ca aditiv în fabricarea pâinii, în scopul îmbunătățirii unor parametri fizici și de coacere, cum ar fi timpul de dozare (reducere cu 24 %) raportul lățime/înălțime al feliilor de pâine (reducere de 5 %), volum specific (creștere de 21 %), și fermitatea firimiturii (reducere cu 28,3 %). Deși utilizarea comercială rămâne în continuă testare, a fost sugerat rolul potențial al fitazelor termofile ca aditivi puternici în industria celulozei și a hârtiei (Lei ș.a., 2007; Madhavan ș.a., 2004). Mai mult, fitaza ar putea acționa sinergic cu xilanaza în prepararea multienzimelor din microorganisme producătoare de xilanază precum *Streptomyces cupidosporus* (Maheswari, 2000; Lei ș.a. 2007).

În industria chimică, utilizarea enzimelor implică uneori un consum mai redus de energie, obținerea unui titru mai mare cu eficiență catalitică sporită, cantități mult diminuate de deșeuri și produse secundare și volume mai mici de ape uzate. În acest scop, se utilizează de obicei hidrolaze și ketoreductaze care sunt stabile în solvenții organici. De

asemenea, pot fi folosiți pentru a produce diverși compuși valoroși precum L-aminoacizi. Aproximativ 150 de procese biocatalitice sunt utilizate în industria chimică, crescând odată cu aplicarea ingineriei genomice și a proteinelor (Sanchez și Demain, 2015).

În industria hârtiei și a textilelor, enzimele sunt din ce în ce mai utilizate pentru optimizarea proceselor și reducerea cantității de materii prime consumate și a deșeurilor rezultate (Sanchez și Demain, 2015). De exemplu, celulazele sunt utilizate în prelucrarea textilelor, la finisarea bumbacului și a altor materiale pe bază de fibre din celuloză, crearea aspectului de culoare mai puțin intensă al denimului, dar intră și în alcătuirea detergenților, cu rol în curățarea și îngrijirea țesăturilor (conferă strălucire culorii) (Miettinen-Oinonen, 2007).

Enzimele sunt importante și în industria farmaceutică. De exemplu, penicilin-acilazele sunt utilizate la prepararea antibioticelor β -lactamice, cum ar fi penicilinele semisintetice și cefalosporinele. Acest grup de antibiotice reprezintă aproximativ 60 – 65 % din totalul pieței de antibiotice. Enzimele sunt, de asemenea, implicate în prepararea medicamentelor chirale și în sinteza peptidelor. Mai mult, esterazele, proteazele, lipazele și ketoreductazele sunt utilizate pentru prepararea alcoolilor chirali, acizilor carboxilici, aminelor și epoxizilor (Sanchez și Demain, 2015; Spence și Ramsden, 2007).

Tabelul 4.1/ Table 4.1

Utilizarea enzimelor microbiene/ Microbial enzymes utilization

Enzime	Sursa de proveniență	Metoda de obținere	Aplicații industriale	Referințe
α și β glucoamilaze	Bacterii (<i>Bacillus amyloquifaciens</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Bacillus coagulans</i>)	Fermentație submersă	La limpezirea berii și a sucurilor; la producerea bomboanelor; în industria hârtiei, prin modificarea amidonului în vederea obținerii straturilor de preparație, agenților de curățare și restaurare a documentelor, adezivilor și aditivilor necesari în îmbunătățirii rezistenței hârtiei; la producerea detergenților de rufe; în finisarea țesăturilor din textile.	Patel ș.a., 2017; Singh și Kumar, 2019
	Fungi (<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Rhizopus spp.</i>)	Fermentație în stare solidă Fermentație submersă	La produserea de semipreparate și produse pe bază de cereale pentru copii; în fabricarea bomboanelor; pentru eliminarea amidonului din pectină în industria sucurilor de fructe; la lichefierea și zaharificarea amidonului; în producerea siropurilor de amidon, maltoză și în obținerea glucozei; la dospirea pâinii, asigurând elasticitate aluatului și creșterea volumului; pentru asigurarea fermentației uniforme a drojdiei; în obținerea de suplimente digestive; la producerea unor piureuri și supe lichefiante.	Patel ș.a., 2017; Kuddus, 2019; Norman, 1981; Subin și Bhat, 2016; Chandrasekaran ș.a., 2016
Proteaze	Bacterii (<i>Bacillus amyloliquifaciens</i>)	Fermentație submersă	În producerea berii; în tehnologia condimentelor; la hidroliza proteinelor, flocularea laptelui în industria lactatelor; la prelucrarea și tăbăcirea pielii; în operațiile de recuperare a argintului de pe filmele fotografice; pentru degradarea petelor de grăsime, în industria detergenților;	Patel ș.a., 2017
	Fungi (<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus sojae</i> , <i>A. fumigatus</i> <i>Pseudomonas spp.</i> , <i>Penicillium chrysosporium</i> , <i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Actinomycetes ș.a.</i>)	Fermentație în stare solidă Fermentație submersă	În industria morăritului și panificației, pentru maturarea și conservarea produselor; în industria produselor lactate, la producerea de hidrolizați proteici din lapte și pentru stabilizarea laptelui, ca agenți de închegare pentru obținerea brânzeturilor; în industria detergenților, pentru dizolvarea petelor; în medicină și industria farmaceutică, la producerea suplimentelor digestive; în tehnicile de prelucrare și tăbăcire a pielii; în industria cărnii, pentru tenderizarea acesteia.	Patel ș.a., 2017; Abada, 2019; Zanoelo ș.a., 2013; Maitan-Alfenas, 2018
Glucoxidaze	Fungi (<i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium spp.</i>)	Fermentație în stare solidă Fermentație submersă	Pentru eliminarea oxigenului din băuturi, lapte praf, praf de ouă, maioneze ș.a.; la obținerea benzilor de testare pentru glucoza, în industria farmaceutică; la fabricarea pastei de dinți, pentru convertirea glucozei în acid gluconic și peroxid de hidrogen.	Patel ș.a., 2017; Subin și Bhat, 2016
Pectinaze	Fungi (<i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium spp.</i>)	Fermentație în stare solidă Fermentație submersă	În industria alimentară, la fermentarea boabelor de cafea, producerea de concentrate de cafea și pentru conservarea acesteia, la conservarea pudrei de cacao; pentru macerarea, lichefierea și extracția țesuturilor vegetale; în industria băuturilor, pentru limpezirea, filtrarea, concentrarea sucurilor de fructe sau la presarea, limpezirea și filtrarea vinului.	Uzuner și Cekmecelioglu, 2019; Patel ș.a., 2017; Singh și Kumar, 2019; Ramadan, 2019
Lactaza	Levuri (<i>Kluceromyces spp.</i>)	Fermentație submersă	În industria produselor lactate, pentru obținerea concentratelor de lapte integral și a altor produse lactate; în realizarea concentratelor de zer; în hidroliza lactozei; la producerea înghețatei și a unor deserturi congelate.	Patel ș.a., 2017; Singh și Kumar, 2019; Chandrasekaran ș.a., 2016

Tabelul 4.1/ Table 4.1

Utilizarea enzimelor microbiene – continuare/ Microbial enzymes utilization - continued

Enzime	Sursa de proveniență	Metoda de obținere	Aplicații industriale	Referințe
Celulaza	Fungi (<i>Trichoderma reesei</i> , <i>Trichoderma viride</i> , <i>Penicillium</i> spp., <i>Humicola grisea</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Chrysosporium lucknowense</i> , <i>Acremonium</i> spp.)	Fermentație în stare solidă Fermentație submersă	În industria hârtiei și a celulozei, pentru îndepărtarea cernelii de pe hârtiile destinate reciclării; la hidrolizarea biomasei celulozice, pentru a genera glucoză destinată producției de etanol în industria biocombustibililor; în industria detergenților, pentru îndepărtarea cu ușurință a petelor; la obținerea băuturilor, pentru optimizarea proceselor de extracție și limpezire a sucurilor și vinurilor și creșterea randamentului la presare.	Kuddus, 2019; Patel ș.a., 2017; Subin și Bhat, 2016; Uzuner și Cekmecelioglu, 2019;
Xilanaza	Fungi (<i>Myceliophthora thermophila</i> , <i>Bacillus</i> spp., <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Trichoderma</i> spp.)	Fermentație în stare solidă Fermentație submersă	În industria hârtiei și a celulozei, pentru decolorare ecologică; la solubilitatea fibrelor, în industria hranei pentru animale; în industria panificației, pentru reducerea vâscozității și condiționarea aluaturilor.	Chandrasekaran și col, 2016; Patel ș.a., 2017; Subin și Bhat, 2016
Lipaze și proteinaze	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Alcaligena</i> spp., <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Candida albicans</i> , <i>Rhizopus</i> spp., <i>Mucor</i> spp.	Fermentație în stare solidă	Pentru obținerea soluțiilor de curățare a lentilelor de contact; la obținerea suplimentelor pentru animale, cu rol în stimularea digestiei; în producerea biodieselului sau în medicină (lipazele), pentru tratarea tumorilor maligne; în industria detergenților, datorită potențialului de a hidroliza grăsimile; pentru extracția aromelor în prelucrarea ceaiurilor; maturarea brânzeturilor și îmbunătățirea calității brânzeturilor (reducerea senzației de amar, eliminarea mirosurilor străine); în prelucrarea pielii (lipazele).	Batista ș.a., 2013; Belitz ș.a., 2009; Patel ș.a., 2017; Facchini, 2013; Ojha ș.a., 2019; Maitan-Alfenas, 2018
Fitaze	<i>Aspergillus</i> spp., <i>Penicillium funiculosus</i> , <i>Bacillus</i> spp., <i>Pseudomonas</i> , <i>Xanthomonas oryzae</i>	Fermentație în stare solidă	La obținerea hranei pentru animale, pentru eliberarea fosfatului.	Patel ș.a., 2017
Dextrinaze	Fungi	Fermentație în stare solidă	La prepararea siropului de porumb.	Patel ș.a., 2017
Invertaze	Levuri (<i>Saccharomyces</i> spp.)	Fermentație submersă	La producerea bomboanelor moi și a fondanților; la obținerea melasei.	Patel ș.a., 2017
Lacaze și peroxidaze	<i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Agaricus brunnescens</i> , <i>Basidiomycetes</i> spp.	Fermentație în stare solidă	În industria hârtiei și a celulozei, pentru polimerizarea materialelor cu fibre pe bază de lemn; pentru gelificarea pectinei sfeclei de zahăr; în industria băuturilor, la limpezirea sucurilor, stabilizarea și îmbogățirea profilului aromatic al berii; pentru îmbunătățirea calității iaurturilor, înghețatei și deserturilor congelate (creșterea gradului de cremozitate și a gradului de îndulcire).	Patel ș.a., 2017; Minussi ș.a., 2002; Maciel ș.a., 2010; Abada, 2019; Subin și Bhat, 2016; Chandrasekaran ș.a., 2016
Hemicelulaze	Fungi (<i>Aspergillus niger</i> , <i>Trichoderma reesei</i> , <i>Penicillium</i> spp.)	Fermentație în stare solidă Fermentație submersă	La obținerea concentratelor de cafea; în industria biocarburanților, la hidrolizarea biomasei hemicelulozice pentru obținerea de glucoză necesară producției de etanol; în industria băuturilor, pentru reducerea vâscozității sucurilor, acționând asupra hidrolizării pectinelor.	Uzuner și Cekmecelioglu, 2019
Catalaze	<i>Aspergillus niger</i>		În tehnicile de polișare și ca înălbitor în industria textilă; pentru eliminarea oxigenului din produsele alimentare.	Kuddus, 2019; Patel ș.a., 2017

4.2. Utilizarea enzimelor în vinificație

Utilizarea preparatelor enzimatică în vinificație este din ce în ce mai frecventă datorită numeroaselor avantaje tehnologice pe care acestea le-au confirmat de-a lungul timpului (Croitoru, 2009). Enzimele endogene joacă un rol fundamental în maturarea strugurilor (Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). Acestea acționează prin degradarea peretelui celular favorizând soluția conținutului vacuolar. Rolul enzimelor endogene este incomplet fiind limitat în condițiile vinificației, și anume: de pH-ul mustului și activitatea insuficientă datorată timpului limitat al tratamentelor prefermentative (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006). Din aceste considerente, preparatele enzimatică de natură exogenă sunt adesea utilizate în procesul tehnologic al vinului, în funcție de scopul urmărit de vinificator. Enzimele industriale sunt produse comerciale obținute prin purificarea (filtrare, ultrafiltrare sau alte tratamente specifice) și formularea unui ferment microbial, a țesutului vegetal sau animal și standardizate în ceea ce privește activitatea sau activitățile enzimatică. Majoritatea enzimelor comerciale întâlnite în prezent sunt produse prin fermentarea microorganismelor (levuri, bacterii sau ciuperci) în condiții aerobe. De exemplu, pectinazele, hemicelulazele și glicozidazele sunt obținute în special din speciile *Aspergillus*, glucanazele provin în principal din speciile *Trichoderma*, în timp ce ureaza se poate izola din *Lactobacillus fermentum* (Gómez-Plaza, 2010; Mojsov, 2013; Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). Prin urmare, administrarea de enzime din surse exogene poate îmbogăți sau înlocui activitățile enzimatică. Astfel de enzime au fost utilizate cu succes în tehnologia de producere a vinului încă de la începutul anilor '70. O bună cunoaștere a naturii și structurii macromoleculor din must și vin oferă noi perspective pentru aplicarea enzimelor în vinificație, mai ales în presarea, limpezirea, filtrarea, extracția diferiților constituenți cu rol în definirea caracteristicilor organoleptice ale vinului și în procesele de stabilizare ale acestuia (Pomohaci ș.a., 2000; Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). Mai mult, prin administrarea de astfel de produse oenologice, se asigură optimizarea procesului printr-un control mai ridicat asupra calității operațiunilor, permițând încărcarea mai mare a echipamentelor de presare și centrifugare, reducerea timpilor de presare, favorizarea decantării și limpezirii sucului presat, diminuarea consumului de energie și astfel o creștere a eficienței de producție. Dozarea enzimelor depinde de gradul de maturare al strugurilor și de scopul urmărit. La vinurile roșii, este posibilă o variație mai mare a dozei în funcție de timpul de incubație (Rensburg, 2000; Rusu, 2011; Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). Activitățile enzimatică implicate în hidrolizarea substanțelor pectice sunt defășurate de pectin esterază, poligalacturonază, pectin liază, rhamnogalacturonază, rhamnogalacturonan acetilesterază, arabinază și galactanază. Alte activități enzimatică sunt cele manifestate de hemiceluloză și celuloză, fiind prezente în mod normal în cantități diferite în preparatele de bază de pectinaze. Acțiunea combinată a tuturor acestor enzime duce la o hidroliză parțială și la solubilizarea acidului și a polizaharidelor neutre din struguri (Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). Majoritatea enzimelor sunt prezente în preparatele enzimatică ca izoenzime, acționând diferențiat în funcție de nivelul pH-ului, temperatura optimă și gradul de esterificare al

pectinei (Reynolds, 2010). Cele mai utilizate enzime disponibile pentru uz comercial sunt pectinazele, glucanazele și glicozidazele și mai rar lizozimele și ureazele (Gómez-Plaza, 2010). În general, pentru producerea vinurilor albe și rosé se recomandă utilizarea preparatelor enzimatică care au fost purificate pentru a îndepărta activitățile cinamilesterazei. Preparatele enzimatică utilizate pentru fabricarea vinurilor albe nu ar trebui să aibă o astfel de activitate. Aceasta este produsă în natură de către speciile *Aspergillus niger* și *Botrytis cinerea* și este responsabilă pentru hidroliza acizilor cumarici și ferulici care, după decarboxilare, conduc la formarea de 4-vinilfenol și 4-vinilguaiacol. Acești compuși dau o aromă caracteristică nedorită (miros de medicament) în vinurile albe (Gómez-Plaza, 2010; Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). Cercetările realizate de Chatonnet (2000) au arătat că prin utilizarea enzimelor pectolitice purificate, este posibilă diminuarea cu mai mult de 50 % a concentrației compusului 4-vinilfenol în vinurile obținute din strugurii Sauvignon blanc. Preparatele enzimatică pot fi furnizate sub formă granulară, lichidă sau de pulbere. Cea din urmă prezintă dezavantaje datorită potențialului alergen al prafului enzimatic. Forma granulară prezintă avantajul lipsei conservanților și o bună stabilitate în timpul depozitării., în timp ce enzimele fluide conțin în general conservanți (Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). Trebuie evitată utilizarea simultană a bentonitei și a preparatelor enzimatică, deoarece enzima va fi inhibată datorită adsorbției specifice bentonitei iar aceasta din urma își va reduce eficiența datorită blocării centrelor active de către proteina enzimatică. Tratatamentul cu bentonită ar trebui să aibă loc, de preferință, după tratamentul enzimatic. Cleirea cu bentonită va ajuta la floclularea pectinelor hidrolizate enzimatic. Activitatea și eficiența unei enzime poate varia în limite largi, în funcție de temperatură și pH. Astfel, pectinazele pot fi administrate în intervalul de temperatură între 10 °C și 55 °C. La temperaturi sub 10 °C doza de preparat trebuie majorată iar la peste 55 °C enzima va fi inactivată. β-Glucanazele pot fi utilizate numai la temperaturi de peste 15 °C și necesită un timp de incubație mai îndelungat. Dozele de enzimă trebuie, de asemenea, crescute la valori scăzute de pH. Activitatea enzimelor nu este inhibată de dozele optime de dioxidul de sulf în vin. În vinurile roșii poate apărea inhibarea activității enzimatică sub acțiunea compușilor fenolici, fapt pentru care se poate crește doza de produs administrat. Concentrația alcoolică până la un nivel de 14 % vol. nu manifestă o influență negativă asupra acțiunii enzimelor, având chiar rol activator asupra β-glucanazelor utilizate pentru eliberarea compușilor de aromă (Van Oort și Canal-Llaubères, 2002).

Principalele avantaje ale utilizării enzimelor în procesul de vinificație de datorează în principal specificității de acțiune a acestora, fiind mai puțin susceptibile de a produce substanțe secundare nedorite; caracterului biodegradabil și impactului redus pe care îl manifestă asupra mediului înconjurător; capacității de a se activa în condiții de temperatură scăzută, pH neutru și presiune atmosferică normală; reducerii semnificative a consumului de energie (Sandulachi, 2012). Pe lângă numeroasele avantaje pe care le prezintă, au fost înregistrate și activități nedorite ale preparatelor comerciale utilizate în vinificație. Acestea prezintă sensibilitate ridicată la schimbările condițiilor fizico-chimice ale mediului, putând fi relativ ușor denaturate (temperatură, pH, infestări) ceea ce conduce

la o creștere a concentrației de metanol în timpul fermentației alcoolice, sub acțiunea metil-etil esterazei. Acțiunea cinamil-esterazei, prezentă în preparatele enzimatice pe bază de pectinaze, este responsabilă de formarea unui număr mai mare de compuși volatili (Sandulachi, 2012; Sahay, 2019; Ugliano, 2009;). Aceste preparate sunt considerate auxiliari tehnologici care nu se regăsesc în produsul final (Flanzy, 1998). În Tabelul 4.2 sunt prezentate principalele preparate enzimatice utilizate în tehnologia de obținere a vinului și recomandări privind administrarea acestora.

Tabelul 4.2/ Table 4.2
Principalele preparate enzimatice utilizate în vinificație/ The main enzymatic preparations used in winemaking
(Gomez-Plaza ș.a., 2010 - *Use of enzymes for wine production*)

Categoria enzimelor	Obiectivul urmărit	Momentul administrării tratamentului	Perioada necesară incubației
Pectinaze	Limpezire	Înainte de fermentația alcoolică	1 zi
	Limpezire	Înainte de condiționare și îmbutelire în cazul vinurilor albe și rosé	1 – 8 zile
	Limpezire	Înainte de condiționare și îmbutelire în cazul vinurilor roșii	5 – 20 zile
	Macerare	După zdrobire, după umplerea tancului de macerare	3 – 8 zile
Pectinaze/ Glucanaze	Maturare	La sfârșitul fermentației alcoolice	42 zile
	Filtrare	Înainte de operațiile de condiționare și stabilizare	3 – 20 zile
β-glicozidaze	Extracție a compușilor de aromă	La sfârșitul fermentației alcoolice	21 zile
Ureaza	Eliminare a ureei	La sfârșitul fermentației alcoolice	14 zile
Lizozime	Eliminare a bacteriilor	După instalarea fermentației malolactice	Câteva luni în mediu redus de tanin; pot fi îndepărtate prin tratarea cu bentonită
	Eliminare a bacteriilor	După finalizarea fermentației malolactice, în vederea stabilizării vinului	

Se impune astfel o bună cunoaștere a reglementărilor privind tratamentele administrate în etapa de producție, inclusiv momentul, cantitatea legal admisă și modul de utilizare. Folosirea preparatelor enzimatice în industria băuturilor trebuie să corespundă reglementărilor și recomandărilor emise de Organizația Internațională a Vicii și Vinului, Asociația Producătorilor de enzime (The Association of Manufacturers of Fermentation Enzyme Products), Organizația Internațională a Sănătății (World Health Organization), Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (FAO) și potrivit Codexului substanțelor chimice din produsele alimentare (Food Chemical Codex) (Croitoru, 2009; Gómez-Plaza, 2010).

4.1.1. Acțiunea enzimelor asupra randamentului obținut la presarea mustuielii

Randamentul extragerii sucului la presare poate fi semnificativ îmbunătățit sub acțiunea enzimelor. Preparatele comerciale manifestă diferite activități enzimatice la valori scăzute de pH: pectin metil-esteraze, poligalacturonaze, pectin-liaze și

hemiceluleze. Eficacitatea acestora este influențată semnificativ de soiul și varietatea strugurilor materie primă. Aceste preparate pot conține, de asemenea, diverse glicozidoze și proteaze responsabile de transformările secundare. Prin urmare, se impune asigurarea unui grad ridicat de puritate al enzimelor (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006).

Pectinazele sunt considerate printre cele mai importante enzime din sectorul comercial, în special în procesarea sucurilor de fructe, ca adjuvanți în vederea limpezirii și stabilizării sucurilor și pentru obținerea unui randament ridicat (Tapre ș.a., 2013). Degradarea pereților celulari sub acțiunea pectinazelor permite o difuzie mai mare a constituenților din interiorul vacuolelor, facilitând o mai bună extracție a mustului în timpul presării (Gómez-Plaza, 2010). Rezultatul depinde de cantitatea de pectine din struguri, care variază în funcție de gradul de maturare și soiul acestora, de preparatul enzimatic administrat (tipul activităților enzimactice prezente) și de condițiile de administrare (timpul de incubație specific, pH-ul mediului, temperatura și prezența inhibitorilor). Dacă pectinazele sunt aplicate pe struguri înaintea presării, acestea vor determina o creștere a randamentului extracției sucului și a compușilor de culoare (Mojsov, 2013). Creșterea randamentului la presare poate ajunge până la cel puțin 10 % în corelație cu o reducere de până la 20 – 50 % a timpului destinat presării, în funcție de calitatea strugurilor și de rezultatul urmărit. Atunci când enzimele sunt aplicate fără macerare prefermentativă, acțiunea acestora are loc în special în momentul presării. La efectuarea etapei de macerare-fermentare, enzimele sunt adăugate imediat după recepția strugurilor. Acest lucru îmbunătățește eficiența presării și nivelul acțiunii enzimei. Premacerarea este de obicei efectuată pentru o perioadă de aproximativ 3 – 4 ore la temperaturi în jur de 20 °C sau 6 – 10 ore la temperaturi sub 15 °C (Van Oort și Canal-Llaubères, 2002).

4.1.2. Influența enzimelor asupra limpezirii vinurilor

În timpul elaborării vinurilor albe și rosé și după presare, mustul este bogat în particule solide. Moleculele de pectină încărcate negativ formează un strat protector în jurul particulelor solide încărcate pozitiv, păstrându-le în suspensie. O turbiditate excesivă a musturilor induce o aromă erbacee vinului, apariția mirosului hidrogenului sulfurat și un conținut ridicat de alcool izoamilic (Gómez-Plaza, 2010). Prin urmare, limpezirea mustului înainte de fermentația alcoolică este deosebit de importantă reducându-se considerabil formarea compușilor aromatici, care imprimă vinului note picante sau senzația de sărat. Preparatele enzimactice pentru limpezire au activități preponderent pectolitice. Hidroliza substanțelor pectice duce la reducerea semnificativă a vâscozității mustului (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006; Van Oort și Canal-Llaubères, 2002).

Pelița și pulpa strugurilor conțin cantități semnificative de compuși pectici care, împreună cu alți constituenți precum celuloza, hemiceluloza și lignina, contribuie la formarea structurii peretelui celular. În timpul operațiilor de vinificare, segmente din compușii pectici din struguri sunt eliberate în must în urma zdrobirii și presării, formând coloizi care reduc sau împiedică sedimentarea particulelor solide, în special fragmente de peliță. Eliminarea particulelor solide este o operațiune importantă în tehnologia de

obținere a vinurilor albe. Hidroliza enzimatică a structurilor pectice este considerată cea mai eficientă metodă de descompunere a coloizilor, permițând separarea particulelor solide capturate. Prezența activității poligalacturonazei și pectinazelor în struguri favorizează limpezirea mustului în urma zdrobirii. Cu toate acestea, activitatea acestor enzime este deseori insuficientă, astfel încât timpul necesar obținerii unei limpeziri optime sub acțiunea pectinazelor din struguri este incomparabil cu timpul consumat în procesele de vinificație clasice. Astfel, pentru a îmbunătăți eficiența procesului de limpezire, pot fi adăugate preparate comerciale pe bază de pectinaze. Aceste preparate enzimatice pot hidroliza eficient substanțele pectice prezente în must, permițând sedimentarea particulelor solide aflate în suspensie (Gómez-Plaza, 2010; Mojsov, 2013).

Acestea sunt adăugate înainte de fermentarea musturilor din soiuri albe, obținute în urma presării și fără o macerare prealabilă, în scopul accelerării limpezirii. Se recomandă administrarea enzimelor ca tratament prefermentativ deoarece nivelurile ridicate de alcool rezultate după finalizarea fermentării tind să inhibe activitatea enzimatică. Mai mult, utilizarea enzimelor pectolitice în tehnologia vinului este asociată deseori cu tehnica termomacerării în cazul vinurilor roșii. Aceasta implică încălzirea mustuielii până la 50 °C timp de câteva ore, pentru solubilizarea antocianilor din pielețe. Prin acest procedeu se extrage o cantitate excesivă de procianidine, care imprimă astringență vinului. În acest fel, se obțin vinuri cu o culoare intensă, dar care nu se pretează învechirii pentru un timp îndelungat. În timpul încălzirii cantități ridicate de pectină pot fi extrase din struguri, acest fenomen nu are loc în timpul procesării tradiționale (Lea, 1995; Ribéreau-Gayon ș.a., 2006). Prin urmare, se impune administrarea unui preparat pectolitic în scopul reducerii vâscozității mustului și înlăturării acțiunii coloidale protectoare a macromoleculilor cu 6 atomi de carbon (de exemplu, hexanolul și hexanalul) (Croitoru, 2009; Lea, 1995). În urma acestui proces, extracția de antocianine este accentuată, datorită unei descompuneri a structurii celulare de către enzimă, ceea ce permite dizolvarea mai ușoară a pigmentilor. La vinificația tradițională, odată cu utilizarea unei enzime pectolitice, eliberarea de pigmenti este semnificativ accelerată iar timpul de macerație poate fi redus de la 4 la 2 zile. Un potențial dezavantaj al acestui proces constă în aceea că antocianii din vinurile astfel produse pot fi instabili, datorită hidrolizei glicozidelor de antocianine la formele lor aglicone mult mai instabile. Se consideră că activitățile secundare ale preparatelor enzimatice sunt responsabile pentru această acțiune glicozidică (Lea, 1995).

Decantarea burbei se realizează în trei etape. Prima etapă este depectinizarea, caracterizată prin descompunerea parțială a pectinelor și reducerea vâscozității mustului. A doua etapă, flocularea, se caracterizează printr-o creștere a turbidității și formarea complexelor insolubile. A treia etapă, sedimentarea, se caracterizează în principal prin reducerea puternică a turbidității și a precipitațiilor moleculelor complexe. Enzimele îmbunătățesc prima etapă, accelerând astfel următoarele etape (Van Oort și Canal-Llaubères, 2002).

4.1.3. Impactul enzimelor asupra proceselor de filtrare a vinurilor

Enzimele de maturare și filtrare constau în principal din pectinaze și β -glucanaze. Un exces de coloizi este capabil să împiedice filtrarea. Pectinazele hidrolizează parțial polizaharide din struguri, eliberând fragmente de polizaharide mai mici. Acestea din urmă au adesea o structură moleculară liniară, pot obstrucționa diferitele etape ale filtrării vinului și este necesară eliminarea înaintea filtrării. β -glucanazele hidrolizează polizaharidele de tipul glucanilor, provenite de la *Botrytis cinerea* sau din peretele celular al levurilor. Astfel de polizaharide prezintă o greutate moleculară ridicată și împiedică filtrarea, făcând-o chiar imposibilă. Glucanii eliberați în vin de levuri (*Saccharomyces cerevisiae*) depind de mediile utilizate pentru fermentarea levurilor. În același timp, β -glucanii pot favoriza extracția anumitor macromolecule ca manoproteine, cu un rol important în stabilizarea proteinelor din vinuri. O reducere a dimensiunii acestor componente le face mai solubile, menține structurile coloidale în vin în timpul filtrării și scade riscul de blocare a filtrului.

În urma administrării tratamentelor enzimaticice pot rezulta cantități chiar și de 5 ori mai mari în timpul unui ciclu de filtrare și astfel, crește randamentul filtrării odată cu reducerea costurilor, fără a fi influențate proprietățile senzoriale ale vinului. Este recomandată administrarea acestor preparate enzimaticice la sfârșitul fermentației alcoolice, la temperatura mai mare de 15 °C (Gómez-Plaza, 2010; Van Oort și Canal-Llaubères, 2002;).

4.1.4. Efectul enzimelor asupra extracției și îmbogățirii cu compuși volatili ai vinurilor

Administrarea diverselor tratamente prefermentative influențează semnificativ profilul aromatic al vinurilor. Formele libere ale aromelor varietale (numite terpeni) și combinate (numite terpenglicozide) sunt supuse oxidării și hidrolizării, fiind influențate de numeroși factori biochimici și tehnologici (Pomohaci, 2009). Majoritatea aromelor varietale iau naștere în urma fermentației, fapt care sugerează că speciile microbiene responsabile de procesul de fermentare joacă un rol deosebit în eliberarea aromelor varietale din precursori nearomați. Preparatele enzimaticice pe bază de β -glicozidaze pot fi adăugate în timpul vinificației cu scopul de a favoriza extracția compușilor volatili din legăturile glicozidice, în special monoterpene, norizoprenoide și benzenoide (Ugliano, 2009). Caracterul varietal al vinurilor albe este definit în special de prezența moleculelor cu miros caracteristic, dintre care alcoolii monoterprenici joacă un rol bine definit. Acești compuși se găsesc în struguri ca molecule libere, volatile, odorante și ca precursori glicozidici non-volatili, cunoscuți drept terpeni legate. În multe soiuri de struguri, cantitatea de terpeni legate poate fi mai mare decât a celor liberi. În consecință, caracterul distinctiv al vinurilor ar putea fi crescut prin eliberarea terpenelor cu legături glicozidice (Ugliano, 2009). Prezența precursorilor glicozilați și a compușilor volatili în struguri a fost raportată de către Cordonnier și Bayonove (1974).

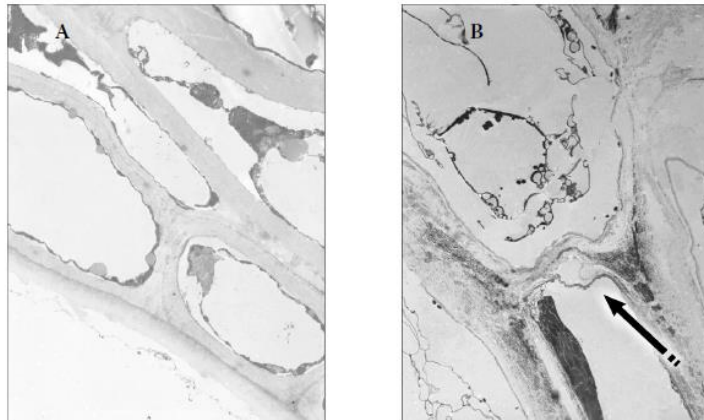


Figura 4.1: Acțiunea tratamentelor enzimatiche asupra peretelui celular al celulelor pielii: A: struguri de control, B: în urma administrării de preparate enzimatiche în etapa de macerație a strugurilor

Figure 4.1: Action of enzymatic treatments on the cell wall of skin cells A: control grapes, B: following the administration of enzymatic preparations in the grape maceration stage

(Gomez-Plaza ș.a., 2010 – Use of enzymes for wine production)

La sfârșitul anilor '80, au fost dezvoltate preparate enzimatiche care conțin glicozidaze (β -glicozidaza, α -arabinozidaza, α -ramnozidaza, β -apozidaza) pentru a îmbunătăți profilul aromatic al anumitor vinuri. Aceste preparate enzimatiche sunt adăugate la sfârșitul fermentației alcoolice și în timpul transvazării vinurilor, care nu sunt tratate cu bentonită, pentru a preveni inhibarea enzimei. Temperatura optimă pentru acest tratament enzimatic trebuie să depășească 15 °C și este necesar un timp de incubație de la câteva săptămâni până la o lună. Dezvoltarea aromelor trebuie controlată prin analiza organoleptică, iar acțiunea enzimatică este inhibată prin adăugarea de bentonită. Cantități mici din acest compus (20 g/hL) sunt de obicei suficiente pentru a bloca în totalitate activitatea enzimelor (Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). Deși o mare parte din aroma unui vin este atribuită alcoolilor și esterilor ce provin din metabolismul drojdiilor, unele soiuri de struguri, de exemplu Muscat, Gewürztraminer, Riesling, Chardonnay se caracterizază prin note parfumate specifice, datorate prezenței monoterpenelor volatile precum linalool, geraniol, α -citronerol și nerol (Croitoru, 2009; Lea, 1995). Acestea sunt eliberate din struguri în timpul presării, fermentării și depozitării. Spre deosebire de mulți compuși volatili din fructe, acești compuși sunt legați glicozidic și sunt eliberate lent doar prin hidroliza acidă în timpul învechirii vinului. Activitatea glicozidazelor endogene este foarte redusă și, prin urmare, a existat un interes considerabil în adăugarea de enzime care vor favoriza extragerea monoterpenelor în timpul vinificării. Activitățile secundare ale pectinazelor fungice (de exemplu, de la *Aspergillus niger*) sau glicozidazele extracelulare ale diferitelor drojdii *Candida* se pot folosi în acest scop (Lea, 1995). Mateo și Stefano (1997) au evidențiat o eventuală inhibare activității β -glicozidazelor în prezența etanolului și glucozei. Preparatele enzimatiche trebuie să fie lipsite de cinamil decarboxilază, cu rol în formarea etil-fenolilor care imprimă miros neplăcut de animal (Ribéreau-Gayon ș.a., 2006).

4.1.5. Influența enzimelor asupra parametrilor de culoare ai vinurilor și a extracției de compuși fenolici

Extracția compușilor fenolici are loc, în general, cu macerarea mustuielii și în timpul fermentației alcoolice, fiind dependentă de soiul și calitatea strugurilor și de tehnologia de vinificație aplicată. Efectul lacazei fungice a fost intens studiat datorită capacității sale de a reacționa cu o gamă largă de compuși fenolici. Tratamentul cu lacază poate spori efectul tratamentelor convenționale de stabilizare (Van Oort și Canal-Llaubères, 2002). În ultimii ani, practicile oenologice au urmărit îmbunătățirea caracteristicilor cromatice ale vinurilor, focusându-se pe îmbunătățirea extracției compușilor de culoare. În acest sens se utilizează enzime pectolitice. Deși la început acestea erau folosite pentru a reduce turbiditatea și a favoriza limpezirea, s-a demonstrat că enzimele pectolitice determină și o creștere a intensității și luminozității culorii precum și a extracției compușilor fenolici (Mojsov, 2013; Ribéreau-Gayon ș.a., 2006).

PARTEA A II-A: CONTRIBUȚII PROPRII

PART II: PERSONAL CONTRIBUTIONS

5. DESCRIEREA CADRULUI NATURAL, INSTITUȚIONAL ȘI ORGANIZATORIC AL CERCETĂRII

5. DESCRIPTION OF THE NATURAL, INSTITUTIONAL AND ORGANIZATIONAL FRAMEWORK OF RESEARCH

5.1. Descrierea cadrului natural

Podgoria Iași este amplasată în regiunea de nord-est a Podișului Moldovei, pe coasta Iașilor, care delimitează Câmpia colinară a Moldovei de Platoul Central Moldovenesc (la intersecția paralelei de 47° 10' latitudine nordică și a meridianului de 27° 35' longitudine estică (Rotaru ș.a., 2009).

Dintre centrele viticole ale podgoriei Iași, reprezentative sunt următoarele: **Copou-Șorogari** (Valea Lupului, REDIU, Copou-Breazu, Aroneanu, Șorogari), **Bucium** (Vlădiceni, Pietrăria, Bârnova, Bucium, Vișan), Uricani (Uricani și Găureni), **Comarna** (Comarna și Curagău), **Covasna** (Cozia, Costuleni, Covasna, Hilița), **Galata** (Miroslava, Valea Adâncă, Balciu, Cetățuia, Hlincea și Galata), **Bohotin** (Isaia, Răducăneni, Bohotin) (Cotea ș.a., 2003; Stroe, 2012).

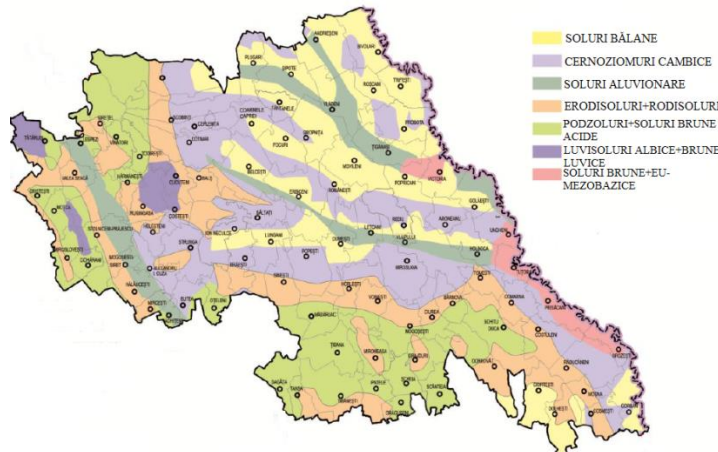


Figura 5.1: Structura pedologică a județului Iași
Figure 5.1: Pedological structure of Iași county
(www.anpm.ro)

Din punct de vedere geologic, substratul litologic este constituit din marne și argile, cu unele intercalații de nisipuri, gresii calcaroase, calcare oolitice, conglomerate și pietrișuri (Rotaru ș.a, 2009). Solurile întâlnite în această regiune sunt reprezentate de:

cernoziomuri cambice, soluri cenușii (care se pretează cel mai bine culturii viței de vie) regosoluri și soluri antropice (Mustea ș.a., 2004; Oșlobeanu ș.a., 1991).

Relieful este alcătuit din două subunități geomorfologice, și anume: Câmpia Moldovei, cu un relief colinar (Dealul Aroneanu-Ciric, Cârlig-Șorogari, Breazu-Copou, Dealul Rediului), platouri netede și altitudini cuprinse între 100 și 200 m; Podișul Central Moldovenesc (Coasta Iașilor), cu altitudini cuprinse între 300 și 350 m.

Arealul viticol Copou se caracterizează prin dealuri fragmentate de văi, platouri largi și ușor înclinate, cu altitudini de aproximativ 220 m în zona Breazu. Cadrul natural este favorabil culturii de viță de vie, atât din punct de vedere al factorilor litologici, pedologici, cât și bioclimatici.

Rețeaua hidrografică a podgoriei Iași este reprezentată de râurile Bahlui și Prut, colectoare ale unor pâraie scurte și cu debite anuale deficitare (Valea Lungă, Ciric, Cârlig, Breazu, Reditu, Valea Lupului, Nicolina, Cetățuia, Vișan-Vămeșoia, Vlădiceni, Tomești, Tâtarca, Comarna, Covasna, Cozia, Bohotin, Moșna). Regimul scurgerii acestor pâraie este capricios, cu ape mari de primăvară și viituri de vară, ape mici (până la secări temporare) de vară-toamnă. Lacurile sunt de tip antropic, create în scopuri diverse, inclusiv pentru irigații, cele mai cunoscute fiind: Chirița (pe Valea Lungă), Aroneanu I și II, Ciric I, II și III (pe valea Ciricului), Cârlig, Podgoria Copou, Valea Lupului (pe văile cu același nume), Iezăreni și Ciurbești (în bazinul Nicolinei) (Cotea ș.a., 2000).

Climatul reprezentativ al acestei regiuni este de tip temperat-continental cu nuanțe excesive, ca rezultat al amplasării în zona de interferență între climatul moderat continental specific Podișului Central Moldovenesc și cel excesiv continental caracteristic Câmpiei Moldovei. Aceasta se explică prin diferențe majore între sezoane, cu ierni relativ uscate și geroase, veri calde și secetoase, primăveri și toamne blânde, moderate hidric. În cadrul arealului viticol Copou, condițiile climaterice specifice sunt reprezentate prin alternarea zilelor călduroase și senine cu zile răcoroase și vânt la trecerea de la un anotimp la altul. S-a remarcat de-a lungul timpului o frecventă a gerurilor târzii în perioada lunii aprilie și brumă timpurie, în a doua decadă a lunii septembrie și ani secetoși o dată la 3-4 ani.

Datele meteorologice înregistrate la Stația Meteo Copou din cadrul SCDVV Iași în perioada 2015 – 2019 sunt prezentate în Tabelele 5.1 – 5.2. Astfel, în anul 2015, temperatura minimă anuală a fost înregistrată în luna ianuarie (-3,5 °C), iar temperatura maximă a fost atinsă în luna iulie (30,4 °C), cu precipitații de aproximativ 365,5 mm (valoarea minimă 1,6 mm în decembrie, iar cea maximă 66,4 mm în martie). Insoalația medie înregistrată în acest an a fost de aproximativ 2054 ore. Temperatura solului a variat de la minim -2,2 °C (ianuarie) la maxim 30,2 °C (iulie).

În anul 2016, temperatura minimă înscrisă a fost -6,1 °C în ianuarie, urmând ca maxima să fie de 29,6 °C în luna iulie. Precipitațiile aferente acestui an au marcat o valoare minimă (7,2 mm) în decembrie și valoarea maximă înregistrată a fost înscrisă în luna octombrie (182,8 mm), cu o medie anuală de 646,8 mm și o insolație medie înregistrată de aproximativ 2086,8 ore. Temperatura solului a prezentat variații de la minim -3,2 °C (ianuarie) la maxim 29,7 °C (iulie).

Temperatura minimă aferentă anului 2017 a fost de -8,1 °C în luna ianuarie, iar valoarea maximă a fost înregistrată în august (29,8 °C), cu o insolație în medie de 2137,7 ore. Precipitațiile înregistrate în acest an au variat de la 18,1 mm în ianuarie (valoarea minimă) la 78,4 mm în luna aprilie (valoarea maximă), cu o medie anuală de 546,6 mm. Temperatura solului a variat de la minim -5,7 °C (ianuarie), la maxim 26,9 °C (iunie și iulie).

Anul 2018 a fost marcat de o cantitate medie de precipitații de 707,6 mm (minim 2,6 mm în octombrie, maxim 219,9 mm în iunie) și o insolație de aproximativ 2127,9 ore. Temperatura minimă anuală a fost înregistrată în luna ianuarie (-4,7 °C), iar valoarea maximă a fost aferentă lunii august (20,7 °C). Temperatura solului în acest an a indicat valori de la minim -2,9 °C (februarie), la maxim 27,1 °C (august).

În anul 2019, a fost înregistrată o temperatură minimă de -5,4 °C în luna ianuarie, iar cea maximă de 29,5 °C în august. Valorile precipitațiilor medii au variat de la minim 9,8 mm în luna martie, la 98,6 mm în mai, cu o medie anuală de 478,7 mm și o insolație de aproximativ 2149,6 ore. Temperatura solului a variat de la minim -3,7 °C (ianuarie) la maxim 27,8 C (iulie).

Vegetația specifică regiunii geografice este constituită în principal din stepă, în zonele colinare din lungul râurilor Bahlui și Prut, pe versanții înclinați și bine însoriți și graminee specificem printre care: păiușul (*Festuca valesiaca*, *Festuca pseudovina*), firuța (*Poa bulbosa*), colilia (*Stipa lessingiana*, *Stipa joannis*), pirul crestă (*Agropyrum cristatum*), , bărboasa (*Andropogon ischaemum*) ș.a. Silvestepa este alcătuită din foioase fără fag, îndeosebi dintr-un amestec de stejar (*Quercus robur*), gorun (*Quercus petraea*), tei (*Tilia tomentosa*, *Tilia cordata*), arțar (*Acer campestre*, *Acer tataricum*), ulm (*Ulmus foliacea*), frasin (*Fraxinus excelsior*), carpen (*Carpinus betulus*), alături de care se întâlnesc adesea diferiți arbuști și pe alocuri unele esențe termofile precum cărpinița (*Carpinus orientalis*), mojdreanul (*Fraxinus ornus*), scumpia (*Cotinus coggygria*). Etajul forestier, aflat la altitudini care depășesc 250 m, este reprezentat odată cu creșterea altitudinii, de stejăreto-goruneto-carpinete (cele mai întâlnite), gorneto-carpinete cu fag (*Fagus silvatica*) și, mai rar întâlnite, făgeto-goruneto-carpinetele.

Tabelul 5.1/ Tabelul 5.1

Date meteorologice înregistrate la stația meteo Copou – S.C.D.V.V. Iași în perioada 2015 – 2019/ Meteorological data recorded at Copou weather station – S.C.D.V.V. Iași 2015 – 2019 period

LUNA	TEMPERATURA AERULUI (°C)															PRECIPITAȚII (MM)					INSOLAȚIA (ORE)				
	MEDIA					MAXIMA					MINIMA					2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019										
Ian.	-0,8	-2,9	-5,0	-1,0	-2,9	2,2	1,0	-1,9	2,2	-0,1	-3,5	-6,1	-8,1	-4,1	-5,4	14,7	16	18,1	18,6	50,6	64,7	69,4	85,0	93,5	73,6
Feb.	0,4	4,8	-1,1	-2,2	1,8	3,7	9,0	2,9	0,6	5,7	-2,4	1,4	-4,4	-4,7	-1,3	23,2	25,0	22,7	37,0	32,8	93,1	92,6	101	64,2	96,4
Mar.	4,7	6,1	7,4	0,8	7,1	8,9	11,1	12,2	5,1	12,9	1,2	2,2	3,6	-2,9	2,3	66,4	31,8	64,0	72,2	9,8	146,5	156,1	147,7	140,8	190,6
Apr.	9,8	13,2	9,7	15,3	10,4	15,5	19,3	15,6	21,6	15,8	5,0	7,9	4,7	9,4	5,4	31,6	77,6	78,4	9,2	46,0	191,2	218,1	205,5	252,7	199,9
Mai	17,2	15,6	16,5	19,1	16	23,4	21,7	22,5	25,5	21,4	11,0	10,6	10,6	12,4	11,2	13,8	90,2	47,8	13,6	98,6	272,7	223,4	278,4	284,8	198,4
Iun.	21,2	21	21,4	20,7	22,4	27,8	26,0	27,4	26,9	28,8	14,5	15,7	15,3	15,5	16,5	46,8	107	49,0	219,6	63,0	314,4	258,6	293,4	214,1	276,5
Iul.	23,6	23,1	21,8	21,2	21,5	30,4	29,6	28,2	27	27,6	17,2	16,5	15,7	16,6	15,6	40,8	15,4	67,6	184,2	33,8	292,3	319,5	291,0	231,3	282,8
Aug.	23,5	21,8	22,8	22,9	22,5	30,3	29,1	29,8	29,7	29,5	17,2	15,4	15,8	17,1	15,9	28,0	31,4	24m0	3,0	43,2	261,5	281,0	290,5	328,5	285,5
Sep.	18,9	18,5	17,1	16,7	17,4	25,3	25,6	24,2	23,4	24,9	13,9	12,5	11,6	11,5	11,4	19,6	12,2	26,6	30,4	38,8	181,2	227,5	221,6	192,7	239,2
Oct.	9,2	7,5	10,8	12,3	11,4	14,3	11,3	16,2	19,7	17,1	5,2	4,3	6,3	6,9	7,1	54,4	182,8	64,2	2,6	30,6	154,1	91,6	128,0	214	151,1
Nov.	6,4	3,3	5,2	2,5	8,1	10,1	6,4	8,2	5,1	11,7	3,0	0,3	2,6	0,1	4,9	24,6	50,2	37,0	64,6	10,2	86,6	80,2	42,0	57,5	72,5
Dec.	4,0	-0,1	2,9	-1,4	3,2	7,2	2,9	6,1	1,1	6,5	-0,1	-2,8	-0,2	-3,7	0,1	1,6	7,2	47,2	52,6	21,3	96,3	68,8	53,6	53,8	83,1

Tabelul 5.2/ Table 5.2

Date meteorologice asupra solului înregistrate la Stația Meteo Copou – SCDVV Iași în perioada 2015 – 2019/ Meteorological data on the ground from Copou Weather Station – SCDVV Iași in 2015 – 2019 period

LUNA	TEMPERATURA SOLULUI (°C)															HIGROSCOPICITATEA %				
	MEDIA					MAXIMA					MINIMA					2015	2016	2017	2018	2019
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019					
Ian.	-2,2	-3,2	-5,7	-1,9	-3,7	1,2	1,8	-1,6	4,1	1,0	-6,0	-6,9	-10,7	-6,6	-8,7	86,0	85	81	84	86
Feb.	0,9	4,4	-3,5	-2,9	2,3	8,2	13,0	0,2	-0,6	10,6	-3,0	0,1	-7,8	-5,9	-1,8	80,0	76	81	86	79
Mar.	5,8	7,1	8,2	-0,6	8,5	16,5	21,4	21,2	4,4	26,4	0,4	0,0	1,7	-5,2	-0,9	74,0	67	73	78	55
Apr.	11,7	15	12	17,6	12,9	27,6	30,8	28,6	35,6	28,6	3,2	4,8	3,3	6,9	3,5	60,0	63	61	52	60
Mai	22,5	17,5	21,2	24,9	19,2	43,3	32,8	39,6	47,7	35,9	8,8	7,9	8,3	10,2	10,3	58,0	65	60	54	74
Iun.	28,7	26,2	26,9	26,2	27,4	49,8	41,7	45,2	44,2	45,4	13,1	15,6	14,1	15,2	16,9	55,0	70	59	69	72
Iul.	30,2	29,7	26,9	25,8	27,8	50,6	51,1	44,6	43,3	50,5	16,9	15,9	15,5	16,4	15,4	57,0	56	62	76	62
Aug.	16,6	26,4	25,2	27,1	26,8	49,5	48	43,1	48,1	47,9	16,6	15,1	14,8	16,2	15,7	52,0	58	56	61	58
Sep.	22,2	22,4	19,8	19,2	20,8	39,9	42,7	38,9	37,2	41,1	13,1	11,5	10,3	10,1	10,2	65,0	55	62	65	57
Oct.	10,6	8,5	11,8	13,2	12,4	24,1	17,4	26,0	31,4	24,7	3,5	3,7	4,4	3,9	6,2	73,0	80	68	63	79
Nov.	5,6	3,4	5,3	3,1	8,7	14,7	9,0	12,1	9,2	15,7	0,1	-0,1	1,2	-1,0	4,0	74,0	84	83	88	81
Dec.	2,5	-0,5	2,3	-1,8	1,3	12,6	2,4	7,4	1,7	6,3	-3,7	-2,7	-0,9	-5,4	-2,4	80,0	77	82	90	82

5.2. Prezentarea cadrului instituțional și organizatoric al cercetării

Procesul de vinificație și pregătire a probelor necesare întocmirii tezei de doctorat a fost realizat în cadrul stației experimentale a Laboratorului de Oenologie al Facultății de Horticultură, din cadrul Universității pentru Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași, în anul 2018. Acestea se situează în partea nord-vestică a municipiului Iași, în incinta Stațiunii didactice experimentale Vasile Adamachi și cuprinde: cramă dotată cu echipamente moderne, spații pentru depozitarea în bune condiții, maturarea și păstrarea probelor o perioadă îndelungată (deține una din cele mai adânci pivnițe din țară), un atelier-școală destinat prelucrării produselor horticoale obținute în cadrul fermei didactice, o bibliotecă cu peste 2000 de titluri, atât de specialitate, cât și beletristică. De asemenea, în cadrul aceleiași stații experimentale își are sediul și Centrul de Cercetări pentru Oenologie al Academiei Române, Filiala Iași.



Figura 5.2: Imagine de ansamblu din interiorul bibliotecii existente în cadrul laboratorului de Oenologie
Figure 5.2: General presentation inside the existing library within the oenology laboratory

(original)

Printre obiectivele principale de cercetare ale laboratorului se numără: studiul caracteristicilor de calitate ale vinurilor obținute în România, al tehnologiilor de obținere a vinurilor liniștite, vinurilor spumante și speciale; studiul influenței diferitelor practici oenologice (de maturare, limpezire, condiționare, stabilizare) asupra calității produselor finale; monitorizarea potențialului oenologic al soiurilor cultivate la nivel național; controlul și analiza calității produselor vitivinicole; studiul și monitorizarea evoluției principalilor constituenți ai băuturilor (indicatori fizico-chimici, cromatici, capacitate antiradicalică, conținutul în compuși fenolici, compuși volatili, aminoacizi ș.a.); studiul tipicității și autenticității vinurilor; evaluarea concentrațiilor reziduurilor de pesticide, metale grele și micotoxine în diverse băuturi; cercetări microbiologice asupra mustului și vinului etc.

În desfășurarea activității de cercetare, Laboratorul de Oenologie colaborează cu

numeroase alte instituții de profil din țară și străinătate, cum ar fi: Stațiunile de Cercetare-Dezvoltare pentru Viticultură și Vinificație din țară; Institutul Național pentru Viticultură și Vinificație al Republicii Moldova, catedrele de Viticultură și Oenologie din cadrul universităților de profil din țară și străinătate, Academia de Științe a Moldovei ș.a.

În cadrul laboratorului s-au pus bazele a numeroase proiecte de cercetare în domeniul băuturilor, având la dispoziție o importantă bază analitico-tehnologică. În dotarea laboratorului se găsesc toate echipamentele necesare determinării principalilor parametri fizico-chimici ai băuturilor, precum: SO₂ liber, combinat și total, aciditatea totală și volatilă a acestora, concentrația alcoolică (distilator de tip Jaulmes, alcoolmetre) și densitatea (densimetre), conținutul în substanțele reducătoare din vin, nivelul de zaharuri din sucuri și musturi (refractometru de masă, refractometru de mână, refractometru digital) etc.



Figura 5.3: Sistem de gaz cromatografie Shimadzu 2010

Figure 5.3: Shimadzu 2010 gas chromatography system

(original)

Pentru determinările care implică un grad ridicat de sensibilitate, laboratorul deține următoarele echipamente: spectrofotometru UV-VIS (pentru determinarea parametrilor cromatici, a conținutului total în compuși fenolici al probelor și a compușilor fenolici cu însușiri reducătoare, precum și conținutul în compuși antocianici); spectrometru de absorbție atomică, dotat cu un cuptor de grafit; spectrometre de tip FTIR pentru evaluări calitative și cantitative asupra reziduurilor din băuturi (pesticide și metale grele); sistem cromatografic în strat subțire pentru evaluarea nivelului de micotoxine și a pigmentilor din plante și produse derivate; sistem de cromatografie de lichide destinat separării și concentrării unor analiți din diverse probe de origine vegetală (compuși din clasa antocianidinelor, proantocianidinelor, taninurilor, polizaharidelor, acizilor organici și fenolici, vitaminelor, micotoxinelor, pigmentilor naturali sau de sinteză); sistem de cromatografie de gaze prin care se pot determina concentrațiile constituenților volatili din probe vegetale și băuturi (alcooli, aldehide, fenoli volatili, acizi organici volatili, esterii acizilor grași ș.a) etc.

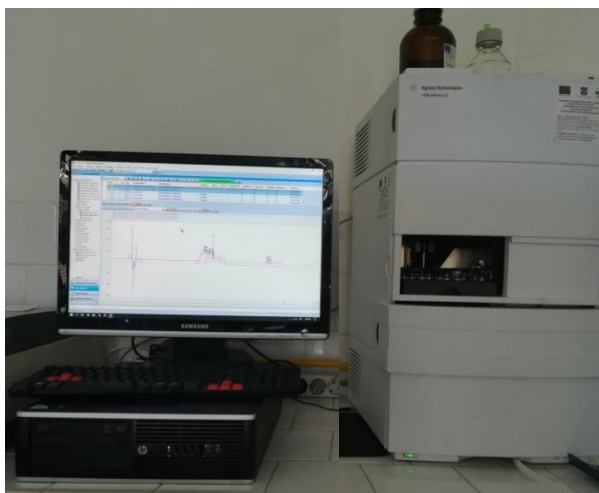


Figura 5.4: Sistem de lichid cromatografie Agilent Technologies 1220 Infinity
Figure 5.4: Agilent Technologies 1220 Infinity liquid chromatography system
(original)

În ceea ce privește segmentul tehnologic, în cadrul stației de vinificare sunt disponibile următoarele echipamente: sistem de procesare a vinului prin osmoză inversă cu capacitate de până la 3000 L/h; pompă de circulare prin care mustul rezultat la presare este transferat în cisternele de macerare-fermentare; diverse cisterne din inox pentru macerația sub presiune; cisterne de macerație carbonică și stabilizare tartrică; echipament pentru spălat suprafețe cu ozon; filtru tangențial cu 3 module; pasteurizator; sulfitometru din inox; presă continuă pentru obținerea sucurilor; echipament pentru extracție prin termodescantare etc.



Figura 5.5: Imagine din interiorul cramei experimentale
Figure 5.5: Experimental winery
(original)

Activitatea didactică și de cercetare în domeniul oenologiei și viticulturii în această unitate are loc sub coordonarea domnului prof. univ. dr. ing. Valeriu V. Cotea.



Figura 5.6: Imagine din interiorul beciului Adamachi
Figure 5.6: Photograph from inside the Adamachi cellar
(original)

6. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII, MATERIALUL ȘI METODOLOGIA DE CERCETARE

6. PURPOSE AND OBJECTIVES, MATERIAL AND RESEARCH METHODOLOGY

6.1. Scopul și obiectivele cercetării

Numeroase studii (Claus și Mojsov, 2018; Armada ș.a, 2010; Mojsov, 2013; Kurbanoglu S. ș.a., 2020; Osete-Alcaraz ș.a., 2019; Ottone ș.a., 2019; Pardo ș.a., 1999; Arnous și Meyer, 2009) au confirmat impactul pozitiv al utilizării enzimelor la nivelul industriei alimentare, atât din punct de vedere al calității produselor cât și al optimizării tehnologiilor de producție.

În acest sens, scopul stabilit pentru întocmirea acestei cercetări a constat în monitorizarea evoluției calității vinurilor sub acțiunea tratamentelor enzimaticice.

Pentru a răspunde scopului propus, s-au stabilit următoarele obiective:

- elaborarea planului experimental și realizarea propriu-zisă a probelor în conformitate cu acesta;
- analiza fizico-chimică a musturilor obținute;
- studiul influenței enzimelor asupra caracteristicilor fizico-chimice ale probelor de vin;
- studiul acțiunii enzimelor asupra parametrilor cromatici ai probelor experimentale finale;
- monitorizarea evoluției principalilor compuși fenolici și volatili în timpul fermentației alcoolice;
- monitorizarea evoluției aminoacizilor din probele experimentale în timpul fermentației alcoolice;
- studiul modificărilor senzoriale ale vinurilor în funcție de tipul preparatelor enzimaticice administrate;
- interpretarea statistică a rezultatelor obținute și compararea rezultatelor cu cele din literatura de specialitate.

Noutatea acestei lucrări constă în studiul influenței preparatelor enzimaticice administrate înaintea fermentației alcoolice, chiar dacă majoritatea studiilor analizează utilizarea acestora în diferite stadii ale procesului de vinificare. Monitorizarea evoluției unor compuși în timpul fermentației unor probe obținute din Fetească regală și Sauvignon blanc (aminoacizi, compuși fenolici, compuși volatili) prezintă un interes semnificativ pentru cercetarea din domeniul utilizării enzimelor în industria alimentară, existând relativ puține studii în acest sens.

Această lucrare contribuie la îmbogățirea și consolidarea informațiilor deja existente în literatura de specialitate și respectiv, optimizarea strategiilor de vinificație.

6.2. Materiale și metode de analiză utilizate

6.2.1. Caracterizarea soiurilor de struguri abordate în cadrul cercetării

În scopul realizării obiectivelor specifice ale cercetării au fost alese soiurile Fetească regală și Sauvignon blanc, extrem de răspândite în podgoriile României și apreciate de consumatori.

6.2.1.1. Fetească regală

Feteasca regală, denumită și Galbenă de Ardeal, Kirai Leanka sau Dăneșană, își are originea din regiunea Sighișoarei, podgoria Târnave, comuna Daneș, rezultând din încrucișarea naturală a două soiuri autohtone renumite: Fetească albă și Grasă de Cotnari. Soiul acesta a fost prezentat pentru prima dată cu denumirea de Fetească regală în perioada anilor 1929, în cadrul unei expoziții tematice de la București, impresionând prin calitățile sale (Pușcă, 2006).



Figura 6.1: Soiul Fetească regală
Figure 6.1: Fetească regală variety
(original)

Galbena de Ardeal se pretează pentru majoritatea claselor de soluri, fiind foarte productiv în condițiile asigurării umidității necesare. Nu se recomandă cultivarea soiului pe nisipuri și în zonele secetoase. Producțiile de struguri sunt dependente de arealul geografic, înregistrând o medie de aproximativ 18 t/ha (Rotaru, 2009; Pușcă, 2006). Soiul este întâlnit frecvent în marile podgorii ale țării noastre, cele mai bune rezultate fiind remarcate în regiunea Moldovei dar și în Podușul Transilvaniei (Moroșanu, 2018). În plantații se obțin rezultate favorabile atât la tăierea sub formă joasă cât și semi-înaltă.

Soiul reacționează excelent la fertilizarea de tip organic, administrată periodic (minim 30 tone la hectar) (Stroe, 2012). Galbena de Ardeal se caracterizează printr-o perioadă mijlocie de vegetație, de aproximativ 160 – 170 zile. Este un soi cu rezistență medie la îngheț, sensibilitate crescută la condiții de secetă, prezintă fertilitate ridicată (până la 80 – 85 % din lăstari) și manifestă vigoare mijlocie de creștere. De asemenea, prezintă rezistență mijlocie la atacurile manei și făinării, sensibil la acțiunea putregaiului cenușiu (Rotaru, 2009). Strugurii sunt de dimensiuni mijlocii, cântărind în medie 110 – 130 g, de formă cilindro-conică, adesea aripați, cu boabele de dimensiuni neregulate și așezate compact pe ciorchine. Bobul se caracterizează prin formă sferică, cu pieliță subțire ușor pruinată, de culoare galben-verzui și pulpă succulentă. Strugurii din soiul Fetească regală se caracterizează printr-un conținut mai redus în zaharuri (170 – 180 g/L până la 235 g/L zaharuri la supramaturare) și cu o aciditate mai ridicată (4,5 – 7,0 g/L H₂SO₄) comparativ cu soiurile de la care provine (maturare timpurie). Constituie un soi de struguri destinate producerii vinurilor de calitate, a celor spumante sau a distilatelor din vin supuse învechirii (Moroșanu, 2018).

Vinurile Fetească regală se caracterizează prin culoare galben-verzui, care poate ajunge până la galben-pai și galben-auriu, odată cu maturarea. Din acest soi se obțin vinuri semiaromate, cu aciditate ridicată (între 4,5 și 6 g/L acid tartric) care imprimă o vioiciune specifică, concentrație alcoolică moderată (între 10 – 12,5 % vol. alc.) gust plăcut, care se remarcă prin note discrete de flori de câmp, măr, fân cosit și miere. Se preferă consumul acestora ca vinuri tinere, pentru prospețimea și fructuozitatea prin care se caracterizează. (Moroșanu ș.a., 2017; Pușcă, 2006).

6.2.1.2. Sauvignon blanc

Soiul de struguri Sauvignon blanc își are originea din Franța, regiunea Bordeaux (podgoria Sauternes) întâlnit și sub alte denumiri, cum ar fi: Sauvignon jaune, Sauternes, Sauvignon vert, Fumé, Blanc fumé, Surin, Fié, Sauvignon a gros grains (în Franța); Muskat sylvaner, Sylvaner musque, Feigentraube (în Germania). Sauvignon blanc se află printre cele mai răspândite soiuri din punct de vedere al suprafețelor cultivate la nivel mondial și în continuă creștere în țara noastră (Antoce și Călugăru, 2017); întâlnit în special în Franța, Noua Zeelandă, Africa de Sud, Chile, Australia și Statele Unite (Boursiquot, 2010). Soiul prezintă două variații existente în cultură, și anume: *Gros Sauvignon* – cu struguri de dimensiuni mijlocii și mari care pot cântări între 200 și 280 g, biaripați, de formă cilindro-conică, cu boabe mijlocii, dese, de culoare albă-verzuie și cu suprafața inferioară a frunzei peroasă; *Petit Sauvignon* – cu struguri de dimensiuni mici, care pot cântări în medii 150 – 200 g, de formă cilindrică, cu boabe mici și compacte, miezul tare și crocant, pielița de culoare gălbuie la maturitate deplină, uniaripați și cu partea inferioară a frunzei scămoasă (Rotaru, 2009). Sămânța este de formă ovală, alungită, de dimensiuni mari și poziționată central, cu șalază mare, rostru scurt, încovoiat și gros (Stroe, 2012).



Figura 6.2: Soiul Sauvignon blanc
Figure 6.2: Sauvignon blanc variety
(original)

Sauvignon blanc se dezvoltă bine pe versanții însoriți, cu orientare sudică sau sud-vestică și care asigură producții între 7 – 11 t/ha. În România, rezultate favorabile sunt înregistrate în podgorii din sudul Moldovei, podgoriile Olteniei, Transilvaniei și ale Dobrogei. Este un soi care prezintă o perioadă mijlocie de vegetație (între 165 și 175 de zile), necesită 2600 – 3400 °C temperatură activă și acumulează concentrații ridicate în zaharuri care pot depăși 200 g/L. De asemenea, manifestă vigoare mijlocie de creștere și un bun grad de fertilitate (60 – 70 % lăstari fertili). Sauvignon blanc este un soi cu rezistență mijlocie la condiții de ger, secetă și făinare, sensibil la atacul manei, putregaiului cenușii și a moliei viței de vie (Moroșanu, 2018; Olteanu ș.a., 2003).

Vinurile Sauvignon blanc sunt în general remarcate pentru prospețimea, finețea și eleganța lor, prin notele florale și fructate (grapefruit și fructul pasiunii) (Pinu ș.a., 2012), cu note vegetale, aromă de ardei verde, sparanghel (Coetzee și du Toit, 2012), imprimate de prezența tiolilor volatili care includ mercaptani (4-mercapto-4-metilpentan-2-onă, 3-mercapto-1-hexanol și 3-mercaptohexil acetat) și metoxipirazine. Se recomandă consumul acestor vinuri tinere, în primul an de la producere, pentru a evita apariția modificărilor de aromă care pot avea loc în timpul păstrării (Coetzee și du Toit, 2015).

6.2.2. Produse oenologice administrate

Produsele oenologice utilizate pentru obținerea probelor îndeplinesc condițiile și amendamentele prevăzute în Codexul Oenologic Internațional al OIV și Codex Alimentarius al FAO.

Pentru punerea în valoare a tipicității și intensității aromatice a vinurilor, au fost inoculate levuri selecționate de tipul *Levulia® esperide* (Tabelul 6.1).

Tabelul 6.1/ Table 6.1

Caracteristici de calitate ale levurilor selecționate utilizate în procesul de vinificație/ Quality characteristics of the selected yeasts used in winemaking

Indicatori	Caracteristici de calitate
Sușa hibridată	Saccharomyces cerevisiae, fenotipul Killer
Populația viabilă	1×10^{10} levuri/g
Umiditate	< 8 %
Toleranță la alcool	14,5 % vol. alc.
Temperatura optimă de fermentare	15 – 20 °C
Conservanți	Monostearat de sorbitan
Organisme modificate genetic	Nu conține

Preparatul favorizează producția de arome în timpul fermentației și extracția de tioli varietali, în special 3-mercapto-1-hexanol, caracteristic aromelor de fructe tropicale și citrice. *Levulia® esperide* se pretează bine pe vinurile rosé și albe obținute din soiurile Chardonnay, Riesling, Sauvignon etc., obținându-se vinuri expresive și cu personalitate.

Fermoplus® CH este un nutrient pentru vinuri albe aromate, bogat în aminoacizi și vitamine, cu rol în îmbogățirea aromelor varietale. Se administrează în must în doze cuprinse între 20 și 40 g/hL (Reg. CE. 606/2009).

Preparatele enzimatice utilizate în cadrul procesul de vinificație îndeplinesc caracteristicile de calitate prezentate în Tabelul 6.2. Tabelul 6.3. cuprinde informații privind structura și activitatea preparatelor enzimatice administrate.

Tabelul 6.2/ Table 6.2

Caracteristici generale de calitate ale preparatelor enzimatice utilizate/ General quality characteristics of used enzyme preparations

Parametrii	Caracteristici
Formă fizică	Lichid de culoare brună
pH	3,5 – 6 (20 °C)
Metale grele	< 30 mg/kg
Solubilitate	În apă
Bacterii patogene (de ex. <i>Salmonella</i> spp.)	Absente
Puritatea materialelor	În conformitate cu reglementările în vigoare
Alergeni	Nu conține; Reg. EU 1169/2011
Organisme modificate genetic	Reg. CE 1829 și 1830 din 2003
Vegan	Potrivit pentru consumatorii vegetarieni și vegani

Endozym® β-Split constituie un preparat enzimatic întâlnit sub formă granulată, destinat în principal extracției de compuși de aromă în vinurile albe și roșii. Activitatea enzimatică a acestui produs este diminuată sub acțiunea concentrațiilor ridicate de zaharuri, temperaturilor ridicate sau administrării de concentrații mari de dioxid de sulf sau bentonită.

Structura și activitatea preparatelor enzimatice administrate/ Quality characteristics of the administered enzymes

Activitate enzimatică	Concentrație	Activitate enzimatică	Concentrație
Endozym® β-Split		Endozym® Ice	
B-glicozidaze	1 % – 40 %	Pectin liaze	1 % – 40 %
Pectin liaze	1 % – 40 %	Poligalacturonaze	1 % – 40 %
Poligalacturonaze	1 % – 40 %	Pectin metil esteraze	1 % – 40 %
Pectin metilesteraze	1 % – 40 %	Sorbat de potasiu	0,1 % - 1 %
Endozym® Thiol		Zimarom	
Pectin liaze	1 % – 40 %	Pectin liaze	1 % – 40 %
Pectin esteraze	1 % – 40 %	Poligalacturonaze	1 % – 40 %
Poligalacturonaze	1 % – 40 %	β-glicozidaze	1 % – 40 %
Celulaze	1 % – 40 %	Pectolitice	1 % – 40 %
β-glicozidaze	1 % – 40 %		

Zymovarietal® aroma G este un preparat concentrat pe bază de β-glicozidaze folosit de regulă la sfârșitul procesului de fermentare. Produsul este destinat extracției aromelor varietale din vinuri albe de calitate superioară, prin hidroliză enzimatică a precursorilor aromatici. Activitatea enzimatică a acestui preparat poate fi oprit prin administrarea de bentonită (5 – 10 g/hL).

Endozym® Thiol reprezintă un preparat pe bază de enzime pectolitice (pectin liaze, pectin esteraze, poligalacturonaze, celulaze, β-glicozidaze), aflat sub formă lichidă, care prezintă activități secundare specifice și destinate facilitării hidrolizei precursorilor aromatici ai tiolilor, precum mercapto-4-metil-2-pentanonă; acetat de 3-mercaptoetil; 3-mercapto-1-etanol; 4-mercapto-4-metil-1-pentanol; 3-mercapto-3-metil-1-butanol. Activitatea enzimatică a acestui produs este dependentă de cantitățile de zaharuri existente în timpul stadiului de fermentare.

Endozym® Ice constituie un produs ce conține pectinaze (pectin liaze, poligalacturonaze, pectin metil esteraze), folosit de regulă în vederea îmbunătățirii limpezirii musturilor în condiții scăzute de temperatură, pH redus și în prezența dioxidului de sulf.

Zimarom® constituie un preparat oenologic pe bază de enzime pectolitice (pectin liaze, poligalacturonaze, β-glicozidaze, enzime pectolitice), folosit în scopul limpezirii probelor, scăderea vâscozității la finalul stadiului de fermentație și extracției compușilor de aromă varietali ai strugurilor (datorită activității glicozidazice secundare: β-D-Apiozidaze, α-L-arabinozidaze, α-L-ramnosidase, β-D-glicozidaze). Produsul se găsește sub formă de pulbere și poate fi administrat oricărei categorii de vin.

Bentonita reprezintă o argilă de tip coloidal, cu rol în favorizarea limpezirii și deproteinizării mustului și vinului. Administrarea bentonitei în vin generează reducerea concentrației unor compuși chimici, absorbția antocianilor (efect decolorant) și a compușilor fenolici policondenși, eliminarea vitaminelor și a enzimelor de tipul oxidoreductazelor, eliminarea microorganismelor și creșterea stabilității vinului. În doze moderate, bentonita nu influențează semnificativ calitățile organoleptice ale vinurilor (Cotea ș.a., 2009).

Dioxidul de sulf este cel mai utilizat aditiv în vinificație, datorită acțiunii sale antimicrobiene și a efectului său antioxidant, fiind capabil să protejeze vinul de diferite reacții nedorite. În același timp, SO₂ și sulfiții fac parte din categoria alergenilor alimentari. Limita legală pentru SO₂ total este de 150 – 200 mg/L (conform OIV) pentru vinurile seci, în timp ce, în cazuri excepționale, poate ajunge până la 400 mg/L pentru unele vinuri dulci (Arapitsas ș.a., 2018).

6.2.3. Metode de analiză aplicate în cadrul cercetării

Determinarea parametrilor fizico-chimici, cromatici, senzoriali, precum și monitorizarea evoluției aminoacizilor din probele obținute s-a realizat în cadrul Laboratorului de Oenologie al Facultății de Horticultură, Universitatea pentru Științele Vieții „Ion Ionescu de la Brad” din Iași. Monitorizarea evoluției compușilor fenolici și a constituenților volatili a avut loc în cadrul Universității de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” din Cluj-Napoca.

Determinările de laborator s-au efectuat conform normelor și metodelor acreditate și indicate de legislația în vigoare și în literatura de specialitate, precum și a celor impuse de către OIV (OIV, 2020).

În cadrul prezentei lucrări au fost monitorizați următorii parametri:

- concentrația de zaharuri fermentabile a strugurilor în momentul recoltării (metoda refractometrică);
- aciditatea titrabilă a musturilor și vinurilor obținute din acestea (metodă titrimetrică);
- pH-ul musturilor și al vinurilor (metoda potențiometrică);
- densitatea vinurilor rezultate (metoda densimetrică);
- concentrația alcoolică a probelor finale (metoda distilării simple și apoi utilizând alcoolmetrul);
- aciditatea volatilă a vinurilor (prin titrimetrie);
- conținutul dioxidului de sulf liber și total din vinuri (metoda titrimetrică);
- nivelul de zaharuri reducătoare pentru probele experimentale (metoda Luff-Schrool);
- extractul sec total și nereducător al probelor finale (calcul matematic utilizând alți parametri: densitate, zaharuri reziduale și concentrație alcoolică);
- concentrațiile de acid malic și lactic din vin (metodă instrumentală);
- indicatori cromatici ai vinurilor obținute (cu ajutorul spectrofotometriei UV-VIS);
- conținutul principalilor compuși fenolici în diferite stadii ale fermentației alcoolice (HPLC);
- concentrația principalilor compuși volatili în diferite etape ale fermentației alcoolice (GC);
- conținutul de aminoacizi în diferite momente ale fermentației alcoolice (HPLC);
- caracteristicile senzoriale ale probelor experimentale obținute prin analiză organoleptică cu degustatori autorizați.

Determinarea acidității titrabile a mustului și vinului rezultat se bazează pe neutralizarea acizilor probei cu o soluție de hidroxid de sodiu de normalitate și factor cunoscut, în prezența unei soluții de albastru de bromtimol (indicator de culoare), după eliminarea prealabilă a celei mai mari părți de dioxid de carbon. În această metodă, punctul de echivalență este indicat de momentul de virare a culorii probei analizate de la verde spre verde-albăstrui.

Determinarea concentrațiilor de zaharuri din probele de must s-a efectuat prin tehnica refractometrică care se bazează pe principiul refracției luminii la trecea prin două medii de densități diferite (solid-lichid). Nivelul de zaharuri fermentabile din mustul obținut în urma prelucrării fructelor este direct proporțional cu soiul analizat, particularitățile culturii de viță de vie, condițiile meteorologice ale anului studiat, starea de maturitate și sănătate a recoltei.

Densitatea relativă a fost determinată cu ajutorul unui densimetru, în conformitate cu metoda reglementată de OIV. În acest sens, după decarbonatarea prealabilă a probei de analizat și transvazarea acesteia într-un cilindru, citirea densității aparente și a temperaturii acesteia se face folosind un densimetru. În final, densitatea este calculată prin raportarea masei volumice citite și densitatea apei (probă martor) la 20 °C.

Determinarea concentrației alcoolice s-a realizat prin distilare simplă și a constat în parcurgerea următoarelor etape: pregătirea probei de analizat prin îndepărtarea celei mai mari cantități de dioxid de carbon și implicit, a altor gaze; neutralizarea acesteia cu ajutorul unei soluții de hidroxid de sodiu (10 %); distilarea amestecului obținut; citirea concentrației alcoolice aparente și a temperaturii distilatului la alcoolmetru; aplicarea de corecții și calculul concentrației alcoolice cu ajutorul formulelor matematice și în conformitate cu precizările OIV.

Determinarea acidității volatile a vinurilor s-a realizat prin parcurgerea următoarelor etape: îndepărtarea dioxidului de carbon pentru diminuarea erorilor la analiză; antrenarea cu vapori de apă a acizilor cu caracter volatil care se găsesc în proba acidă studiată (se folosește în acest sens distilatorul de tip Jaulmes); neutralizarea distilatului obținut prin titrare folosind o soluție alcalină de hidroxid de sodiu de normalitate și factor cunoscut (0,1 N) și în prezența indicatorului fenolftaleină. Punctul de echivalență este indicat de apariția culorii roz, persistentă câteva secunde. În final, valoarea acidității volatile este calculată cu ajutorul formulelor de calcul reglementate de către OIV.

Determinarea zaharurilor reducătoare din probele de vin experimentale s-a realizat cu ajutorul metodei iodometrică, denumită Luff-Scholl. Aceasta se bazează pe dozarea excesului de ioni cuprici de către zaharurile reducătoare existente în vin (glucoză, fructoză, lactoză, maltoză etc), la cald și în mediu alcalin. Metoda presupune îndeplinirea a două faze principale: îndepărtarea compușilor cu proprietăți reducătoare (operație cunoscută sub denumirea de defecare) și determinarea propriu-zisă. Calculul și exprimarea rezultatelor se face în concordanță cu reglementările OIV.

Determinarea dioxidului de sulf liber și total s-a realizat prin metoda titrimetrică, conform specificațiilor OIV. Nivelul de dioxid de sulf liber din vin este determinat prin

titrarea în mediu acid, folosind o soluție de iod 0,025 M. Analiza continuă cu determinarea cantității de dioxidul de sulf combinat existent în proba analizată, prin titrare cu soluție de iodură și în prezență de amidon, după tratarea în prealabil cu hidroxid de sodiu (4 M) și acid sulfuric (10 %). Determinarea conținutului de dioxid de sulf se efectuează în momentul deschiderii buteliilor, fără eliminarea prealabilă a gazelor existente în probă.

Determinarea extractului sec total și nereducător. Determinarea indicatorului extract sec total s-a făcut prin calcul matematic utilizând parametri precum densitatea, zaharurile reziduale și concentrația alcoolică, iar rezultatele au fost exprimate în g/L. Extractul sec total este alcătuit din suma tuturor constituenților care, în condiții fizice bine delimitate nu manifestă proprietatea de volatilizare, rămânând sub formă de reziduu (de exemplu, glicerol, substanțe azotate, taninuri, antociani, materii pectice ș.a). Extractul nereducător constituie rezultatul diferenței dintre valoarea extractului sec total și concentrația totală de zaharuri existentă în proba studiată.

Determinarea pH-ului unei probe se desfășoară pe principiul măsurării diferenței de potențial între doi electrozi din care unul imersat în proba de vin analizată. Astfel, unul dintre electrozi va indica potențialul dependent de nivelul pH-ului probei (denumit electrod indicator), iar al doilea va prezenta potențialul fix (denumit electrod de referință).

Determinarea compușilor fenolici se realizează prin parcurgerea următoarelor etape: trecerea probei (fără o prelucrare prealabilă) pe o coloană cromatografică cu fază staționară inversă; eluarea cu o fază mobilă; detectarea, identificarea și cuantificarea constituenților analizați în funcție de timpul de retenție (notat T_r), de spectrele de absorbție UV-VIS și de masă. Determinările au fost realizate cu ajutorul unui sistem de lichid cromatografie Agilent 1100 (Agilent, SUA) echipat cu degazor (versiunea G1322A), pompă binară (model G1311A), termostat de coloană, autosampler și detector în domeniul UV. Acesta a fost cuplat la un spectrofotometru de masă Agilent Ion Trap VL (Agilent, SUA), versiunea 1100. În vederea separării constituenților, s-a utilizat o coloana analitică în fază inversă de tip Zorbax RR StableBond C18 (100 mm lungime, 3,0 mm diametru, 3,5 μm dimensiunea particulei) iar temperatura de lucru a fost setată la 48 °C. Detectia compușilor fenolici analizați a avut loc atât în modul UV, cât și în spectrofotometria de masă. Pentru început, detectorul UV a fost setat la o lungime de undă de 330 nm până la atingerea timpului de retenție de 17,5 min, după care s-a majorat la 370 nm. Sistemul MS a funcționat utilizând o sursă de ioni electrospray în modul negativ. Datele cromatografice obținute în urma identificării și cuantificării compușilor fenolici au fost prelucrate utilizând software-urile ChemStation și DataAnalysis (Agilent Technologies, SUA). Faza mobilă a avut un gradient binar între alcool metilic și acid acetic 0,1 % (v/v). Etapa de eluție a debutat cu un gradient liniar, începând cu 5 % metanol și finalizând cu 42 % metanol, pentru o perioadă de 35 de minute; eluția izocratică a continuat în următoarele 3 minute cu alcool metilic de concentrație 42 %. Debitul a fost setat la 1 mL min^{-1} iar volumul de injecție a fost prestabilit la 5 μL . Semnalul MS a fost utilizat în vederea identificării categoriei de substanțe analizate pe baza spectrelor de masă specifice ale fiecărui compus fenolic studiat. Spectrele MS obținute dintr-o soluție standard de compuși fenolici au fost integrate într-o bibliotecă de spectre de masă și ulterior comparate cu

spectrele conținute de bibliotecă, ceea ce permite identificarea pozitivă a compușilor, pe baza similitudinii acestora. Spectrul UV a permis cuantificarea compușilor identificați prin MS. Folosind condițiile cromatografice de lucru descrise anterior, compușii fenolici au fost eluați în aproximativ 35 de minute. Acizii caftaric, gentisic, cafeic și clorogenic nu au putut fi cuantificați în condițiile cromatografice descrise, datorate suprapunerii (acidul caftaric cu gentisic și acid cafeic cu clorogenic). Cu toate acestea, toți cei patru compuși pot fi identificați selectiv prin spectrofotometrie de masă (analiză calitativă) pe baza diferențelor dintre spectrul de masă moleculară și MS. Limitele de detecție au fost calculate ca o concentrație minimă producând un vârf de reproducere cu un raport semnal/zgomot > 3. Determinările cantitative au fost efectuate utilizând metoda standardului extern. Curbele de calibrare au fost înregistrate în intervalul 0,5 – 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ cu liniaritate bună ($R^2 > 0,999$), având limite de detecție cuprinse între 18 și respectiv, 92 ng/mL. Determinările de tip cantitativ au fost întocmite cu ajutorul curbei de calibrare obținută cu standarde externe; timpii de retenție au fost determinați cu o abatere standard variind de la 0,04 la 0,19 min. Precizia a fost verificată prin prelevarea probelor cu o soluție conținând fiecare compus fenolic într-o concentrație de 10 mg/mL. În toate probele analizate, compușii au fost identificați prin compararea timpilor de retenție și a spectrelor de masă înregistrate cu electrospray cu cele ale standardelor externe, în aceleași condiții de lucru.

Pentru determinarea concentrațiilor de resveratrol, s-a preparat mai întâi o soluție standard metanolică (10 mg/mL) de *trans*-resveratrol care s-a păstrat la temperatură constantă (4 °C), ferit de lumină. Aceasta a fost diluată corespunzător cu apă bidistilată în vederea utilizării ulterioare. Soluția standard necesară pentru identificarea *cis*-resveratrolului a fost obținută prin iradierea, pentru un timp de 10 minute, cu ajutorul unei lămpi de tip UV (254 nm), a unei soluții standard de *trans*-resveratrol. Inițial, au fost preparate două soluții de *trans*-resveratrol, având concentrația de 4,9 pg/mL. Prima soluție a fost utilizată pentru generarea curbei de calibrare a *trans*-resveratrolului în intervalul 10,47 – 837,86 ng/mL ($n = 7$), iar cea de-a doua a fost iradiată cu lumină ultravioletă, așa cum s-a descris anterior. În vederea injectării în cromatograf, au fost preparate diluții similare *trans*-resveratrolului. Prima serie a contribuit la generarea curbei de calibrare aferentă izomerului *trans*-, pe baza căreia a fost calculat nivelul de resveratrol rezidual (în stare neconvertită) din a doua serie. În continuare, conținutul de *cis*-resveratrol a fost determinat prin diferența dintre cantitatea *trans*-resveratrolului înainte și respectiv, după iradiere. Semnalul analitic obținut în cazul *cis*-resveratrolului a fost înregistrat în raport cu concentrația sa calculată, generând astfel curba de calibrare pentru acesta. La compararea concentrațiilor de *trans*-resveratrol cu și fără iradiere, randamentul de conversie al acestuia în *cis*-resveratrol după 10 minute de iradiere s-a arătat a fi de aproximativ 90 %. Curba de calibrare pentru *cis*-resveratrol a fost trasată în intervalul 9,12 – 730,14 ng/mL.

În vederea pregătirii probelor, acestea au fost diluate de zece ori cu apă bidistilată, centrifugate la 10.000 rpm timp de 5 minute, apoi injectate pe rând în sistemul cromatografic descris mai sus. În vederea separării izomerilor *trans*- și *cis*-resveratrol, coloana a fost operată la 40 °C într-un cuptor de tip G1316A. Eluția izocratică a fost

elaborată utilizându-se un amestec de 1 mM acetat de amoniu/acetonitril (73/27, v/v); s-a injectat un volum de 5 µL, cu 1 mL/min debit. Solvenții utilizați au fost filtrați cu ajutorul unor filtre de tip Sartorius de 0,5 mm și degazate în baie cu ultrasunete. Spectrometrul de masă a fost acționat folosind o sursă de ionizări chimice (APCI) cu presiune atmosferică în regim negativ. În acest sens, s-a utilizat azot ca și gaz nebulizant, uscat. Încălzitorul APCI a fost setat la 350 °C, presiunea nebulizatorului la 60 psi, debitul de gaz uscat a fost de 5 L/min și a fost încălzit la 250 °C. Spectrometrul de masă a funcționat în modul de monitorizare a reacțiilor multiple, monitorizând tranziția m/z 227 → m/z 185. Achiziția de date cromatografice și spectrometrice de masă au fost întocmite folosind software-ul ChemStation (Agilent Technologies, Palo Alto, SUA), versiunea B.01.03 și LC/MSD Trap Control (Bruker Daltonik, Brehmen, Germania), versiunea 5.3, în timp ce la prelucrarea datelor obținute s-a utilizat versiunea 1.7. a software-ului LC/MSD Data Analysis și Quant Analysis (Bruker Daltonik GmbH, Brehmen, Germania).

Determinarea parametrilor cromatici. Caracteristicile cromatice ale probelor de vin sunt definite prin coordonate cromatice, după cum urmează: claritate, notată L^* ($L^* = 0$ negru, $L^* = 100$ incolor); componentă de culoare roșie (la valori pozitive) și respectiv, verde (la valori negative), notată a^* ; componentă de culoare albastră (la valori negative) și respectiv, galbenă (la valori negative), notată b^* ; croma (C^*); tonalitatea (H^*). Sistemul cromatic spațial (CIELab) se bazează pe secvențială sau continuă reprezentare carteziană a 3 axe ortogonale notate L^* , a^* și b^* . Unei radiații de lumină din spectrul vizibil (380 – 780 nm) îi corespunde și o senzație de culoare. Astfel, parametrii cromatici ai probelor experimentale au fost determinați pe baza spectrelor de absorbție înregistrate în calculator cu ajutorul unui spectrofotometru UV-VIS de tip Specord® 200 (Analytik Jena GmbH, Germania). În vederea simulării culorii pentru probele experimentale analizate, s-a utilizat versiunea 5.0 a software-ului Digital Colour Atlas. Acesta are capacitatea de a compara și armoniza tonurile de culoare din mai mult de 150 de sisteme cromatice, pe baza valorilor obținute în urma măsurătorilor spectrofotometrice pentru fiecare culoare.

Identificarea și cuantificarea aminoacizilor din probele studiate a fost realizată cu ajutorul cromatografiei de înaltă performanță (sistem UltiMate™ 3000, Thermo Scientific™, Waltham, Massachusetts, USA), alcătuit din următoarele componente: tavă destinată buteliilor cu solvenți, tip UltiMate™ 3000; pompă de presiune de tip UltiMate™ HPG-3200RS, respectiv UltiMate™ LPG-3400RS (care permit creșterea presiunii până la aproximativ 1000 bari); autoinjector cu modul interfață pentru valve interschimbabile; compartiment pentru coloane cu termostatare, tip UltiMate™ TCC-3000RS, care permite funcționarea în condiții optime până la 110 °C; coloană cromatografică pentru aminoacizi de dimensiuni 150 × 3 mm, dimensiunea particulelor 3 µm, 130 Å); sistem de detecție reprezentat de spectrofotometru de masă TSQ Quantum Access Max cu triplu cuadropol; software Xcalibur™, pentru procesarea eficientă a datelor și livrarea rezultatelor. Faza mobilă a fost constituită din soluțiile A și B, obținute după cum urmează:

- eluent A, obținut în urma amestecului dintre 2-propanol (74 % v/v), acetonitril (10 % v/v), formiat de amoniu, soluție 25 mM (15,8 % v/v) și acid formic (0,2 % v/v);

- eluent B, obținut din formiat de amoniu 100 mM (80 % v/v) și acetonitril 20 (% v/v).

Pompa asigură realizarea unui debit constant de aproximativ 0,35 mL/min. Administrarea eluției de tip gradient s-a realizat conform Tabelului 6.4.

Tabelul 6.4/ Table 6.4

Condiții de lucru pentru administrarea eluției de tip gradient/ Working conditions for the administration of gradient elution

Etapa	Timp eluție (min.)	% A	% B
I	0 – 12	100	0
II	12 – 17	97	3
III	17 – 20	0	100
IV	20 – 30	0	100
V	31 – 33	100	0
VI	33 – 35	100	0

Tabelul 6.5/ Table 6.5

Parametri de lucru pentru determinarea aminoacizilor/ Parameters for determining amino acids

Aminoacid	Ion molecular [m+h] ⁺ (m/z)	Fragment ms/ms (m/z)	Potențial fragmentare (v)
Acid L-aspartic	133,72	115,89	5
Acid L-glutamic	148,1	129,88	5
L-leucina			
L-izoleucina	131,72	86,09	7
<i>Trans</i> -4-hidroxi-prolina			
L-metionina	150,1	132,9	5
L-tirozina	181,8	135,91	12
L-treonina	119,9	101,96	5
L-valina	117,9	72,06	10
L-triptofan	205,1	187,85	7
L-alanina	166,1	119,98	12
L-prolina	116,1	70,06	14
L-alanina	89,9	44,34	5
L-asparagina	132,89	73,99	15
L-glicina	75,7	30,28	12
L-serina	105,93	60,17	10
L-glutamina	146,89	84,09	16
L-cisteina	121,96	59,03	19
L-cistina	240,39	151,62	9
L-lizina	146,89	84,09	16
L-arginina	174,89	70,04	20
L-histidina	155,58	109,88	13

Pregătirea probei a constat în filtrarea prealabilă a unui volum de 10 mL probă, cu ajutorul unor microfiltre sterile, având dimensiunea porilor 4 μm și adăugarea a 40 μL HCl, soluție 24 M. Cu ajutorul autoinjectorului, s-au introdus 5 μL probă de analizat în coloana cromatografică, iar temperatura cuptorului a fost setată la 45 °C în vederea separării. Au fost aplicate următoarele condiții de lucru: potențial descărcare sursa de ionizare tip H-ESI II (*heated electron spray ionization*): 3 kV; temperatura aplicată sursei de ionizare a fost de 350 °C; presiunea gazului de nebulizare (N₂) a fost fixat la 35 psi; presiunea gazului auxiliar (N₂) a fost setată la 10 psi; temperatura coloanei capilare a fost

prestabilită la 380 °C; tensiunea de compensare capilară a fost stabilită la 35 V; sursă pozitivă de polarizare (+).

Determinarea compușilor volatili s-a realizat prin parcurgerea a 2 etape principale: extracția probelor și separarea compușilor volatili. Extracția probelor a constat în introducerea unei cantități de 1 mL diclormetan peste 5 mL probă experimentală, utilizând o cuvă de sticlă 15 mL. Amestecul obținut s-a agitat mecanic timp de 45 de minute iar extractul a fost separat de faza apoasă prin centrifugare la 7800 rpm timp de 10 minute. Întregul proces a fost repetat, extracția fiind efectuată timp de 20 de minute. Cele două faze organice obținute au fost omogenizate, obținându-se o probă medie. Pentru separarea compușilor volatili din eșantioanele studiate a fost utilizat un sistem GC Agilent 7890A cuplat cu un detector de spectrometru de masă 5975 C inert XL EI/CI MSD. În vederea analizării, a fost utilizată o coloană capilară de silice Zebron ZB WAX (60 m × 0,25 mm I.D., grosimea filmului de 0,25 μm) și Helium 6.0 a reprezentat gazul purtător în regim de debit constant la 1 mL/min. Volumul de injecție a fost setat la 1 μL iar temperatura de intrare a fost stabilită la 250 °C. Temperatura inițială a cuptorului a fost setată la 40 °C și menținută pentru de 3 minute, urmând ca mai apoi să crească cu 3 °C/min. la 230 °C, unde a fost menținută timp de 4 minute, apoi ridicată cu 10 °C/min., ajungând în final la 260 °C și menținută timp de 2 min. MSD a fost utilizat la 70 eV în modul de impact al electronilor, utilizând domeniul de masă de la 35 la 550 Da la 150 °C. Identificarea maximă a componentelor a fost obținută prin compararea spectrelor de masă cu colectarea de date spectrale de masă din bibliotecile Wiley275 și NIST05a.

Analiza senzorială a probelor experimentale obținute a fost realizată în conformitate cu precizările indicate de standardul [ISO 8589:2010](#), [ISO 3591:1997](#) și recomandările OIV ([OIV, 2015](#)) în ceea ce privește condițiile de degustare.



Figura 6.3: Determinarea caracteristicilor senzoriale a probelor experimentale obținute
Figure 6.3: Determination of the sensory characteristics of the experimental samples

(original)

Pregătirea probelor de analizat a constat în aducerea acestora la aceeași temperatură (10 – 12 °C). Organizarea sesiunii de degustare s-a realizat în prima parte a zilei, pentru o mai bună percepție a descriptorilor studiați. Comisia de degustare a fost constituită din 20 de persoane, 12 bărbați și 8 femei, specialiști pe filiera oenologiei, cercetători și cadre didactice experimentate în domeniul analizei organoleptice a băuturilor. Probele au fost codificate corespunzător iar aprecierea calității vinurilor s-a făcut pe baza unor atribute senzoriale prestabilite, prin atribuirea de note de la 0 la 5, în raport cu intensitatea acestora.

Prelucrarea și reprezentarea statistică a datelor a fost realizată utilizând software-ul Statgraphics® 19. Prelucrarea rezultatelor din punct de vedere statistic vizează sistematizarea și centralizarea datelor, calculul indicatorilor statistici propuși și prezentarea rezultatelor prelucrate (Turdean, 2010).

Analiza varianței (Anova) își propune evidențierea diferențelor dintre elementele analizate și anume, urmărește acțiunea variabilelor independente asupra celei dependente. Se testează astfel ipoteza nulă (conform căreia toate elementele care formează o populație ar fi egale) cu cea alternativă (în care cel puțin două elemente din cadrul populației nu sunt similare). Se evidențiază în acest fel dacă valorile medii obținute pentru elementele analizate sunt semnificativ diferite, factorul (tratamentele administrate) având un impact major asupra variabilelor (parametrilor analizați) (Țițan ș.a., 2002). Având în vedere că testul menționat nu indică concret care sunt variabilele diferite din cadrul unei populații, s-a realizat analiza post-hoc prin aplicarea testului Fisher (*Least significant difference*), la un interval de încredere de 95 %. Acesta permite diferențierea mediilor variantelor, luate două câte două (Meyer, 2006). Valoarea $p < 0,05$ va indica o diferență semnificativă între mediile studiate.

Analiza în componente principale este o metodă statistică de reducere a complexității rezultatelor, evidențierea corelațiilor și a factorilor de influență (denumiți componente principale). Aplicarea metodei vizează reprezentarea geometrică a variabilelor și a factorilor de influență, analiza principiului de ajustare și a distanței dintre elementele reprezentate, evaluarea aspectului matricei diagonalizate și a axelor factoriale, studiul distanței variabilelor față de origine, inerția factorilor etc. (Damian ș.a., 2011). În analiza componentelor principale, observațiile sunt reprezentate de tipul de tratament administrat (preparat enzimatic sau preparat enzimatic+bentonită). Observând graficul corespunzător analizei în componente principale, prima axă (factorul de talie) separă observațiile mici de cele mari, urmând ca cea de-a doua axă să evidențieze diferențele generate de factorul 1 sau component 1. Graficul oferă o perspectivă asupra asemănărilor dintre observațiile indicate (varianta analizată) și variabilele (compușii identificați).

6.2.4. Descrierea tehnologiei de vinificație aplicată

Strugurii din soiul Fetească regală și Sauvignon blanc au fost **recoltați** manual la maturitate deplină în toamna anului 2018, din podgoria Iași - Copou și procesați separat pe soi, în cadrul stației experimentale a Laboratorului de Oenologie al Facultății de

Horticultură, prin tehnologia clasică de obținere a vinurilor albe. În Tabelul 6.6 sunt prezentați principalii parametri ai musturilor rezultate din zdrobirea boabelor.

Principalii parametri ai mustului rezultat la presare/ The main parameters of the must resulting from pressing Tabelul 6.6/ Table 6.6

Soiul analizat	Zaharuri (g/L)	Aciditate totală (g/L C ₄ H ₆ O ₆)	pH
Fetească regală	210	6,54	3,48
Sauvignon blanc	250	6,75	3,21

După recepția cantitativă și calitativă și a strugurilor, a urmat operația de desciorchinare și zdrobire parțială și cu ajutorul unui zdrobitor desciorchinător LUC, M1 tip 80. Desciorchinarea vizează reducerea contactului ciorchinelui cu mustuiala, evitând astfel transferul în concentrație semnificativă a unor constituenți de natură chimică, care ar putea imprima vinurilor însușiri nedorite precum: caracter ierbaceu, astringență ridicată etc.



Figura 6.4: Recoltarea strugurilor în lădițe (a); operația de zdrobire-desciorchinare a boabelor (b)
Figure 6.4: Harvesting grapes in crates (a); grapes crushing and destemming operation (b)

(original)

Pentru presare s-a utilizat o presă pneumatică Bucher (Figura 6.5). După presare, mustul a fost transferat într-o cisternă de inox cu ajutorul unei pompe pentru circulare, în vederea administrării de levuri și nutrienți. Astfel, levuri din genul *Saccharomyces* (*Levulia esperide*®, AEB) precum și activatori de fermentație (Fermo Plus CH®, AEB) au fost inoculate în musturile obținute în doze de 20 g/hL și respectiv 30 g/hL, după recomandările producătorului și în conformitate cu legislația în vigoare. Fiecare amestec obținut a fost separat în câte 6 vase de sticlă de 50 L.

Pentru îndeplinirea scopului propus, a fost comparată influența a 5 preparate enzimatice comerciale asupra calității vinurilor, detaliate în Tabelul 6.7. Pentru administrare, preparatele enzimatice au fost diluate în proporție de 1:10 cu must încălzit la

25 °C, în doze de 3 g/hL pentru cele aflate sub formă de pulbere și respectiv, 3 mL/hL pentru cele lichide.



Figura 6.5: Presarea strugurilor
Figure 6.5: Grapes pressing

(original)

Fermentația alcoolică s-a desfășurat în condiții controlate de temperatură (16 – 18 °C) și a durat 20 zile. În vederea monitorizării evoluției în timpul fermentației alcoolice, au fost recoltate probe din 3 în 3 zile și păstrate la -18 °C până la efectuarea analizelor.

Operația de limpezire se manifestă prin decantare, rezultând astfel depozite de drojdie sau burbă (Oprea, 2019). Odată cu finalizarea fermentației alcoolice, a urmat separarea vinului de depozitul de drojdie. După această etapă, fiecare variantă a fost din nou separată în câte 2 vase de sticlă de 20 L. Astfel, o parte a fost direct filtrată prin filtre sterile, sulfitată (în vederea stabilizării microbiologice și condiționării) și îmbuteliată în butelii de sticlă de 750 mL (V1, V2, V3, V4, V5, V6). Cea de-a doua parte de probă a fost condiționată prin administrarea de bentonită, filtrată (cu probe sterile de tip 995), sulfitată (cu soluție de SO₂ de concentrație 6 % în proporție de 1,5 mL/ butelie vin) și îmbuteliată. Au rezultat astfel variantele V1', V2', V3', V4', V5', V6'.

Probele de vin obținute au fost păstrate în condiții controlate de temperatură (8 °C), umiditate (70 – 80 %) și ferite de lumină.

Variantele experimentale obținute/ Experimental variats

Variante experimentale			
Fetească regală	Sauvignon blanc	Levuri + nutrienți	Tratamente administrate
V1	V1		Endozym Thiol®, AEB
V1'	V1'		Endozym Thiol®, AEB + bentonită
V2	V2		Endozym β -Split®, AEB
V2'	V2'		Endozym β -Split®, AEB+ bentonită
V3	V3	<i>Levulia esperide</i> ®,	Zymovarietal aroma G®, SODINAL
V3'	V3'	AEB + nutrient	Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită
V4	V4	Fermo Plus CH®,	Endozym Ice®, AEB
V4'	V4'	AEB	Endozym Ice®, AEB+ bentonită
V5	V5		Zimarome®, BSG WINE
V5'	V5'		Zimarome®, BSG WINE+ bentonită
V6	V6		Probă martor, fără tratament enzimatic
V6'	V6'		Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită

7. REZULTATE OBȚINUTE ȘI DISCUȚII

7. RESULTS AND DISCUSSIONS

7.1. Influența tratamentelor enzimatiche asupra parametrilor fizico-chimici ai vinurilor analizate

Proprietățile fizico-chimice ale vinurilor sunt dependente de caracteristicile materiei prime, particularități tehnologice și condițiile în care se desfășoară fermentația (Zamfir, 2009). Valorile parametrilor fizico-chimici ai vinurilor obținute sunt prezentate în Tabelul 7.1. Valoarea concentrației alcoolice a unui vin este direct proporțională cu nivelul de zaharuri din struguri. Astfel, vinurile analizate au înregistrat concentrații alcoolice de peste 12,7 % vol. în cazul probelor de Fetească regală și au depășit 16,2 % vol. la cele obținute din soiul Sauvignon blanc. Valorile ridicate ale concentrației alcoolice pentru vinurile Sauvignon blanc indică un conținut crescut al zaharurilor fermentabile în materia primă utilizată la obținerea acestora, generat de temperaturile ridicate și nivelul redus al precipitațiilor din anul 2018 (conform Tabelului 5.1) dar și de alegerea momentului recoltării (începutul lunii octombrie). Concentrația alcoolică ridicată asigură vinurilor obținute un grad ridicat de stabilitate biologică; bacteriile acetice (*Bacterium acetii*) nu rezistă la concentrații alcoolice mai mari de 14 % (Stoian, 2006).

Nivelul acidității titrabile și a acidității reale prezintă un rol esențial în păstrarea calității vinului, definirea proprietăților senzoriale, structurii și a echilibrului acestuia. Astfel, un nivel ridicat al acidității vinului va accentua diferite caracteristici senzoriale cum ar fi gustul amar, senzația de astringență, pe când un vin slab acid va deveni insipid, tern și fără expresivitate (Steiner, 2013). Astfel, în cazul probelor de Fetească regală, nivelul acidității titrabile a arătat valori similare (4,2 g/L acid tartric) la majoritatea probelor, fiind diminuată semnificativ pentru varianta V1' în urma administrării de bentonită. Vinurile Sauvignon blanc au arătat valori ale acidității totale de 3,3 g/L acid tartric la probele V1, V3, V5, V6 și respectiv, 3,2 g/L acid tartric la V2 și V4. Variantele tratate cu bentonită nu au înregistrat modificări semnificative ale acestui parametru în cazul variantei V1' la vinurile Sauvignon blanc. Comparând valorile cu datele publicate de Sclifos ș.a. (2019), nivelul acidității totale la vinurile Fetească regală obținute în anul 2018 în Republica Moldova în condiții asemănătoare, a fost de 6,4 g/L acid tartric iar aciditatea volatilă de 0,33 g/L acid acetic. Diferențele obținute se pot datora particularităților fizico-chimice diferite ale strugurilor analizați și momentului recoltării (septembrie). Astfel, strugurii analizați de Sclifos ș.a. (2019) au prezentat un nivel al zaharurilor de aproximativ 170 g/L și o aciditate de 5,8 g/L acid tartric, cu mult mai redus față de cei recoltați în vederea realizării prezentului experiment (210 g/L și o aciditate de 6,4 g/L acid tartric).

Boulton ș.a. (1996) menționează că valorile pH-ului influențează stabilitatea microbiologică și echilibrul tartric al vinurilor, eficiența dioxidului de sulf și a tratamentelor enzimatiche aplicate de vinificator, solubilitatea proteinelor și eficacitatea

bentonitei, proprietățile cromatice și reacțiile oxidative care au loc în vin. Nivelul acidității totale și volatile a vinurilor este dependent de soiul materiei prime, gradul de maturitate a strugurilor, condiții climatice și de sol, tehnologia de vinificație aplicată sau de nivelul pH-ului. Astfel, vinurile obținute au înregistrat valori ale pH-ului cuprinse între 3,27 – 3,36 la Fetească regală și 3,40 – 3,45 la Sauvignon blanc. În urma tratamentului administrat la proba V2 a urmat o creștere semnificativă a nivelului pH-ului față de restul probelor, coroborat cu o scădere semnificativă a acidității volatile. Valorile înregistrate indică o bună stabilitate a variantelor experimentale. Pentru majoritatea probelor analizate nu s-au înregistrat diferențe semnificative ale valorilor acidității totale, volatile și reale. În consecință, tratamentele enzimatică nu manifestă o acțiune relevantă asupra acestor parametri. Rezultate comparabile au fost raportate și de [Samoticha ș.a. \(2006\)](#) asupra nivelului de pH al probelor studiate.

Extractul sec total face referire la ansamblul de constituenți din băuturi care nu se volatilizează în anumite condiții fizice (care să genereze un minimum de modificări de fază compușilor constituenți) ([Cotea, 1985](#)), rămânând în stare de reziduu (de exemplu, glucide, substanțe tanante, acizi liberi nevolatili, substanțe colorante, săruri minerale – în cazul mustului, la care se adaugă compușii din clasa alcoolilor în cazul vinului) ([OIV, 2019](#)). În concordanță cu [Cotea \(1985\)](#), conținutul în extract sec nereducător al vinurilor obținute în România variază de obicei între 13 și 35 g/L, în funcție de soi, condiții de igienă, condiții tehnologice și tratamente oenologice aplicate. Nivelul extractului sec total și nereducător al musturilor și vinurilor este în general fluctuant, suferind modificări atât în timpul etapei de fermentație, cât și după îmbuteliere. În perioada păstrării, la micșorarea extractului contribuie diverși factori, precum: evaporarea alcoolului și apei din vin, precipitarea de săruri minerale și organice, polizaharide, compuși proteici, constituenți fenolici, diferite acțiuni microbiologice. De asemenea, conținutul vinurilor în extract sec total este semnificativ mai redus decât în cazul musturilor din care provin, zaharurile fiind consumate parțial sau în totalitate în timpul fermentației alcoolice ([Cotea, 1985](#)).

În ceea ce privește probele tratate doar cu enzime, valorile extractului sec total al probelor obținute au fost cuprinse între 19 și 19,6 g/L în probele de Fetească regală. De asemenea, acestea s-au caracterizat printr-un conținut al extractului sec nereducător cuprins între 17,6 și 17,9 g/L. Diferențe semnificative se pot observa în cazul variantei V4, atât pentru valoarea extractului sec total, cât și nereducător. În urma administrării de bentonită, nivelul extractului sec total a crescut semnificativ în cazul variantei V1' și s-a diminuat la celelalte probe.

Probele Sauvignon blanc au indicat un conținut cuprins între 28 și 28,2 g/L în extract sec nereducător și respectiv, 30 și 30,5 g/L în extract sec total. Se observă o diferență semnificativă a valorii acestui parametru la probele V1 și V4. În paralel, cantitatea extractului sec nereducător s-a diminuat semnificativ în toate variantele, indiferent de soiul analizat, variind între 18,5 și 19,8 g/L la Fetească regală și respectiv, 29,4 și 30,7 g/L la Sauvignon blanc.

Acidul lactic se formează de regulă în timpul fermentației alcoolice prin transformarea zaharurilor (sub acțiunea levurilor) în acid piruvic, urmând ca mai apoi acesta să fie redus în acid lactic. De obicei, 60 – 90 % din conținutul de acid lactic al vinurilor este dat de acidul D(-) lactic. La vinurile tinere, tratate cu soluție de dioxid de sulf, acidul lactic este întâlnit în cantități reduse, de până la 0,5 g/L (Cotea, 1985). În cazul probelor experimentale obținute, concentrațiile de acid lactic nu depășesc 0,3 g/L la Fetească regală și respectiv, 1,3 – 1,6 g/L la Sauvignon blanc. Diferențele semnificative între valorile diferitelor variante obținute în analiza post-hoc pot fi observate în Tabelul 7.1, prin analizarea grupurilor omogene.

Valorile mai mari ale acidului lactic pot indica instalarea fermentației malolactice, acidul reprezentativ în acest caz fiind acidul L(+) Lactic. De asemenea, prezența acidului lactic poate fi corelată cu unele boli bacteriene, rezultând din degradarea glucidelor, acidului tartric și a glicerolului (Cotea, 1985).

În concluzie, administrarea tratamentelor enzimatică a prezentat o influență minoră asupra proprietăților fizico-chimice ale probelor finale, obținându-se multiple grupuri omogene, între care nu a existat o diferență statistică semnificativă ($p > 0,05$). Rezultate comparabile au fost obținute și de Moroșanu ș.a. (2016), Samoticha ș.a. (2016).

Parametri fizico-chimici ai vinurilor obținute/ Physico-chemical parameters of obtained wines

Proba	Ac. tot. g/L C ₄ H ₆ O ₆	pH	Conc. alc. % vol.	Ac. malic	Ac. vol. g/L C ₂ H ₄ O ₂	Densit.	Zah. g/L	Ac. lactic	SO ₂ liber mg/L	SO ₂ total mg/L	E.S.T. g/L	E.N. g/L
Fetească regală												
V1	4,2±0,08 ^a	3,28±0,05 ^a	12,8±0,29 ^d	2,7±0,28 ^a	0,13±0,00 ^c	0,9908±0,15 ^a	1,8±0,00 [†]	0,0±0,00 ^a	23±0,16 ^a	56±0,25 ^a	19,6±0,05 ^d	17,8±0,22 [†]
V2	4,2±0,01 ^a	3,36±0,00 [†]	12,7±0,00 ^{cd}	2,9±0,32 ^c	0,00±0,01 ^a	0,9909±0,45 ^a	1,7±0,10 [†]	0,1±0,00 ^{ab}	23±0,14 ^a	56±0,05 ^a	19,6±0,10 ^d	17,9±0,35 ^c
V3	4,2±0,10 ^a	3,30±0,05 ^{ab}	12,8±0,29 ^d	2,9±0,07 ^c	0,08±0,05 ^{bc}	0,9907±0,00 [†]	1,6±0,07 [†]	0,2±0,26 ^{bc}	26±0,45 [†]	59±0,35 ^b	19,3±0,15 ^c	17,7±0,12 ^b
V4	4,2±0,14 ^a	3,28±0,00 ^a	12,7±0,53 ^{cd}	2,8±0,00 [†]	0,14±0,07 ^c	0,9907±0,07 ^a	1,4±0,25 ^b	0,2±0,06 ^{bc}	26±0,21 [†]	59±0,55 ^b	19,0±0,20 [†]	17,6±0,14 [†]
V5	4,3±0,00 ^a	3,27±0,01 ^a	12,7±0,30 ^{cd}	2,8±0,00 [†]	0,10±0,00 ^c	0,9907±0,16 ^a	1,3±0,19 ^a	0,2±0,00 ^{bc}	23±0,55 [†]	59±0,10 ^b	19,0±0,10 ^b	17,7±0,22 ^b
V6	4,2±0,15 ^a	3,28±0,45 ^a	12,8±0,08 ^d	2,9±0,19 ^c	0,12±0,21 ^c	0,9907±0,00 ^a	1,4±0,08 ^b	0,3±0,00 ^c	26±0,17 [†]	56±0,05 ^a	19,3±0,07 ^c	17,9±0,16 ^c
V1'	3,6±0,00	3,31±0,32 ^{ab}	13,7±0,20 [†]	2,6±0,23 [†]	0,04±0,06 ^{ab}	0,9909±0,10 ^a	1,5±0,05 [†]	0,0±0,04 ^a	20±0,25	56±0,20 ^a	19,8±0,05 [†]	17,2±0,12 [†]
V2'	4,2±0,02 ^a	3,31±0,05 ^{ab}	12,7±0,13 ^{cd}	2,8±0,24 ^b	0,08±0,03 ^{bc}	0,9908±0,00 ^a	1,1±0,04 [†]	0,1±0,05 [†]	23±0,20 ^a	59±0,10 ^b	19,3±0,00 ^c	16,5±0,10 [†]
V3'	4,2±0,15 ^a	3,29±0,15 ^a	12,6±0,08 ^{bc}	2,8±0,00 ^b	0,08±0,05 ^{bc}	0,9908±0,05 ^a	1,0±0,00 [†]	0,1±0,00 ^{ab}	23±0,20 ^a	59±0,14 ^b	19±0,10 ^b	16,2±0,08 [†]
V4'	4,2±0,07 ^a	3,27±0,26 ^a	12,6±0,12 ^{bc}	2,7±0,15 ^{ab}	0,14±0,02 ^c	0,9908±0,05 ^a	1,2±0,13 [†]	0,1±0,02 ^{ab}	23±0,15 ^a	59±0,05 ^b	19±0,15 ^b	16,3±0,00 [†]
V5'	4,2±0,34 ^a	3,28±0,07 ^a	12,4±0,06 ^a	2,7±0,10 ^{ab}	0,14±0,06 ^{bc}	0,9909±0,12 ^a	1,3±0,06 ^a	0,3±0,20 ^c	26±0,10 ^a	59±0,05 ^b	18,5±0,05 ^a	15,8±0,04 ^a
V6'	4,2±0,25	3,28±0,23 ^a	12,5±0,00 ^{ab}	2,7±0,32 ^a	0,14±0,03 ^c	0,9907±0,16 ^a	1,4±0,10 ^b	0,2±0,00 ^{bc}	26±0,00	56±0,00 ^a	18,5±0,07 ^a	15,8±0,13 ^a
Sauvignon blanc												
V1	3,3±0,00 [*]	3,40±0,06 ^{ab}	16,2±0,35 ^c	0,5±0,10 ^{c*}	0,29±0,15 ^c	0,9911±0,05 ^a	2,2±0,03 ^b	1,3±0,00 ^a	15±0,55 ^a	61±0,23 ^a	30,2±0,35 ^b	28±0,08 ^a
V2	3,2±0,00 ^{abc}	3,42±0,08 ^{ab}	16,2±0,03 ^c	0,3±0,05 ^b	0,29±0,20 ^a	0,9910±0,05 ^a	1,9±0,10 [†]	1,6±0,00 ^f	18±0,40 ^b	61±0,14 ^a	30,0±0,28 ^a	28,1±0,05 ^b
V3	3,3±0,01 ^c	3,42±0,05 ^{ab}	16,2±0,10 ^c	0,3±0,15 ^b	0,28±0,15 ^{bc}	0,9911±0,00 ^a	2,1±0,23 ^a	1,6±0,15 ^{bc}	18±0,20 ^b	59±0,08 [†]	30,2±0,17 [†]	28,1±0,18 [†]
V4	3,2±0,05 ^{abc}	3,42±0,05 ^{ab}	16,2±0,05 ^c	0,3±0,45 ^b	0,29±0,05 ^c	0,9912±0,00 ^a	2,4±0,00 [†]	1,5±0,00 ^{bc}	15±0,10 ^a	61±0,06 ^{ab}	30,5±0,08 [†]	28,1±0,12 ^b
V5	3,3±0,01 ^c	3,42±0,02 ^{ab}	16,2±0,00 ^c	0,3±0,08 ^b	0,30±0,35 ^{bc}	0,9914±0,03 ^a	2,6±0,02 ^c	1,4±0,05 ^{ab}	18±0,32 ^b	64±0,16 ^b	30,0±0,18 ^a	28,2±0,05 ^c
V6	3,3±0,00 ^c	3,44±0,03 ^b	16,2±0,00 ^c	0,3±0,05 ^b	0,32±0,25 ^c	0,9914±0,05 ^a	2,7±0,07 [†]	1,6±0,05 ^c	18±0,30 ^b	60±0,20 [†]	30,1±0,08 [†]	28,2±0,03 ^c
V1'	3,3±0,05 ^c	3,43±0,01 ^b	16,1±0,35 ^{bc}	0,5±0,10 ^{c*}	0,30±0,15 ^{ab}	0,9911±0,00 ^a	2,1±0,03 ^a	1,3±0,12 ^a	18±0,44 ^b	64±0,45 ^b	30,0±0,01 ^a	27,9±0,02 [†]
V2'	3,1±0,00 ^a	3,43±0,00 ^b	15,9±0,32 ^a	0,2±0,03 ^a	0,30±0,00 ^{bc}	0,9911±0,01 ^a	2,1±0,15 ^a	1,4±0,25 ^{ab}	23±0,05 [†]	61±0,57 ^a	29,4±0,00 [†]	27,3±0,03 [†]
V3'	3,2±0,05 ^{ab}	3,44±0,01 ^b	16,1±0,20 ^{bc}	0,3±0,09 ^b	0,30±0,05 ^{bc}	0,9911±0,00 ^a	2,0±0,20 [†]	1,5±0,20 ^c	20±0,25 ^c	59±0,40 [†]	30,0±0,03 ^a	28,0±0,01 ^a
V4'	3,2±0,00 ^{abc}	3,45±0,01 ^b	16,0±0,32 ^{ab}	0,3±0,00 ^b	0,29±0,00 ^c	0,9912±0,02 ^a	2,2±0,12 ^b	1,6±0,17 ^c	20±0,20 [†]	64±0,48 [†]	30,0±0,00 ^a	27,8±0,00 [†]
V5'	3,2±0,02 ^{abc}	3,43±0,00 ^b	16,0±0,15 ^{ab}	0,3±0,15 ^b	0,31±0,01 ^c	0,9913±0,00 ^a	2,8±0,10 [†]	1,4±0,23 ^{ab}	20±0,20 ^c	56±0,53 [†]	30,2±0,03 ^b	27,4±0,02 [†]
V6'	3,2±0,01 ^{abc}	3,43±0,01 ^b	16,1±0,10 ^{bc}	0,2±0,00 ^a	0,30±0,00 ^c	0,9914±0,00 ^a	2,6±0,06 ^c	1,5±0,19 ^{bc}	18±0,40 ^b	64±0,31 ^b	30,7±0,00 [†]	28,1±0,04 ^b
<i>p</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	ns	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic;
 V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită;
 V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită. Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă din punct de vedere statistic ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență statistică semnificativă față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

7.2. Influența tratamentelor enzimactice asupra parametrilor cromatici ai vinurilor analizate

Caracteristicile vizuale ale unui vin sunt dependente de modul în care structura sa chimică și natura particulelor au capacitatea de a absorbi, transmite și reflecta radiația luminii din domeniu vizibil (între 380 și 750 nm) (Jackson, 2009).

Rezultatele obținute (Tabelul 7.2) evidențiază diferențe semnificative între valorile parametrilor cromatici ai probelor analizate, în funcție de tratamentul enzimatic administrat. Pentru a evidenția care sunt mediile diferite din punct de vedere statistic, analiza post hoc LSD indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă ($p > 0,5$) (notate cu litere superscript). Astfel, la soiul Fetească regală, în cazul probelor fără bentonită, parametrul a^* a înregistrat cea mai mare valoare la varianta V6 (1,80), cea mai scăzută valoare fiind înregistrată la V1 (-0,12). Cel mai ridicat nivel al parametrului b^* a fost evidențiat în cazul variantei V1 (5,61), iar cea mai redusă la V3 (4,49). În cazul probelor tratate prin adaos de bentonită, parametrul a^* a prezentat cel mai ridicat nivel la varianta V2' (0,93), iar cel mai redus la V3' (0,24). În ceea ce privește parametrul b^* , valoarea cea mai mare s-a obținut la proba V4' (3,83), cea mai mică fiind remarcată la V1' (0,51). Toate probele de Fetească regală au prezentat o valoare ridicată a **clarității**, cu nuanțe predominante de galben și roșu, cu excepția probei V1, care a fost definită prin culoarea verde și galben. Nivelul clarității în cazul variantei V1 este semnificativ mai ridicată față de restul eșantioanelor studiate ($p < 0,05$). Comparativ cu proba martor, majoritatea probelor tratate cu enzime s-au caracterizat printr-o reducere importantă a parametrului a^* , ceea ce înseamnă mai puțin pigment verde și mai mult roșu. De asemenea, a urmat și o creștere semnificativă a parametrului b^* , ceea ce indică prezența mai intensă a culorii galbene. Probele tratate cu bentonită au prezentat o diminuare a valorilor principalilor parametri cromatici. În urma datelor obținute, diferențe semnificative se pot remarca în cazul indicatorului **claritate**, în urma prezenței pigmentului roșu în cantități mai mari în unele probe. Acest fenomen poartă denumirea de *pinking*, fiind adesea întâlnit la vinurile albe deși nedorit de vinificatori și consumatori (Cosme ș.a., 2018). Rezultatele pot indica prezența unor cantități semnificative de compuși antocianici.

La vinurile obținute din Sauvignon blanc, în cazul probelor fără bentonită, parametrul a^* a variat de la -1,02 (V5) până la -0,58 (V1). Parametrul b^* a prezentat fluctuații de la 6,48 (V2) până la 6,77 (V1). În cazul probelor tratate prin adaos de bentonită, valorile acestor indicatori cromatici au manifestat scăderi importante. Toate probele obținute din soiul Sauvignon blanc au prezentat un nivel ridicat al clarității, fiind predominante nuanțele de galben și verde.

În ceea ce privește indicatorul **tonalitate**, se pot observa valori negative pentru toate variantele de Sauvignon blanc pe când la soiul Fetească regală s-au obținut valori pozitive, cu excepția probei V1. În urma condiționării cu bentonită a probelor au rezultat creșteri ale valorilor acestui parametru. S-a remarcat o diferență cromatică vizibilă între probele

tratate cu enzime și proba martor, confirmând ipoteza că preparatele enzimaticice pot contribui la modificarea culorii vinurilor.

Indicatorul **luminozitate** a manifestat o scădere în urma adărierii de bentonită la majoritatea probelor Fetească regală însă nu a prezentat aceeași tendință și la soiul Sauvignon blanc, valorile rămânând neschimbate.

Croma sau **saturația** evidențiază intensitatea/puritatea sau gradul de întunecare a culorii. Probele au prezentat valori diferite ale acestui parametru, în funcție de tipul de enzimă administrat și de soiul analizat.

Se observă o diferență cromatică vizibilă între probele martor și cele tratate cu enzime, atât în prima categorie de variante cât și în cea de-a doua. În urma administrării tratamentului cu bentonită, se remarcă o îmbunătățire a nivelului clarității la majoritatea probelor experimentale, cu excepția variantei V1.

Valorile ΔE și ΔH reprezintă diferențele colorimetrice și de tonalitate ale variantelor, în comparație cu proba martor. Astfel, probele de Fetească regală au prezentat cea mai mare diferență colorimetrică ($p < 0,05$) în cazul variantei V1, urmată de $V4 > V5 > V2 > V3$ pentru probele fără bentonită. Pentru cea de-a doua categorie de probe, valorile ΔE au manifestat scăderi semnificative ($p < 0,05$). În ceea ce privește indicatorul ΔH privind diferențele de tonalitate, cea mai mare diferență a fost între V1 și proba martor, urmată de $V5 > V2 > V3 > V4$. La soiul Sauvignon blanc, cea mai mare diferență a fost obținută la proba V5, urmată de $V3 > V4 > V2 > V1 > V6$ pentru probele fără bentonită. Variantele care au fost tratate cu bentonită au prezentat următoarea ordine a indicatorului ΔE : $V5' > V1' > V3' > V4' > V2' > V6'$. De asemenea, pentru prima categorie de probe (fără tratament cu bentonită), valorile ΔH au arătat cea mai mare diferență privind tonalitatea în cazul probei V5, urmată de $V3 > V4 > V2 > V6 > V1$, iar pentru cea de-a doua categorie, s-a stabilit următoarea ordine: $V2' > V3' > V4' > V1' > V5' > V6'$.

Se observă ca tratamentul cu bentonită a determinat o reducere a principalilor parametri cromatici (**claritate, cromaticitate, saturație**), dar și o creștere a valorilor indicatorului **tonalitate**. Astfel, pe baza datelor obținute, este confirmată acțiunea majoră a tratamentului cu bentonită asupra limpidității și aspectului vinului.

Rezultate similare privind acțiunea majoră a enzimelor asupra caracteristicilor cromatice ale vinurilor albe au fost publicate și de [Ducasse ș.a. \(2010\)](#), [El Darra ș.a. \(2016\)](#), [González-Neves ș.a. \(2013\)](#), [Kelebek ș.a. \(2007\)](#), [Kelebek ș.a. \(2009\)](#), [Main și Moriss \(2007\)](#). [Guerin ș.a. \(2010\)](#) au raportat o îmbunătățire a luminozității vinurilor generată de folosirea preparatelor enzimaticice. Pe de altă parte, [Bautista-Ortin ș.a. \(2005\)](#) au obținut rezultate nesemnificative în ceea ce privește modificarea parametrilor de culoare (intensitate și nuanță) iar [Bozaran și Bozan \(2013\)](#) au prezentat o reducere a intensității și stabilității culorii. Aceste diferențe pot fi explicate prin utilizarea unor preparate enzimaticice diferite, a tehnologiei de vinificație dar și prin prezența altor factori necontrolați în studiile experimentale.

Parametrii cromatici ai vinurilor obținute/ Chromatic parameters of obtained wines

Probe	Claritate	Cromaticitate		Saturație	Tonalitate	Luminozitate	Tentă	Diferență colorimetrică ΔE	Diferență tonalitate ΔH
		a*	b*						
Fetească regală									
V1	98,3±0,05 ^a	-0,12±0,00 ^a	5,61±0,16 ^c	5,61±0,05 ^c	-88,82±0,05 ^a	0,12±0,06 ^a	3,32±0,07 ^a	2,72 ^a	1,92 ^a
V2	96,9±0,10 ^b	1,44±0,23 ^{bc}	4,92±0,24 ^d	5,13±0,00 ^a	73,70±0,09 ^a	0,15±0,18 ^a	1,95±0,12 ^{bc}	0,58 ^a	0,36 ^a
V3	97,1±0,06 ^b	1,51±0,29 ^c	4,49±0,26 ^c	4,73±0,02 ^a	71,43±0,00 ^a	0,14±0,24 ^a	1,88±0,05 ^{ab}	0,55 ^a	0,29 ^a
V4	96,5±0,12 ^a	1,63±0,19 ^a	5,56±0,18 ^e	5,79±0,07 ^a	73,62±0,04 ^a	0,17±0,18 ^a	1,94±0,10 ^{bc}	0,99 ^a	0,17 ^a
V5	97,1±0,00 ^b	1,34±0,08 ^b	5,01±0,02 ^d	5,19±0,20 ^a	75,02±0,14 ^a	0,15±0,06 ^a	2,02±0,04 ^{bcd}	0,77 ^a	0,46 ^a
V6	96,6±0,10 ^a	1,80±0,00 ^a	4,59±0,05 ^c	4,92±0,15 ^a	68,62±0,19 ^a	0,16±0,16 ^a	1,76±0,03 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a
V1'	97,7±0,03 ^c	0,53±0,00 ^a	0,52±0,00 ^a	5,55±0,00 ^c	84,48±0,00 ^a	0,13±0,00 ^a	2,58±0,13 ^a	3,24 ^a	0,27 ^a
V2'	97,8±0,23 ^{cd}	0,93±0,00 ^a	3,67±0,00 ^a	3,78±0,00 ^a	78,78±0,00 ^a	0,11±0,00 ^a	2,06±0,09 ^{cde}	0,28 ^a	0,13 ^a
V3'	98,8±0,10 ^a	0,24±0,00 ^a	3,74±0,00 ^{ab}	3,75±0,00 ^a	86,33±0,00 ^a	0,08±0,00 ^a	3,06±0,08 ^a	1,01 ^a	0,56 ^a
V4'	98,0±0,16 ^{ef}	0,83±0,00 ^a	3,83±0,00 ^b	3,92±0,00 ^b	77,75±0,00 ^a	0,11±0,00 ^a	2,20±0,23 ^{ef}	0,11 ^a	0,03 ^a
V5'	97,8±0,19 ^{de}	0,89±0,00 ^a	3,65±0,00 ^a	3,76±0,00 ^a	76,33±0,00 ^a	0,11±0,00 ^a	2,10±0,14 ^{def}	0,20 ^a	0,09 ^a
V6'	98,0±0,03 ^f	0,80±0,00 ^a	3,73±0,00 ^{ab}	3,82±0,00 ^{ab}	77,87±0,00 ^a	0,11±0,00 ^a	2,21±0,15 ^f	0,00 ^a	0,00 ^a
Sauvignon blanc									
V1	98,44±0,12 ^{bcd}	-0,58±0,09 ^{bcd}	6,77±0,07 ^f	6,80±0,05 ^d	-85,13±0,06 ^a	0,12±0,01 ^a	4,21±0,00 ^{bc}	3,71 ^a	2,38 ^a
V2	98,62±0,10 ^f	-0,70±0,05 ^{ab}	6,48±0,08 ^d	6,58±0,12 ^{bc}	-83,84±0,05 ^a	0,11±0,01 ^a	4,55±0,02 ^d	3,72 ^a	2,50 ^a
V3	98,63±0,08 ^a	-0,78±0,10 ^a	6,65±0,02 ^{ef}	6,69±0,06 ^{cd}	-83,32±0,10 ^a	0,12±0,05 ^a	4,67±0,10 ^{de}	3,87 ^a	2,58 ^a
V4	98,68±0,10 ^f	-0,76±0,03 ^a	6,51±0,06 ^{de}	6,55±0,09 ^b	-83,33±0,08 ^a	0,11±0,07 ^a	4,73±0,07 ^e	3,81 ^a	2,56 ^a
V5	98,86±0,02 ^a	-1,02±0,06 ^a	6,63±0,08 ^{def}	6,70±0,03 ^d	-81,28±0,03 ^a	0,11±0,03 ^a	5,59±0,04 ^a	4,14 ^a	2,82 ^a
V6	98,54±0,10 ^{cdef}	-0,63±0,04 ^{abc}	6,50±0,05 ^{de}	6,53±0,10 ^b	-84,46±0,10 ^a	0,12±0,12 ^a	4,31±0,04 ^c	3,64 ^a	2,43 ^a
V1'	98,41±0,00 ^{bcd}	-0,40±0,12 ^{ef}	6,15±0,00 ^c	6,16±0,08 ^a	-86,31±0,06 ^a	0,12±0,05 ^a	3,86±0,02 ^a	2,73 ^a	1,20 ^a
V2'	98,59±0,02 ^{ef}	-0,48±0,13 ^{cde}	5,74±0,03 ^{ab}	5,76±0,05 ^a	-85,25±0,00 ^a	0,11±0,04 ^a	4,08±0,03 ^b	2,46 ^a	1,28 ^a
V3'	98,35±0,01 ^{ab}	-0,47±0,06 ^{cde}	6,00±0,05 ^c	6,02±0,04 ^a	-85,48±0,03 ^a	0,12±0,00 ^a	3,77±0,08 ^a	2,63 ^a	1,27 ^a
V4'	98,56±0,00 ^{def}	-0,43±0,03 ^{def}	5,82±0,08 ^b	5,84±0,00 ^a	-85,76±0,05 ^a	0,11±0,00 ^a	3,40±0,00 ^a	2,49 ^a	1,23 ^a
V5'	98,40±0,02 ^{abc}	-0,38±0,07 ^{ef}	6,31±0,02 ^a	6,32±0,05 ^a	-86,55±0,02 ^a	0,12±0,10 ^a	3,86±0,06 ^a	2,87 ^a	1,18 ^a
V6'	98,37±0,00 ^{ab}	-0,30±0,00 ^f	5,60±0,02 ^a	5,61±0,02 ^a	-86,94±0,06 ^a	0,12±0,12 ^a	3,60±0,04 ^a	2,20 ^a	1,10 ^a
p	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	ns	0,0000	0,0000	0,0000

V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic;
V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită;
V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită. Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă din punct de vedere statistic ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență statistică semnificativă față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

Simularea computerizată a culorii pentru vinurile obținute/ Color simulation of obtained wines

Fetească regală		Sauvignon blanc	
V1	V1'	V1	V1'
V2	V2'	V2	V2'
V3	V3'	V3	V3'
V4	V4'	V4	V4'
V5	V5'	V5	V5'
V6	V6'	V6	V6'

7.3. Influența tratamentelor enzimatiche asupra evoluției conținutului unor compuși fenolici din probele experimentale obținute

Compușii fenolici din vin pot proveni atât din strugurii materie primă cât și din sursă externă, cum ar fi lemnul butoiului în care sunt depozitate, pluta dopului utilizat la îmbuteliere sau apar în urma administrării diferitelor tratamente oenologice. Nivelul acestor compuși este dependent de caracteristicile plantei, soiul viței de vie, amplasarea geografică, anul și tehnica de recoltare aplicată, tehnologii de prelucrare a materiei prime, și de vinificație (Cotea ș.a., 2009). Compușii fenolici aparținând grupei flavonelor și flavonoizilor, în special constituenții hidroxicinamici (acizii cafeic, *p*-cumaric și ferulic) sunt principalii responsabili de culoarea vinurilor albe. Pe lângă aceștia, cei mai întâlniți derivați flavonoizi în vinurile albe sunt: quercitina, hesperidina, kaempferolul și rutina (Lengyel și Sikolya, 2014). Tabelele 7.4, 7.5, 7.6 și 7.7 redau evoluția compușilor fenolici analizați în timpul fermentației alcoolice a vinurilor obținute. Pentru a evidenția care sunt mediile diferite din punct de vedere statistic, analiza post hoc LSD indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă ($p > 0,5$) (notate cu litere superscript).

În cazul probelor de Fetească regală, se poate observa că acizii ferulic și galic au provenit din materia primă, fiind transferați în must în timpul presării. Concentrația **acidului ferulic** s-a diminuat în primul stadiu al fermentației alcoolice. Acest fenomen se poate datora conversiei acidului ferulic în 4-vinilguaiacol, în prezența enzimei cinamat decarboxilază și sub acțiunea levurilor *Saccharomyces cerevisiae* (Temitope-Adeboya ș.a., 2015). Această enzimă acționează numai în timpul fermentației alcoolice și ca atare, concentrația compușilor volatili meționați nu va crește după finalizarea acesteia (Moreno și Peinado, 2012). În cea de-a doua etapă a procesului fermentativ s-au înregistrat noi creșteri al conținutului în acid ferulic la variantele V1 și V3. În probele finale, valorile acestui compus au variat de la 0,46 μg/mL (V1) până la 0,41 μg/mL (V6), diferențele fiind ne semnificative din punct de vedere statistic.

Garrido și Borges (2011) descrie **acidul galic** ca fiind unul din cei mai importanți compuși fenolici datorită capacității antioxidative ridicate. Acesta poate proveni de la materia primă dar poate rezulta și în urma reacțiilor chimice care au loc în timpul fermentației (de exemplu, din hidroliza taninurilor hidrolizabile și condensate) (Rentzsch ș.a., 2009). În probele experimentale, concentrațiile acidului galic au prezentat diverse fluctuații în funcție de soi, tratamentul aplicat sau momentul fermentației. Cea mai ridicată valoare pentru concentrația acestui compus în vinurile rezultate din soiul Fetească regală a fost înregistrată la varianta V1 (1,00 μg/mL), urmată de V2 (0,88 μg/mL), iar cea mai mică valoare a prezentat-o proba V6 (0,64 μg/mL). Diferențe semnificative față de toate celelalte probe au fost obținute în cazul variantei V1 și V2, urmând ca V3, V4 și V5 să formeze un grup omogen ($p > 0,05$).

Acidul cafeic constituie un derivat al acidului cinamic. **Acidul caftaric** este unul dintre acizii fenolici predominanți în vinuri și constituie esterul etilic al acidului cafeic (Pérez-Navarro, 2020). **Acidul *p*-cumaric** este precursorul compusului 4-vinilfenol și pot

rezulta în urma reacției de bioconversie sub influența levurilor *Saccharomyces* sau *Brettanomyces* (sub acțiunea cinamat decarboxilazei) (Salameh ș.a., 2008; Waterhouse ș.a., 2016) sau din sinteza fenilalaninei, sub acțiunea fenilalaninamonia-liazei (Moreno și Peinado, 2012). De asemenea, forme libere ale acizilor cafeic și *p*-cumaric (fără a fi esterificați cu acidul tartric) pot rezulta și ca urmare a activității esterazei. În probele analizate, acizii cafeic, *p*-cumaric și caftaric s-au format în timpul fermentației alcoolice, ca produși ai reacțiilor chimice, prezentând fluctuații diferite în funcție de stadiul fermentației și de tipul de preparat enzimatic administrat. Se observă că acidul caftaric este prezent doar în varianta V1. Se poate spune astfel că preparatul enzimatic administrat în V1 a avut o influență majoră asupra extracției și concentrației finale a acestui constituent.

În ceea ce privește nivelul de acid cafeic, probele finale au arătat diferențe semnificative ale valorilor acestui compus ($p < 0,05$), cea mai mare concentrație fiind identificată în proba V1 (3,28 $\mu\text{g/mL}$), urmată de V2 (1,17 $\mu\text{g/mL}$), iar cel mai scăzut nivel a fost identificat în proba martor (0,52 $\mu\text{g/mL}$). Conform Tabelului 7.5, varianta V1 a fost diferită din punct de vedere statistic față de restul eșantioanelor experimentale. Restul probelor au format diverse grupuri omogene. Existența grupărilor omogene între variantele tratate numai cu enzime și cele în care s-a adăugat bentonită indică o influență ne semnificativă a celei din urmă asupra evoluției concentrației acestui compus. Acidul *p*-cumaric se găsește în cantitatea cea mai mare în proba V1 (0,28 $\mu\text{g/mL}$), urmând ca cea mai redusă concentrație să fie identificată în V6 (0,06 $\mu\text{g/mL}$), de aproximativ 4 ori mai mică comparativ cu prima. Tratamentele administrate nu au prezentat o influență semnificativă ($p > 0,05$) asupra concentrației finale a acestui compus. Pentru majoritatea probelor, nivelul acidului cafeic, *p*-cumaric și ferulic a crescut la finalul fermentației alcoolice. Conform Budić-Leto și Lovric (2002), acest fenomen poate fi determinat de hidroliza esterilor acizilor hidroxicinamici (acizii caftaric, cutaric și fertaric) în timpul procesului fermentativ.

Acidul protocatehic își are originea fie în semințele și ciorchinii strugurilor, fie rezultă din pirocatechină (Cotea ș.a., 2009). Acest compus are capacitatea de a reduce consumul de arginină prin inhibarea enzimei arginin-deiminază (Zhou ș.a., 2017). Prezența acidului protocatehic poate fi observată pe tot parcursul fermentației alcoolice, înregistrând diferite variații în funcție de momentul de recoltare și tipul de enzimă administrat. Se poate remarca o creștere în prima etapă a procesului fermentativ la majoritatea probelor, urmând ca la final, nivelul acestui compus să se diminueze. În probele finale, cea mai mare pondere din totalul compușilor fenolici identificați a fost evidențiată la acidul protocatehic, valorile acestuia variind de la 11,04 $\mu\text{g/mL}$ în V1 și V2, până la 9,24 $\mu\text{g/mL}$ la V6. Concentrația acestui compus în proba martor s-a arătat a fi semnificativ mai redusă comparativ cu restul probelor în care s-au administrat tratamente enzimatice. De asemenea, prin aplicarea cleirii cu bentonită s-a realizat o diminuare semnificativă a conținutului acidului fenolic menționat.

Acidul clorogenic se formează de obicei în urma esterificării acidului cafeic și chinic cu alcooli, fiind unul dintre principalii compuși fenolici întâlniți în plante

(Gonthier ș.a., 2003). Probele finale au prezentat, de asemenea, cantități importante de acid clorogenic, valorile acestuia prezentând fluctuații în funcție de tipul de tratament administrat. Astfel, varianta V2 a prezentat o concentrație semnificativ mai mare (3,01 $\mu\text{g/mL}$) față de restul probelor ($p < 0,05$), urmată de V1 (2,12 $\mu\text{g/mL}$), iar cea mai redusă concentrație a fost obținută la proba martor (0,80 $\mu\text{g/mL}$).

În concluzie, rezultatele au prezentat diferențe majore între variantele analizate, în funcție de tipul de enzimă administrat. Astfel, majoritatea vinurilor Fetească regală s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în acid protocatehic și cafeic. Proba V1 s-a caracterizat și printr-un conținut ridicat de acid caftaric, care a lipsit la celelalte probe. Concentrațiile cele mai ridicate au fost obținute la varianta V1, probele martor înregistrând cea mai mică concentrație în compuși fenolici. Probele de vin care au fost tratate prin cleire cu bentonită au înregistrat o diminuare a concentrațiilor compușilor fenolici comparativ cu celelalte variante, cu excepția acidului ferulic, ale cărui concentrații au crescut.

În cazul probelor obținute din soiul Sauvignon blanc, acizii *p*-cumaric, galic, protocatehic și siringic au provenit de la materia primă, înregistrând diferite fluctuații în timpul fermentației alcoolice, în funcție de varianta analizată. În vinurile rezultate, acidul *p*-cumaric a fost identificat în cea mai mare cantitate în varianta V5 (0,39 $\mu\text{g/mL}$), iar cel mai scăzut nivel a fost înregistrat în V6 (0,20 $\mu\text{g/mL}$). Administrarea tratamentelor enzimatice a determinat o creștere semnificativă a concentrației acestui compus comparativ cu proba martor, cu excepția variantei V3. Acizii caftaric, cafeic și ferulic s-au format la finalul fermentației alcoolice, fiind întâlniți în vinul rezultat. Acidul caftaric s-a găsit în cantități importante în probele Sauvignon blanc, valorile acestuia au variat de la 9,80 $\mu\text{g/mL}$ (V6) până la 2,69 $\mu\text{g/mL}$ (V3) și nu a fost identificat în V2. Cantitatea de acid cafeic a variat de la 4,95 $\mu\text{g/mL}$ (V2) până la 1,14 $\mu\text{g/mL}$ (V6), evidențiindu-se o influență semnificativă a tratamentelor enzimatice administrate (Tabelul 7.6). Tratarea probelor cu bentonită nu a generat o modificare semnificativă a concentrației finale a acestui compus.

În ceea ce privește **acidul ferulic**, acesta s-a găsit în cea mai mare cantitate în proba V2 (0,37 $\mu\text{g/mL}$), urmată de V3 (0,34 $\mu\text{g/mL}$), iar concentrații semnificativ mai mici s-au obținut în cazul variantei V4 și V6.

Conținutul de **acid galic** a fost diferențiat în funcție de tipul de enzimă administrat. Astfel, proba V1 s-a caracterizat prin creșteri semnificative ale acestui compus, înregistrând cea mai mare valoare (0,35 $\mu\text{g/mL}$), urmată de 0,28 $\mu\text{g/mL}$ (V6), pe când cea mai mică concentrație a prezentat-o varianta V5 (0,17 $\mu\text{g/mL}$).

Acidul gentisic reprezintă izomerul acidului protocatehic (Cotea ș.a., 2009). Acesta nu provine de la materia primă, formându-se la mijlocul fermentației alcoolice și înregistrând diferite fluctuații de concentrație. Reducerea nivelului acestui acid fenolic în prima etapă a fermentației poate fi datorată blocării sintezei de către enzimele pectolitice și β -glucozidazelor (Moroșanu, 2019). În probele finale, cantitatea cea mai mare s-a determinat în proba V3 (0,30 $\mu\text{g/mL}$). Proba martor a prezentat valori de 3 ori mai mici

(0,10 µg/mL). Tratamentele administrate au prezentat o influență semnificativă asupra concentrației finale de acid gentisic.

Acidul siringic se formează prin esterificarea acidului galic cu alcoolii și din degradarea unor antociani (Cotea ș.a., 2009). Acest compus a provenit de la materia primă, fiind extras în must în urma procesului de vinificație. Concentrațiile acidului siringic au crescut în prima fază a procesului fermentativ, urmând ca spre final, să înregistreze scăderi semnificative. În vinurile rezultate, a fost identificat în concentrație crescută în varianta V5 (0,38 µg/mL), de aproape 3 ori mai mare comparativ cu proba martor.

Similar soiului Fetească regală, **acidul protocatehic** a fost predominant în toate vinurile obținute, nivelul său variind de la 13,75 µg/mL în V1, până la 9,99 µg/mL în V3. Sinteza acidului protocatehic a fost semnificativ influențată de preparatele enzimatice administrate. Reduceri semnificative au fost obținute în urma tratamentului cu bentonită.

Resveratrolul constituie un compus fenolic, care se poate întâlni în struguri și vin sub formă de izomeri atât *trans*- cât și *cis*- (Luchian ș.a., 2019). Au fost înregistrate fluctuații ale formelor *cis*- și *trans*-, în funcție de stadiul fermentației, soi și tipul de tratament administrat. Conținutul în *trans*-resveratrol al probelor analizate a variat de la 0,29 µg/mL (V6) la 2,12 µg/mL (V1) pentru probele de Fetească regală și respectiv, între 2,20 µg/mL (V4) și 2,50 µg/mL (V2) pentru Sauvignon blanc. De asemenea, probele de Fetească regală au prezentat concentrații între 2,42 µg/mL (V1) și 3,91 µg/mL (V5) de *cis*-resveratrol, iar vinurile Sauvignon blanc au înregistrat valori între 2,55 µg/mL (V2) și 3,21 µg/mL (V5). Izomerul *trans*-resveratrol prezintă o importanță deosebită în definirea particularităților organoleptice și a structurii vinului, imprimând acestuia astringență. Nivelul său în vin este dependent de tehnologia de vinificație, condițiile de temperatură, lumină și de gradul de atac al strugurilor cu *Botrytis cinerea* (Vlase ș.a., 2009). Conținutul în resveratrol al probelor analizate au variat în funcție de stadiul fermentației alcoolice (momentul recoltării probei), soi și tratamente oenologice administrate. Probele de vin rezultate au înregistrat valori mai mari ale formei *cis*-resveratrol decât a celei *trans*-. Tratamentul cu bentonită a determinat modificări importante ale concentrațiilor de *trans*- și *cis*- resveratrol comparativ cu variantele netratate cu acest produs.

Probele analizate au prezentat variații diferite ale conținutul în compuși fenolici, atât în funcție de tipul de enzimă administrat cât și de soiul strugurilor utilizați la vinificare. Compușii fenolici existenți în strugurii materie primă, must și vinurile rezultate se află într-o continuă evoluție, participând la numeroase procese fizice, chimice și biochimice. În prima fază a procesului fermentativ are loc de regulă oxidarea compușilor fenolici care provin de la materia primă, sub acțiunea enzimelor. Unii compuși fenolici pot participa la reacția de polimerizare cu diferiți compuși de aromă. Acizii hidroxicinamici participă la numeroase reacții de oxidare (Terrier ș.a., 2009).

Probele Sauvignon blanc s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în acid protocatehic, caftaric, dar și în *trans*- și *cis*-resveratrol. Administrarea tratamentelor enzimatice a generat o creștere semnificativă a concentrației finale pentru majoritatea compușilor fenolici identificați comparativ cu proba martor. În majoritatea cazurilor,

concentrațiile cele mai ridicate au fost obținute la probele V1 în cazul soiului Fetească regală și respectiv, V1 și V2 la Sauvignon blanc. Probele condiționate prin administrarea de bentonită au înregistrat valori scăzute ale concentrațiilor compușilor analizați comparativ cu variantele fără bentonită. Acest fenomen se datorează efectului de adsorbție indirectă a compușilor fenolici care se leagă de proteine (Marchal și Jeandet, 2009).

Administrarea tratamentelor enzimaticice au determinat diferențe semnificative între concentrațiile principalilor compuși fenolici identificați ($p < 0,05$) (cu excepția acidului *p*-cumaric, ferulic și quercitinei în cazul vinurilor Fetească regală), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele ar prezenta valori egale. În Tabelele 7.5 și 7.6 se pot observa grupurile omogene (marcate cu litere superscript), indicând o diferență nesemnificativă între variantele experimentale care formează grupul ($p > 0,05$). Acizii fenolici s-au dovedit a fi markeri importanți pentru soiurile Fetească regală și Sauvignon blanc din diferite regiuni viticole ale României și Franței (Merkytė ș.a., 2020). Concentrații comparabile ale compușilor fenolici la vinurile obținute din soiurile Fetească regală și Sauvignon blanc au fost raportate și de Lengyel (2014). Datele înregistrate confirmă acțiunea diferită pe care o au enzimele asupra compușilor fenolici din vin. Efectele tratamentelor enzimaticice asupra compoziției chimice a vinurilor au fost intens studiate; numeroase cercetări care au urmărit influența unor produse oenologice similare (Bartwosky ș.a., 2004; Bautista-Ortin ș.a., 2011; Fernández González ș.a., 2005; Masino ș.a., 2008; Pardo ș.a., 1999) au raportat creșteri semnificative ale conținutului fenolic al vinului.

Scopul analizei în componente principale constă în obținerea unui număr redus de combinații liniare ale celor 9 variabile care constituie cea mai mare proporție a variabilității datelor.

În acest caz, pentru probele obținute din soiul Fetească regală au fost extrase 2 componente, reprezentând 76,61 % din variabilitatea datelor inițiale și caracterizate prin valori proprii mai ridicate sau egale cu valoarea 1,0. Fiecare variabilă este reprezentată în raport cu corelația acesteia cu fiecare dintre componente. Se observă în Figura 7.1 existența unei corelații pozitive între perechile de compuși 1 – 2, 1 – 3, 1 – 9, 2 – 3, 2 – 9, 3 – 4, 3 – 5, 3 – 9, 4 – 7, 4 – 9, 5 – 9, 7 – 9 ș.a. Perechile de valori 1 – 10, 2 – 10, 3 – 10, 4 – 10, 9 – 10 sunt corelate negativ (orientate în partea opusă a centrului (valoarea *r* este apropiată de -1).

În cazul vinurilor obținute din soiul Sauvignon blanc, au fost extrase 4 componente principale, însumând 92,80 % din variabilitatea datelor inițiale și caracterizate prin valori proprii mai ridicate sau egale cu valoarea 1,0. Se observă astfel o corelație înalt pozitivă între mediile compușilor 1 – 7, 1 – 9, 3 – 4, 3 – 9, 6 – 7, 7 – 9. O corelație negativă poate fi observată în cazul perechilor de variabile 2 – 6 și 2 – 9.

Monitorizarea evoluției concentrației unor compuși fenolici în timpul fermentației alcoolice la probele obținute din soiul Fetească regală/ Monitoring the evolution of some phenolic compounds during alcoholic fermentation of Fetească regală wines

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	Concentrații (μg/mL)					
							V1	V2	V3	V4	V5	V6
I							II					
1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,51±0,07	0,72±0,10	0,74±0,15	0,50±0,25	0,49±0,10	0,36±0,04
3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,03±0,05	0,07±0,25	0,09±0,09	0,07±0,15	0,09±0,15	nd
4	0,35±0,10	0,35±0,15	0,35±0,12	0,25±0,10	0,35±0,16	0,32±0,10	0,29±0,10	0,32±0,20	0,38±0,13	0,35±0,15	0,35±0,05	0,28±0,00
5	0,28±0,10	0,26±0,11	0,20±0,20	0,25±0,05	0,26±0,10	0,24±0,06	0,32±0,15	0,54±0,10	0,65±0,10	0,54±0,10	0,45±0,10	0,39±0,02
6	0,18±0,15	0,20±0,07	0,12±0,08	0,14±0,15	0,12±0,04	0,14±0,10	0,06±0,25	0,03±0,15	0,04±0,00	nd	nd	nd
7	13,40±0,13	13,35±0,25	12,24±0,04	12,36±0,05	11,8±0,10	6,68±0,05	13,7±0,01	13,4±0,07	21,64±0,20	11,71±0,09	11,76±0,23	7,64±0,10
8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,76±0,01	0,65±0,02	0,61±0,01	0,73±0,01	0,60±0,05	0,47±0,01
10	0,23±0,02	0,61±0,01	0,21±0,02	0,30±0,21	0,16±0,02	0,19±0,00	2,75±0,03	2,59±0,01	2,43±0,06	2,70±0,05	3,14±0,08	2,19±0,01
III							IV					
1	16,73±0,10	nd	nd	nd	nd	nd	18,59±0,31	nd	nd	nd	nd	nd
2	0,15±0,15	0,8±0,20	0,81±0,18	0,57±0,20	0,5±0,15	0,45±0,35	0,83±0,24	0,89±0,10	0,73±0,15	0,57±0,16	0,51±0,19	0,39±0,13
3	0,45±0,01	0,06±0,015	nd	nd	0,06±0,10	0,00±0,05	0,49±0,42	nd	nd	nd	0,03±0,15	nd
4	nd	0,23±0,10	0,27±0,08	0,24±0,15	0,25±0,105	0,23±0,10	0,53±1,10	0,23±0,80	0,22±1,25	0,25±2,38	0,25±0,97	0,20±0,45
5	0,7±0,08	0,79±0,05	0,68±0,17	0,77±0,10	0,66±0,15	0,55±0,10	0,67±0,64	0,75±0,13	0,66±0,15	0,72±1,10	0,68±1,15	0,51±0,15
6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
7	13,32±0,17	13,52±0,19	12,76±0,21	12,10±0,15	11,88±0,15	10,67±0,15	12,93± 2,15	13,31±1,10	12,46±0,75	11,78±0,90	11,63±1,15	8,53±1,10
8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,28±0,64	2,00±0,25	0,97±0,25	0,53±0,35	0,78±0,15	0,46±0,10
9	nd	1,16±0,02	1,04±0,01	1,06±0,05	1,28±0,10	1,18±0,05	0,86±0,01	1,39±0,00	1,22±0,01	1,28±0,02	1,46±0,00	1,17±0,03
10	nd	3,11±0,14	3,04±0,07	3,03±0,09	3,32±0,00	3,16±0,04	0,27±0,01	3,16±0,13	3,38±0,04	3,50±0,04	3,76±0,00	3,63±0,03

I - acid caftric; 2 - acid cafeic; 3 - Acid *p*-cumaric; 4 - Acid ferulic; 5 - Acid galic; 6 - Quercitină; 7 - Acid protocatehic; 8 - Acid clorogenic; 9 - *Trans*-resveratrol; 10 - *Cis*-resveratrol.

I, II, III, IV – Stadiul fermentației alcoolice (ziua 1, 3, 6, 9); V - Proba de vin rezultată; VI - Variante tratate cu bentonită; nd - nedetectat.

C - compus identificat; V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®+bentonită, AEB; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită. Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat.

Evaluarea concentrației unor compuși fenolici în vinurile Fetească regală obținute/ Evaluation of the concentration of some phenolic compounds in Fetească regală wines

C	T _R (min)	Concentrații (µg/mL)												p
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	
1	3,54	7,81±0,43 ^a	nd	nd	nd	nd	nd	7,61±0,30 ^a	nd	nd	nd	nd	nd	0,0000
2	5,60	3,28±0,17 ^d	1,17±0,48 ^c	1,07±0,10 ^c	0,61±0,82 ^a	0,70±0,05 ^{ab}	0,52±0,03 ^a	3,28±0,10 ^d	1,01±0,02 ^c	0,96±0,14 ^{bc}	0,59±0,12 ^a	0,65±0,08 ^a	0,51±0,01 ^a	0,0000
3	9,48	0,28±0,03 ^a	0,17±0,37 ^a	0,15±0,05 ^a	0,07±0,28 ^a	0,26±0,05 ^a	0,06±0,00 ^a	0,27±0,03 ^a	0,16±0,00 ^a	0,16±0,00 ^a	0,06±0,14 ^a	0,18±0,00 ^a	0,09±0,00 ^a	ns
4	12,8	0,46±0,06 ^a	0,41±0,26 ^a	0,41±0,03 ^a	0,41±0,01 ^a	0,43±0,03 ^a	0,33±0,00 ^a	0,47±0,05 ^a	0,44±0,16 ^a	0,47±0,02 ^a	0,44±0,00 ^a	0,44±0,12 ^a	0,41±0,00 ^a	ns
5	1,50	1,00±0,01 ^e	0,88±0,02 ^e	0,85±0,02 ^c	0,78±0,15 ^{bc}	0,87±0,10 ^c	0,64±0,00 ^a	0,80±0,00 ^{bc}	0,65±0,05 ^a	0,83±0,04 ^{bc}	0,75±0,05 ^b	0,80±0,02 ^{bc}	0,62±0,02 ^a	0,0000
6	26,8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-
7	2,80	11,04±0,23 ^b	11,04±0,15 ^b	10,01±0,75 ^a	10,02±0,45 ^a	10,01±0,10 ^a	9,24±0,02 ^e	11,74±0,00 ^c	10,27±0,03 ^a	12,93±0,20 ^e	10,40±0,14 ^a	11,39±0,14 ^{bc}	8,55±0,05 ^e	0,0000
8	5,62	2,10±0,01 ^e	3,01±0,17 ^e	1,21±0,01 ^d	0,77±0,03 ^{bc}	0,94±0,15 ^e	0,80±0,03 ^c	1,53±0,02 ^e	2,60±0,00 ^e	1,11±0,10 ^d	0,64±0,03 ^a	0,78±0,05 ^c	0,65±0,05 ^{ab}	0,0000
9	1,5	2,12±0,02 ^e	1,43±0,04 ^d	1,13±0,01 ^e	1,00±0,01 ^a	1,33±0,10 ^e	0,29±0,01 ^e	1,93±0,02 ^e	1,34±0,00 ^b	1,35±0,03 ^{bd}	1,30±0,00 ^b	1,44±0,12 ^e	0,98±0,01 ^a	0,0000
10	2,3	2,42±0,00 ^a	3,42±0,10 ^b	3,83±0,09 ^c	3,81±0,06 ^c	3,91±0,09 ^e	3,81±0,01 ^c	2,33±0,00 ^a	3,37±0,09 ^b	3,46±0,03 ^{bc}	3,56±0,10 ^{cd}	3,63±0,06 ^e	3,59±0,01 ^d	0,0000

1 - Acid caftaric; 2 - Acid cafeic; 3 - Acid *p*-cumaric; 4 - Acid ferulic; 5 - Acid galic; 6 - Quercitină; 7 - Acid protocatehic; 8 - Acid clorogenic; 9 - *Trans*-resveratrol; 10 - *Cis*-resveratrol.

I, II, III, IV - Stadiul fermentației alcoolice (ziua 1, 3, 6, 9); V - Proba de vin rezultată; VI - Variante tratate cu bentonită; nd - nedetectat.

V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistică semnificativă ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență statistică semnificativă față de toate variantele analizate; ns - ne semnificativ ($p > 0,05$).

Monitorizarea concentrației unor compuși fenolici în timpul fermentației alcoolice la probele obținute din soiul Sauvignon blanc/ Monitoring the evolution of some phenolic compounds during alcoholic fermentation

Sauvignon blanc wines

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Concentrații (µg/mL)												
	I						II					
1	0,21±0,02	0,36±0,03	0,33±0,15	nd	0,19±0,10	0,16±0,01	0,43±0,05	0,42±0,05	0,46±0,00	0,39±0,01	0,33±0,01	0,17±0,02
2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	0,16±0,06	0,16±0,05	0,20±0,05	0,17±0,01	0,17±0,02	0,20±0,03	0,17±0,07	0,18±0,15	0,21±0,00	0,17±0,04	0,17±0,02	0,20±0,00
6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,17±0,10	nd	0,17±0,02	nd	nd	nd
7	0,20±0,05	0,35±0,02	0,32±0,05	nd	0,19±0,01	0,16±0,00	0,43±0,02	0,41±0,07	0,47±0,15	0,39±0,15	0,331±	0,17±0,01
8	10,74±0,02	11,21±0,01	12,17±0,03	10,32±0,15	10,73±0,02	10,18±0,01	11,82±0,10	10,44±0,00	10,18±0,04	11,16±0,05	10,12±0,10	9,17±0,12
9	nd	0,19±0,03	nd	nd	nd	nd	0,19±0,00	0,12±0,00	nd	nd	nd	nd
10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	III						IV					
1	0,53±0,10	0,51±0,15	0,48±0,07	0,43±0,10	0,42±0,04	0,24±0,02	0,42±0,10	0,39±0,14	0,39±0,03	0,31±0,09	0,38±0,00	0,13±0,01
2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	0,22±0,05	0,20±0,06	0,20±0,05	0,21±0,09	0,18±0,02	0,25±0,03	0,33±0,25	0,25±0,06	0,28±0,14	0,23±0,03	0,20±0,00	0,28±0,02
6	0,19±0,07	0,09±0,04	0,18±0,10	0,07±0,05	0,09±0,05	nd	0,18±0,10	0,12±0,09	0,26±0,15	0,12±0,05	0,07±0,00	0,05±0,01
7	0,53±0,08	0,51±0,15	0,49±0,12	0,44±0,05	0,43±0,02	0,24±0,00	0,42±0,13	0,39±0,10	0,37±0,02	0,32±0,15	0,39±0,01	0,13±0,00
8	12,62±0,15	11,64±0,10	9,29±0,15	12,15±0,15	10,35±0,01	9,56±0,02	12,75±0,15	11,79±0,13	9,49±0,07	12,69±0,09	10,27±0,01	10,06±0,03
9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,10±0,18	0,40±0,15	nd	0,20±0,01	nd	nd
10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

I - Acid *p*-cumaric; 2 - Acid caftaric; 3 - Acid cafeic; 4 - Acid ferulic; 5 - Acid galic; 6 - Acid gentisic; 7 - Acid siringic; 8 - Acid protocatehic; 9 - *Trans*- resveratrol; 10 - *Cis*-resveratrol.

I, II, III, IV – Stadiul fermentației alcoolice (ziua 1, 3, 6, 9); V – Proba de vin rezultată; VI – Variante tratate cu bentonită; nd – nedetectat.

V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită. Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat.

Tabelul 7.7/ Table 7.7

Evaluarea concentrației unor compuși fenolici în vinurile obținute din soiul Sauvignon blanc/ Evaluation of the concentration of some phenolic compounds in Sauvignon blanc wines

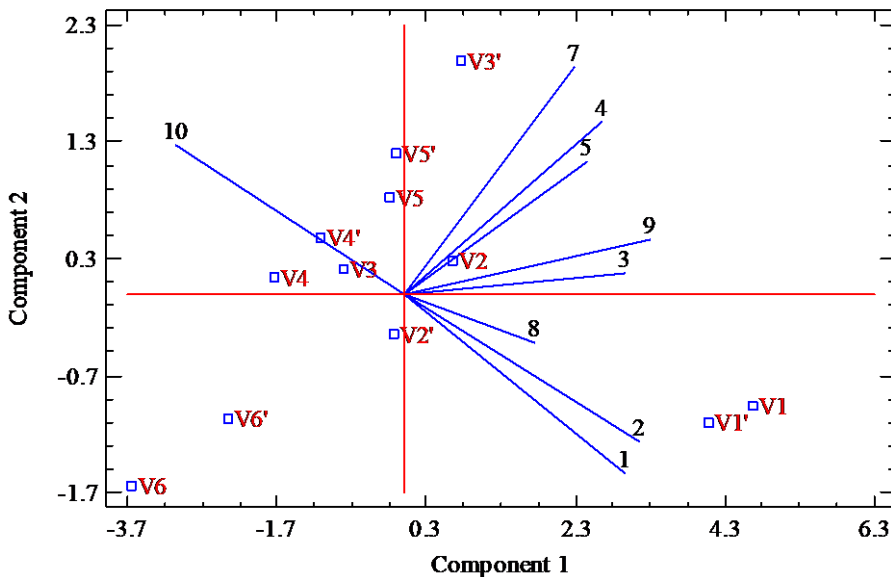
C	T _R (min)	Concentrații (μg/mL)												p
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	
1	9,48	0,36±0,00 ^{cd}	0,33±0,08 ^c	0,34±0,01 ^{cd}	0,24±0,04 ^b	0,39±0,03^d	0,20±0,03 ^{ab}	0,31±0,01 ^c	0,32±0,03 ^c	0,33±0,00 ^c	0,20±0,01 ^{ab}	0,36±0,00^{cd}	0,15±0,00 ^a	0,0000
2	3,54	7,34±0,05 ^a	nd	2,69±0,06 [*]	6,93±0,23 [*]	7,23±0,02 ^{ab}	9,80±0,05[*]	7,16±0,03 [*]	nd	nd	6,56±0,02 [*]	7,17±0,01 [*]	10,48±0,02^a	0,0000
3	5,6	3,02±0,23 ^d	4,95±0,08[*]	4,49±0,05 [*]	2,33±0,15 ^{bc}	2,55±0,00 [†]	1,14±0,04 ^a	2,96±0,05 ^d	4,73±0,05[†]	nd	2,27±0,05 ^b	2,44±0,02 ^c	1,18±0,05 ^a	0,0000
4	12,8	0,35±0,01 ^{de}	0,37±0,01^e	0,34±0,01 ^{cde}	0,26±0,02 ^b	0,32±0,02 ^{cd}	0,18±0,02 ^a	0,33±0,01 ^{cde}	0,35±0,03^d	nd	0,26±0,01 ^b	0,31±0,03 ^c	0,19±0,02 ^a	0,0000
5	1,5	0,35±0,10^e	0,22±0,02 ^{bcd}	0,25±0,02 ^{cd}	0,27±0,09 ^d	0,17±0,00 ^{ab}	0,28±0,01 ^{de}	0,24±0,05 ^{bcd}	0,19±0,02 ^{abc}	0,27±0,03[†]	0,17±0,00 ^{ab}	0,12±0,00 ^a	0,19±0,03 ^{abc}	0,0001
6	3,52	0,24±0,00 [†]	0,26±0,01 [†]	0,30±0,01[†]	0,16±0,00 [†]	0,12±0,02 [†]	0,10±0,00 ^a	0,14±0,02 [†]	0,19±0,00 [†]	0,22±0,02[†]	0,10±0,00 ^a	0,09±0,00 ^a	0,05±0,01 [†]	0,0000
7	8,4	0,36±0,01 ^f	0,30±0,00 ^{de}	0,34±0,10 ^{ef}	0,23±0,00 ^{cd}	0,38±0,00^f	0,13±0,00 ^b	0,19±0,05 ^c	0,27±0,02^d	0,27±0,01^d	0,10±0,02 ^{ab}	0,22±0,00 ^{cd}	0,07±0,00 ^a	0,0000
8	2,8	13,75±0,15[†]	12,64±0,12 [†]	9,99±0,02 [†]	12,89±0,23 [†]	10,68±0,01 [†]	10,47±0,04 [†]	7,22±0,06 ^a	9,75±0,05[†]	7,98±0,02 [†]	8,67±0,01 ^b	7,28±0,05 ^a	8,78±0,02 ^b	0,0000
9	1,5	2,39±0,15 ^{de}	2,50±0,05^{fg}	2,35±0,05 ^{cd}	2,20±0,02 ^{ab}	2,39±0,05 ^{de}	2,22±0,05 ^{ab}	2,28±0,05 ^{bc}	2,57±0,05^g	2,29±0,00 ^{bc}	2,15±0,01 ^a	2,47±0,05 ^{ef}	2,01±0,04 [†]	0,0000
10	2,3	2,96±0,05^{cd}	2,55±0,05 ^a	2,92±0,02 ^{cd}	2,98±0,05 ^d	3,21±0,10 ^c	2,77±0,05 [*]	2,99±0,04 ^d	2,67±0,02 ^b	2,68±0,03 ^b	2,90±0,03 ^c	3,21±0,02^e	2,62±0,00 ^{ab}	0,0000

1 - Acid *p*-cumaric; 2 - Acid caftaric; 3 - Acid cafeic; 4 - Acid ferulic; 5 - Acid galic; 6 - Acid gentisic; 7 - Acid siringic; 8 - Acid protocatehic; 9 - *Trans*-resveratrol; 10 - *Cis*-resveratrol.

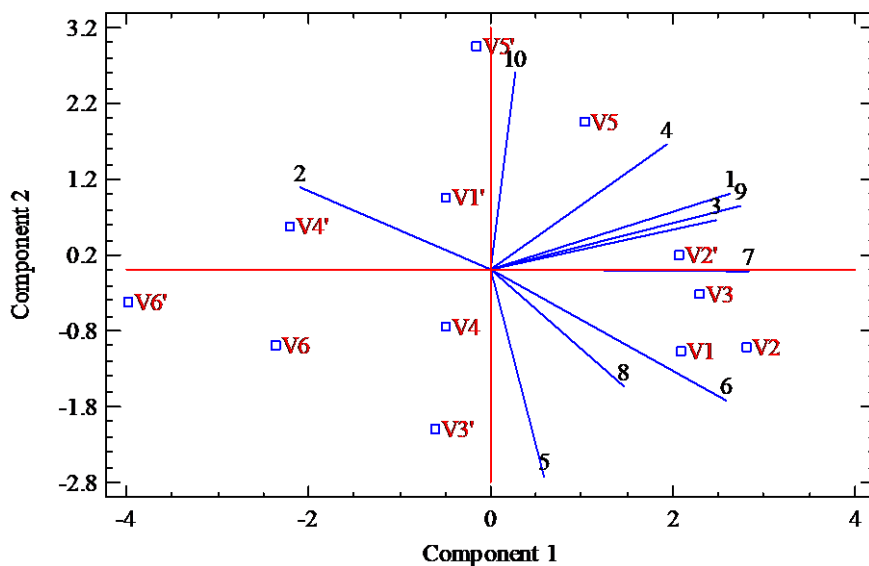
I, II, III, IV - Stadiul fermentației alcoolice (ziua 1, 3, 6, 9); nd - nedetectat.

V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă din punct de vedere statistic ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență statistică semnificativă față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).



a.
 1 - Acid *p*-cumaric; 2 - Acid caftaric; 3 - Acid cafeic; 4 - Acid ferulic; 5 - Acid galic; 6 - Acid gentisic; 7 - Acid siringic; 8 - Acid protocatehic; 9 - *Trans*- resveratrol; 10 - *Cis*-resveratrol.



b.
 1 - Acid *p*-cumaric; 2 - Acid caftaric; 3 - Acid cafeic; 4 - Acid ferulic; 5 - Acid galic; 6 - Acid gentisic; 7 - Acid siringic; 8 - Acid protocatehic; 9 - *Trans*- resveratrol; 10 - *Cis*-resveratrol.

Figura 7.1: Analiza componentelor principale pentru compușii fenolici identificați: a - Fetească regală; b - Sauvignon blanc
 Figure 7.1: Principal components analysis for identified phenolic compounds: a - Fetească regală; b - Sauvignon blanc

7.4. Influența tratamentelor enzimatiche asupra evoluției aminoacizilor din probele experimentale obținute

Aminoacizii din vin pot rezulta din degradarea proteinelor din struguri, în urma metabolismului levurilor și bacteriilor lactice și din autoliza levurilor și bacteriilor. Profilul și concentrația acestor compuși în vinuri pot fi influențate de mai mulți factori, cum ar fi soiul de struguri, tehnologia de cultivare (de exemplu, aplicarea tratamentelor cu azot) și de vinificație (de exemplu, procesul de macerare-fermentare), în urma reacțiilor de aminare și transaminare a aldehidelor și cetonelor etc. Aminoacizii manifestă o importanță deosebită asupra formării și dezvoltării aromelor vinului (constituie precursori metabolici ai alcoolilor superiori, acizilor volatili și esterilor) și reprezintă elemente majore în determinarea autenticității și tipicității băuturilor. Cantități insuficiente în astfel de compuși pot genera o fermentație incompletă și modificări nedorite în vin, cum ar fi producerea de hidrogen sulfurat și un conținut crescut de acid acetic (McKinnon, 2013). De asemenea, concentrația aminoacizilor constituie un criteriu important de clasificare a vinurilor, în funcție de caracteristicile de compoziție (Callejón ș.a., 2010; Martínez-Pinilla ș.a., 2013; Perreira ș.a., 2015). Majoritatea studiilor care au urmărit nivelul aminoacizilor din vin au vizat clasificarea și diferențierea acestora în funcție de soi, vârstă și tehnologiile de vinificație aplicate și pentru evaluarea autenticității și tipicității (Martínez-Pinilla ș.a., 2013; Miras-Avalos ș.a., 2019; Soufleros ș.a., 2003). De asemenea, a fost studiat efectul suplimentării cu aminoacizi asupra calității vinului (Garde-Cerdan, 2008; Hernández-Orte ș.a., 2006; Wang ș.a., 2016). Mai mult, influența diferitelor levuri asupra nivelului de aminoacizi din vin constituie o temă de interes pentru cercetători (Mandl ș.a., 2017). Evoluția aminoacizilor în timpul fermentației alcoolice a vinurilor este încă puțin studiată și rămâne un subiect de cercetare deschis.

În urma evaluării conținutului în aminoacizi din probele experimentale obținute au fost identificați 22 de astfel de compuși, după cum se prezintă în Tabelele 7.8 și 7.9. Pentru a evidenția care sunt mediile diferite din punct de vedere statistic, analiza post hoc LSD indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă ($p > 0,5$) (notate cu litere superscript).

Arginina constituie unul dintre cei mai importanți compuși cu azot din vin (de Orduna ș.a., 2001). În probele experimentale obținute din Fetească regală, conținutul de arginină a scăzut la începutul procesului fermentativ, urmând ca nivelul acesteia să crească iarăși spre sfârșitul fermentației alcoolice. V2 și V4 au arătat aceeași tendință de evoluție, pe când în celelalte variante au existat variații în funcție de tipul de enzimă administrat. În probele finale, nivelul acestui compus a variat de la 400,27 mg/L (V1) la 180,50 mg/L (V3).

În ceea ce privește variantele obținute din soiul Sauvignon blanc, arginina a înregistrat aceeași tendință de evoluție la probele V1, V2 și V5. Aici, arginina a fost consumată de către levuri în prima parte a fermentației, a atins o concentrație maximă

la mijlocul procesului fermentativ și manifestă o ușoară scădere spre finalul acestuia. În cazul variantelor V4 și V6, nivelul acestui compus a crescut în toate fazele fermentației alcoolice. Vinurile Sauvignon blanc au prezentat cea mai ridicată concentrație în acest compus în varianta V4 (18,75 mg/L), urmată de V5 (18,32 mg/L), iar cea mai mică valoare a prezentat-o proba V1.

O bună parte din conținutul în **lizină** poate rezulta din metabolismul levurilor (Mandl ș.a., 2017) însă nu este preferată ca sursă de azot de levurile *Saccharomyces cerevisiae* (McKinnon, 2013). Lizina a urmat aceeași tendință (scădere, apoi creștere a conținutului după mijlocul fermentației alcoolice) la majoritatea probelor Fetească regală, cu excepția variantei V1 și V5. Vinurile au înregistrat cel mai ridicat conținut la proba V4 (14,93 mg/L), urmat de V1 (13,76 mg/L), iar cel mai scăzut nivel de lizină a fost identificat în varianta V5 (7,33 mg/L).

Lizina a fost consumată de către levuri și bacterii în prima parte a fermentației la probele Sauvignon blanc, urmând ca nivelul acesteia să crească spre sfârșitul procesului. Astfel, nivelul lizinei din probele finale a variat de la 10,03 mg/L în V3, până la 5,83 mg/L în V1.

Nivelul **histidinei** din variantele obținute din soiul Fetească regală a prezentat diferite variații, în funcție de tipul tratamentului enzimatic aplicat. Probele finale au arătat un conținut între 55,71 mg/L la V1 și 6,85 mg/L histidină în varianta V3. Evoluția histidinei urmează aceeași direcție la majoritatea probelor Sauvignon blanc, consumându-se cantități importante în prima fază a procesului fermentativ și crescând apoi semnificativ spre finalul acestuia. Vinurile Sauvignon blanc au arătat cel mai mare conținut în cazul variantei V2 (0,14 mg/L), urmând ca cel mai redus nivel să fie înregistrat la proba V6 (0,01 mg/L).

În cazul compusului **cisteină**, un aminoacid cu grupare –SH, rezultat în urma reacției serinei cu sulful anorganic (Cotea ș.a., 2009), variantele V1 și V2 au urmat aceeași tendință de evoluție. La fel au evoluat și probele V1 și V3 pentru compusul cistină, considerat a fi un dimer al cisteinei (Cotea ș.a., 2009). În cazul compusului cisteină, concentrațiile vinurilor în acest aminoacid au scăzut de la 0,11 mg/L (V1, V3 și V5) până la 0,04 mg/L (V2). Nivelul cisteinei în vinurile Fetească regală a fost relativ redus, variind de la 0,15 mg/L în V1 și până la 0,06 mg/L în cazul variantei V5. În probele V4, V5, V6 nu s-au identificat compușii histidină, cisteină și cistină.

În ceea ce privește evoluția cisteinei la soiul Sauvignon blanc, aceasta s-a consumat în prima etapă a fermentației alcoolice și a manifestat creșteri importante în cea de-a doua, în cazul probelor V2 și V5. Restul probelor au înregistrat o reducere inițială a conținutului, urmată de o creștere spre mijlocul procesului fermentativ și consumarea unei cantități importante spre final. În probele finale, cea mai mare concentrație a fost de 0,14 mg/L (V2), urmată de 0,11 mg/L (V4). La probele Fetească regală, compusul a fost asimilat aproape în totalitate în cazul variantei V6 (0,01 mg/L). Nivelul cisteinei a scăzut semnificativ în cea de-a doua fază a fermentației alcoolice, la majoritatea probelor, excepție făcând V4. În ceea ce privește probele experimentale finale, acestea au prezentat concentrații de la 0,03 mg/L în V1, V3 și V6, până la

0,07 mg/L în V2 și V4. Compușii arginină, lizină, histidină, cisteină și cistină nu au fost identificați în varianta V3.

Glicina a fost identificată în toate fazele fermentației alcoolice la probele Fetească regală, concentrația variind în funcție de tipul de preparat enzimatic administrat; variantele V1 și V2 au urmat aceeași tendință de evoluție, cu scăderea nivelului după prima etapă a fermentației și creșterea succesivă după mijlocul acesteia și până la finalizarea procesului. Vinurile rezultate au arătat cea mai ridicată cantitate de glicină în varianta V1 (13,60 mg/L), urmată de V2 (6,95 mg/L), iar cea mai mică valoare a prezentat-o proba V5 (3,74 mg/L). În cazul probelor Sauvignon blanc, nivelul glicinei a înregistrat creșteri majore pe toată perioada fermentației alcoolice la variantele V3, V5, și V6. De asemenea, se observă aceeași tendință de evoluție la V1 și V4, caracterizată prin scăderea inițială a concentrațiilor și creșterea acestora după mijlocul fazei de fermentație. Cantitatea de glicină din probele finale a variat de la 12,88 mg/L în V3, până la 7,60 mg/L în V4.

Compușii **asparagină** și **glutamină** constituie amidele acizilor aspartic și glutamic (Lehninger, 1987). Similar glicinei, la probele Fetească regală se poate observa aceeași tendință de evoluție a asparaginei în cazul probelor V2, V3 și V6, cu scăderea nivelului în prima fază a procesului fermentativ și creșterea conținutului după mijlocul fermentației. De asemenea, compusul a prezentat aceeași direcție de evoluție în probele V4 și V5, concentrațiile acestuia fiind în continuă creștere. Astfel, în probele finale, nivelul asparaginei a variat de la 55,06 mg/L în cazul variantei V6, până la 36,41 mg/L la V1. În cazul probelor Sauvignon blanc, compusul asparagină a evoluat similar în cazul variantelor V5 și V6, celelalte prezentând fluctuații în funcție de tipul de preparat enzimatic utilizat. Acest compus s-a regăsit în probele finale în cantități diferite, cea mai ridicată concentrație s-a înregistrat în V2 (4,36 mg/L), urmat de V5 (3,85 mg/L), iar cea mică valoare a prezentat-o varianta V6 (2,97 mg/L).

Grupurile de compuși V3 – V6 și V4 – V5 au arătat o tendință similară în evoluția compusului **alanină** la probele Fetească regală. Cea mai ridicată concentrație a fost identificată în proba finală V1 (119,30 mg/L), urmată de V2 (60,35 mg/L), V4 (44,96 mg/L), V6 (42,84 mg/L), V3 (36,17 mg/L) și în final, V1 (29,89 mg/L), cu un nivel de 4 ori mai redus față de prima variantă. Acest compus rezultă din acidul piruvic, fie în urma decarboxilării acidului aspartic, fie prin reacția de transaminare sau în urma intervenției azotului amoniacal (Cotea ș.a., 2009). Concentrațiile probelor de Sauvignon blanc în alanină au crescut concomitent cu perioada de recoltare la majoritatea variantelor, exceptând V1 și V4 care au arătat o reducere inițială a nivelului de alanină, urmată de creșteri succesive după prima etapă a fermentației. În ceea ce privește nivelul alaninei în probele finale, s-au înregistrat valori între 55,74 mg/L (V5) și 41,65 mg/L (V1).

La soiul Fetească regală, **glutamina** a prezentat tendințe similare în cazul variantelor V2, V3 și V4. Vinurile au prezentat concentrații de la 20,78 mg/L în V1 până la 12,43 mg/L în V5. În ceea ce privește probele Sauvignon blanc, glutamina a prezentat creșteri în toate momentele de recoltare la probele V3, V4 și V5. Variantele

V2 și V6 au manifestat inițial o creștere a nivelului în prima etapă a fermentației, fiind puternic asimilat de către bacterii și levuri la finalul procesului. În probele finale, nivelul glutaminei a prezentat cea mai mare valoare în cazul probei V5 (17,77 mg/L), urmat de V2 (cu 17,27 mg/L), iar cea mai mică în V1 (11,07 mg/L). Glutamina este precursor pentru sinteza asparaginei și triptofanului (McKinnon, 2013).

Aminoacidul **serină** rezultă de regulă din glicocol, pe cale enzimatică (Cotea ș.a., 2009). Compusul a manifestat aceeași tendință la majoritatea probelor Fetească regală, excepție făcând varianta V1. Astfel, deși la începutul perioadei de fermentație nivelul acestuia a scăzut, au urmat acumulări succesive până la finalul etapei de fermentație, ajungând până la 19,08 mg/L în vinul V6, urmat de 16,39 mg/L în V4 > 15,04 mg/L în V5 > 13,32 mg/L în V3 > 10,99 mg/L în V2. La Sauvignon blanc, evoluția compusului serină a fost similară în cazul probelor V1, V3, V5 și V6. Cantități ridicate în acest compus au fost identificate și în probele finale (30,37 mg/L în V3 > 30,07 mg/L în V4 > 29,58 mg/L în V2 > 29,58 mg/L în V2 > 25,44 mg/L în V4 > 23,60 mg/L în V1 > 22,04 mg/L în V6).

Valina se formează în urma reacției de aminare a acidului piruvic (Cotea ș.a., 2009) și constituie un precursor al aromei de măr (izobutiraldehidă, acid izobutiric), note fructate (izobutanol), banană (izobutil acetat). Strugurii recoltați la supramaturare pot prezenta cantități ridicate în acest compus (Mandl ș.a., 2017). În prima categorie de probe, aminoacidul valină a prezentat nivelul cel mai ridicat în varianta finală V1 (12,70 mg/L) și cel mai scăzut în V5 (7,82 mg/L). Pentru probele Sauvignon blanc, compusul s-a evidențiat prin creșteri succesive ale concentrației în cazul probelor V3, V5 și V6, rezultând în urma reacțiilor chimice. La celelalte probe, cantități importante au fost consumate de către levuri în prima fază a procesului fermentativ, urmând ca ulterior concentrația valinei să crească în etapa a doua a formării vinului. În ceea ce privește probele finale, în cazul probei V5 s-a evidențiat cel mai mare nivel (14,62 mg/L), iar cel mai mic în V1 (10,25 mg/L).

Leucina constituie un aminoacid esențial (Mandl ș.a., 2017), întâlnit în cantități importante în probele experimentale rezultate. În vin, precursorii leucinei contribuie la formarea aromelor fructate, de nuci (izoaldehidă), banane și pere (acid acetic, esteri izopentilici), gust dulce, lactat (acidul izovaleric) și formarea aromei de fuzel (izoamil alcool) (Hazelwood ș.a., 2008). Similar aminoacidului serină, compușii valină și leucină au prezentat aceeași tendință la probele Fetească regală. În ceea ce privește compusul leucină, proba finală V6 a arătat cea mai mare concentrație (11,66 mg/L), iar V2 a avut cel mai redus conținut (7,27 mg/L). Leucina a indicat același sens de evoluție pentru toate variantele Sauvignon blanc. Astfel, deși la începutul fermentației alcoolice s-au consumat cantități importante ale acestui compus, concentrații semnificative s-au acumulat în partea a doua a procesului fermentativ. În probele finale, nivelul leucinei a variat de la 19,23 mg/L în cazul variantei V2, până la 13,51 mg/L la V6.

Treonina a evoluat la fel pentru probele V2, V3, V4 și V6, în cazul probelor Fetească regală. Vinurile rezultate au prezentat diferențe minore între variantele

obținute, variind de la un conținut de 9,72 mg/L în varianta V4, până la 8,20 mg/L în V1. Aminoacidul menționat provine din sinteza acidului aspartic (Cotea ș.a., 2009). Calea de degradare a treoninei este legată de sinteza glicinei (McKinnon, 2013). În cazul celei de-a doua categorii de probe, variantele V2, V4 și V6 au indicat același sens de evoluție. Cantități importante au fost identificate și în vinurile Sauvignon blanc rezultate, cel mai crescut nivel înregistrându-se în V5 (15,00 mg/L), pe când cea mai mică valoare a fost evidențiată la V6 (11,47 mg/L).

Triptofanul, precursorul vitaminei B₃, reprezintă unul dintre cei mai asimilabili compuși din clasa aminoacizilor de către bacterii și levuri (Cotea ș.a., 2009). Analizând variantele obținute din soiul Fetească regală, concentrațiile compusului triptofan au arătat aceeași direcție de evoluție pentru variantele V2, V3 și V6, dar și în cazul probelor V4 și V5. Valorile acestuia au variat în probele finale de la 1,70 mg/L în V1, până la 0,82 mg/L în V3. Pentru soiul Sauvignon blanc, aminoacidul triptofan a manifestat aceeași tendință de evoluție la grupurile V1, V3 și V4, dar și la V2 și V5. Nivelul compusului triptofan a variat de la 6,12 mg/L în cazul variantei V2, urmat de V3 și V5 (5,17 mg/L). Cea mai mică concentrație a fost identificată în proba V1 (2,86 mg/L), de aproximativ 3 ori mai mică comparativ cu prima.

Izoleucina, alături de leucină și valină, constituie precursori ai alcoolului izobutolic, amilic și azoamilic (Gonzales și Morales, 2017). Izoleucina a înregistrat creșteri succesive pe toată perioada fermentației alcoolice, în majoritatea probelor de Fetească regală, cu excepția variantei V1 unde nivelul acesteia a scăzut spre finalul fazei de fermentație. Cea mai mare concentrație a fost identificată în varianta V1 (13,09 mg/L), ajungând până la 5,89 mg/L în V3, însemnând aproximativ jumătate din nivelul primei probe. Tendința compusului izoleucină, indiferent de varianta Sauvignon blanc studiată, este de a crește succesiv odată cu înaintarea fermentației alcoolice. Astfel, nivelul acumulat în probele finale a variat de la 14,22 mg/L în cazul variantei V2 până la 10,45 mg/L în V1.

Acidul glutamic stă la baza formării acidului succinic (Mandl ș.a., 2017). Pentru prima categorie de probe, acidul glutamic a evoluat în același sens pentru variantele V1, V3 și V5, dar tendințe similare au prezentat și V4 cu V6. Vinurile Fetească regală au arătat cel mai scăzut nivel de acid glutamic în varianta V3 (18,35 mg/L), pe când cea mai mare valoare a prezentat-o proba V1 (30,27 mg/L). La probele Sauvignon blanc, acidul glutamic a arătat același sens de evoluție la probele V1 și V3 și respectiv, V5 și V6. Probele finale s-au remarcat prin cantități ridicate în acest compus, cea mai mare cantitate înregistrându-se în proba V3 (41,26 mg/L), iar cel mai redus în V6 (30,29 mg/L).

Metionina constituie unul dintre compușii cu azot puțin asimilabili de către levuri în timpul fermentației, însă indispensabilă dezvoltării bacteriilor lactice (Cotea ș.a., 2009). Metionina a urmat aceeași tendință de evoluție la variantele V2 – V3, precum și V4 – V6. Vinurile obținute au arătat concentrații relativ reduse ale acestui compus, variind de la 0,98 mg/L în V1 și până la 0,46 mg/L în V1. Pentru Sauvignon blanc, variantele V1, V3 și V4 au indicat aceeași direcție de evoluție.

Nivelul metioninei din vinurile rezultate a variat de la 1,33 mg/L la V3 și V4, urmat de 1,29 mg/L în V5, 1,25 în V2, 1,03 în V1 și respectiv, 0,99 în V6.

Majoritatea probelor de Fetească regală au prezentat aceeași tendință în evoluția **acidului aspartic**, cu excepția variantei V1. Astfel, cantități importante au fost asimilate de către bacterii și levuri în prima fază a procesului fermentativ, urmând ca după mijlocul fermentației nivelul acestuia să înregistreze creșteri. Concentrațiile acestui compus au variat de la 29,43 mg/L (V6) până la 18,84 mg/L (V1). Acest compus poate fi sintetizat de către levuri în urma reacției de aminare a acidului succinic cu azot amoniacal sau din transaminarea pe cale enzimatică a acidului glutamic cu cel succinic (Cotea ș.a., 2009).

Acidul aspartic a prezentat aceeași tendință de evoluție la majoritatea variantelor Sauvignon blanc, excepție făcând V3, cantități importante acumulându-se în faza a doua de fermentație. Concentrațiile acestui compus au variat de la 45,38 mg/L în varianta V5, până la 30,63 mg/L în proba V6.

Tirozina rezultă din fenilalanină (Mandl ș.a., 2017) și constituie precursorul tirozolului (Pomohaci ș.a., 2000). Aceasta este consumată în general de bacteriile lactice și participă la formarea melaninelor (Cotea ș.a., 2009). Pentru soiul Fetească regală, probele V2, V3, V4 și V6 au manifestat aceeași direcție de evoluție. Acestea au prezentat creșteri succesive după etapa a II-a a fermentației. Cea mai ridicată valoare a acestui compus a fost identificată în proba V1 (6,13 mg/L), urmată de V6 (4,18 mg/L), V4 (3,63 mg/L), V2 (3,50 mg/L), V5 (3,01 mg/L) și în final, V3 (2,65 mg/L).

La probele experimentale obținute din soiul Sauvignon blanc, compusul tirozină s-a evidențiat prin reducerea semnificativă a concentrațiilor inițiale în probele experimentale studiate, în urma consumului de către levuri și acumularea ulterioară a acestora odată cu înaintarea fazei de fermentare, indiferent de tipul de tratament enzimatic administrat. În ceea ce privește conținutul probelor finale în tirozină, cea mai ridicată valoare s-a înregistrat în proba V5 (9,30 mg/L), urmată de V3 (8,93 mg/L), V4 (8,60 mg/L), V2 (7,60 mg/L), V6 (6,78 mg/L) și în final, V1 (6,61 mg/L).

Fenilalanina, precursorul acidului feniletic (imprimă aroma de miere vinului) (Cotea ș.a., 2009), a arătat aceeași tendință la majoritatea probelor Fetească regală, înregistrând scăderea inițială a concentrației și creșterea ulterioară, după mijlocul fermentației alcoolice. Astfel, în probele finale, s-au determinat concentrații de la 17,05 mg/L în varianta V1, până la 10,75 mg/L în V2.

Similar tirozinei, fenilalanina a prezentat aceeași evoluție pentru toate variantele Sauvignon blanc. Cei doi aminoacizi menționați participă la formarea compușilor fenolici (Hornsey, 2007). Cantități importante s-au consumat în timpul fermentației alcoolice, însă nivelul acestora a înregistrat noi creșteri în etapa a doua a procesului. Probele finale s-au evidențiat printr-un conținut mare în acest compus, valorile variind de la 27,67 mg/L în varianta V2, până la 17,61 mg/L în V1.

Prolina se formează în urma degradării argininei (McKinnon, 2013). În cazul variantelor Fetească regală, prolina a înregistrat creșteri succesive ale concentrației la variantele V2, V3 și V4, urmând ca la restul probelor nivelul acesteia să varieze în

funcție de tipul de enzimă administrat. În ceea ce privește nivelul prolinei în vinurile Fetească regală, valorile au variat de la 429,08 mg/L în V2, până la 351,73 mg/L în V3. La Sauvignon blanc, s-au evidențiat scăderi succesive ale concentrațiilor de prolină la probele V2, V3 și V4, cantități importante fiind consumate de către levuri în timpul fermentației alcoolice. Mai mult, și variantele V1 și V6 au arătat direcții identice de evoluție, acumulându-se în partea a doua a procesului fermentativ. În prima etapă a fermentației alcoolice se pot asimila concentrații importante ale acestui compus datorită condițiilor parțial aerobe. În ceea ce privește vinurile rezultate, s-au obținut următoarele concentrații: V2 (321,85 mg/L) > V3 (307,06 mg/L) > V5 (303,37 mg/L) > V4 (260,3 mg/L) > V6 (250,75 mg/L) > V1 (224,07 mg/L).

Concentrațiile **4-hidroxiprolinei**, un compus derivat al prolinei (Lehninger, 1987), au variat similar la probele V2 și V3, dar și V4 și V5. Conținutul vinurilor în acest aminoacid a variat de la 3,38 mg/L în V1, până la 2,44 mg/L în V3.

Pentru probele Sauvignon blanc, variantele V1, V2 și V6 au indicat aceeași tendință de evoluție, constând în scăderea inițială a concentrației, atingerea maximumului la mijlocul etapei de fermentație, urmată de o reducere a nivelului spre sfârșitul procesului. Probele V3 și V5 au manifestat o scădere inițială, urmată de creșterea nivelului de 4-hidroxiprolină în cea de-a II-a etapă a fermentației. Nivelul 4-hidroxiprolinei în probele finale a variat de la 6,11 mg/L în V5 până la 4,33 mg/L în V1.

Tratamentul cu bentonită are capacitatea de a reduce nivelul proteinelor din vin cu până la 15 % (Cotea ș.a., 2009). În probele experimentale rezultate, nivelul aminoacizilor a înregistrat ușoare scăderi la majoritatea probelor, cu unele excepții.

Aminoacizii sunt compuși cu reactivitate mare și constituie precursorii multor compuși de aromă, cum ar fi alcoolii superiori, esterii, lactonele, aminele ș.a. Diminuarea concentrației acestora în timpul fermentației se poate datora dezaminării acestora și faptului că participă activ la numeroase reacții chimice (Hornsey, 2007).

Vinurile Fetească regală s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în aminoacizii prolină, arginină și alanină. Similar, unii autori (Valero ș.a., 2003; Agustini ș.a., 2014; Herbert ș.a., 2000; Stines ș.a., 2000; Castor și Archer, 1955) au obținut concentrații ridicate în prolină și arginină. Cei doi compuși nu se consumă în timpul fermentației alcoolice datorită condițiilor anaerobe și ca urmare a metabolismului argininei. Beltran ș.a. (2004) au raportat cantități comparabile ale compusului asparagină (aproximativ 45 mg/L), lizină (16 mg/L) și prolină (aproximativ 500 mg/L).

Vinurile Sauvignon blanc s-au remarcat printr-un conținut ridicat în aminoacizii prolină, alanină, acid glutamic, acid aspartic și respectiv, serină. De cealaltă parte, cele mai mici cantități au fost înregistrate în cazul cistinei și cisteinei.

Burin ș.a. (2016) au demonstrat reducerea nivelului de aminoacizi în urma aplicării diferitelor tratamente de condiționare și stabilizare, cum ar fi administrarea enzimelor pectolitice și a bentonitei. Numeroși autori au monitorizat nivelul compușilor cu azot și variația acestuia în timpul procesului de vinificație (Bergdahl ș.a., 2012; Carrau ș.a., 2008; Jules ș.a., 2004; Pinu ș.a., 2014; Zhang ș.a., 2003). Unii

aminoacizi, cum ar fi tirozina, glicina sau ariginina, nu au fost consumați de către levurile *Saccharomyces cerevisiae* administrate în timpul fermentației alcoolice a probelor Sauvignon blanc, ceea ce confirmă observațiile anterioare făcute asupra vinurilor albe de către Valero ș.a. (2003) și Pinu ș.a. (2014).

În conformitate cu datele prezentate de Cosme ș.a. (2016), sinteza aminoacizilor în struguri are loc, de obicei, la finalul etapei de maturare a acestora, prolina și arginina fiind principalii compuși cu azot identificați, urmați de alanină, acid aspartic și glutamic, în cantități mai reduse.

În concluzie, datele obținute demonstrează o variație importantă a profilului de aminoacizi în funcție de soiul de struguri analizat și de tratamentul enzimatic aplicat. Administrarea tratamentelor enzimatice au determinat diferențe semnificative între concentrațiile principalilor aminoacizi identificați ($p < 0,05$), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele ar prezenta valori egale. Pentru a evidenția care sunt mediile diferite din punct de vedere statistic, analiza post hoc LSD indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă ($p > 0,5$) (notate cu litere superscript). Astfel, mediile obținute au arătat diferențe semnificative între majoritatea perechilor de variabile. Cele mai ridicate concentrații pentru majoritatea compușilor au fost obținute în cazul variantei V1 la soiul Fetească regală și V5 la Sauvignon blanc.

În analiza componentelor principale, în cazul vinurilor Fetească regală, au fost extrase 4 componente principale, însumând 91,63 % din variabilitatea datelor inițiale și caracterizate prin valori proprii mai ridicate sau egale cu valoarea 1,0. În Figura 7.2 se pot observa numeroase corelații pozitive între diferite perechi de compuși, spre exemplu: 1 – 3, 1 – 12, 1 – 15, 1 – 17, 1 – 19, 2 – 9, 3 – 6, 3 – 15, 3 – 16, 3 – 17, 5 – 10, 5 – 14, 6 – 8, 6 – 12, 6 – 19, 6 – 22, 7 – 18, 8 – 9, 8 – 19, 8 – 20, 9 – 11, 9 – 17, 10 – 16, 11 – 17, 12 – 15, 12 – 19, 13 – 18, 14 – 19, 15 – 19, 15 – 22, 16 – 20, 16 – 22, 17 – 19, 17 – 20, 19 – 22, 21 – 22 ș.a.

În cazul probelor Sauvignon blanc, au fost extrase 5 componente principale, însumând 70,89 % din variabilitatea datelor inițiale și caracterizate prin valori proprii mai ridicate sau egale cu valoarea 1,0. Se pot remarca diferite corelații pozitive între mediile variabilelor, cum ar fi: 2 – 13, 3 – 15, 9 – 22, 10 – 20, 10 – 22, 12 – 15, 14 – 20, 18 – 19, 18 – 20 ș.a. De cealaltă parte, corelații negative au fost obținute între variabilele 1 – 15, 1 – 17, 4 – 8, 6 – 13, 6 – 20 ș.a.

Tabelul 7.8/ Table 7.8

Evoluția aminoacizilor pe parcursul fermentației alcoolice la soiul Fetească regală (mg/L)/ The evolution of the aminoacids during the alcoholic fermentation on Fetească regală variety (mg/L)

C	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	285,09 ±0.13	309,23 ±1.66	505,89 ±0.00	525,19 ±0.04	262,77 ±0.51	216,54 ±0.07	238,79 ±0.14	248,46 ±0.24	278,70 ±0.03	238,22 ±0.09	239,45 ±0.01	234,63 ±0.10	230,71 ±0.09	227,13 ±0.18	260,58 ±0.06	261,24 ±0.05	211,67 ±0.00	237,77 ±0.00	247,00 ±0.18	263,56 ±0.05	297,63 ±0.06	274,89 ±0.01	263,42 ±0.00	273,68 ±0.03
2	3,33 ±0.00	2,85 ±0.02	5,38 ±0.01	1,34 ±0.00	2,19 ±0.00	1,29 ±0.00	2,13 ±0.00	2,78 ±0.00	2,05 ±0.00	1,16 ±0.00	2,20 ±0.00	2,54 ±0.00	1,68 ±0.00	1,51 ±0.00	2,42 ±0.00	2,74 ±0.00	1,43 ±0.00	1,50 ±0.00	2,43 ±0.00	2,99 ±0.00	2,30 ±0.00	1,65 ±0.00	2,95 ±0.00	4,14 ±0.00
3	10,25 ±0.01	52,23 ±0.68	187,62 ±0.93	74,85 ±0.07	7,05 ±0.02	2,26 ±0.00	3,06 ±0.01	3,10 ±0.01	5,82 ±0.01	1,75 ±0.00	2,37 ±0.00	1,88 ±0.00	1,49 ±0.00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00
4	0,28 ±0.00	0,13 ±0.00	0,05 ±0.00	0,33 ±0.00	0,12 ±0.00	0,09 ±0.00	0,03 ±0.00	0,09 ±0.00	0,08 ±0.00	0,05 ±0.00	0,07 ±0.00	0,02 ±0.00	0,12 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00
5	0,01 ±0.00	0,01 ±0.00	0,01 ±0.00	0,02 ±0.00	0,00 ±0.00	0,01 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,01 ±0.00	0,01 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00	0,00 ±0.00
6	9,24 ±0.00	7,61 ±0.03	12,51 ±0.03	12,13 ±0.02	7,04 ±0.02	4,54 ±0.00	5,43 ±0.00	5,28 ±0.00	5,43 ±0.00	4,29 ±0.00	4,13 ±0.00	3,69 ±0.00	2,26 ±0.00	1,87 ±0.00	2,33 ±0.00	2,51 ±0.00	1,70 ±0.00	3,13 ±0.01	7,59 ±0.01	6,38 ±0.00	7,13 ±0.01	7,29 ±0.00	10,33 ±0.01	14,67 ±0.00
7	21,17 ±0.01	20,16 ±0.02	24,57 ±0.05	15,76 ±0.01	20,21 ±0.03	19,78 ±0.00	22,03 ±0.00	23,02 ±0.00	19,89 ±0.00	17,97 ±0.00	21,00 ±0.00	21,56 ±0.00	17,90 ±0.01	17,95 ±0.00	19,78 ±0.00	21,91 ±0.01	17,34 ±0.01	19,10 ±0.00	21,14 ±0.00	23,38 ±0.00	23,93 ±0.00	19,95 ±0.01	23,25 ±0.00	25,48 ±0.01
8	25,71 ±0.02	41,50 ±0.37	95,08 ±0.29	43,26 ±0.01	24,03 ±0.03	18,93 ±0.00	23,36 ±0.00	26,95 ±0.00	23,75 ±0.00	17,94 ±0.00	24,71 ±0.01	28,04 ±0.01	19,94 ±0.01	20,34 ±0.00	26,19 ±0.00	30,09 ±0.01	16,75 ±0.00	20,11 ±0.00	26,14 ±0.01	28,43 ±0.00	23,85 ±0.00	22,28 ±0.01	29,10 ±0.00	32,58 ±0.01
9	117,84 ±0.10	144,29 ±1.37	342,33 ±1.19	144,18 ±0.05	129,68 ±0.19	67,48 ±0.00	70,90 ±0.00	73,74 ±0.01	128,54 ±0.01	62,74 ±0.01	74,89 ±0.00	79,71 ±0.02	113,62 ±0.05	75,07 ±0.00	82,75 ±0.00	85,48 ±0.02	116,89 ±0.06	80,99 ±0.00	80,95 ±0.01	81,96 ±0.02	138,75 ±0.01	79,46 ±0.02	84,95 ±0.00	84,80 ±0.01
10	2,80 ±0.00	22,98 ±0.31	67,75 ±0.25	4,39 ±0.00	3,47 ±0.01	1,82 ±0.00	2,31 ±0.00	2,68 ±0.00	3,32 ±0.00	1,65 ±0.00	2,28 ±0.00	2,71 ±0.00	2,74 ±0.00	1,68 ±0.00	2,29 ±0.00	3,01 ±0.00	2,55 ±0.00	1,96 ±0.00	2,60 ±0.00	3,06 ±0.00	3,77 ±0.00	2,11 ±0.00	3,13 ±0.00	3,81 ±0.00
11	4,16 ±0.00	19,58 ±0.25	52,37 ±0.18	5,87 ±0.00	3,81 ±0.00	2,43 ±0.00	3,57 ±0.00	4,47 ±0.00	3,94 ±0.00	2,23 ±0.00	3,79 ±0.00	4,80 ±0.00	3,31 ±0.00	3,02 ±0.00	4,25 ±0.00	5,62 ±0.00	3,78 ±0.00	3,19 ±0.00	3,79 ±0.00	4,80 ±0.00	4,05 ±0.00	2,66 ±0.00	4,20 ±0.00	4,87 ±0.00
12	1,11 ±0.00	12,87 ±0.17	36,10 ±0.12	1,77 ±0.00	0,93 ±0.00	0,73 ±0.00	1,19 ±0.00	1,58 ±0.00	0,93 ±0.00	0,65 ±0.00	1,12 ±0.00	1,41 ±0.00	0,56 ±0.00	0,66 ±0.00	1,00 ±0.00	1,55 ±0.00	0,67 ±0.00	0,67 ±0.00	1,23 ±0.00	1,68 ±0.00	0,94 ±0.00	0,84 ±0.00	1,65 ±0.00	2,32 ±0.00
13	3,75 ±0.01	29,33 ±0.39	85,84 ±0.34	5,55 ±0.00	3,52 ±0.01	1,67 ±0.01	2,46 ±0.00	2,93 ±0.00	3,98 ±0.00	1,30 ±0.00	2,84 ±0.00	3,62 ±0.00	3,53 ±0.00	2,14 ±0.00	3,13 ±0.00	4,25 ±0.00	3,78 ±0.00	2,05 ±0.00	2,77 ±0.00	3,44 ±0.00	4,20 ±0.00	1,70 ±0.00	3,04 ±0.00	3,94 ±0.00

1 - Arginină; 2 - Lizină; 3 - Histidină; 4 - Cisteină; 5 - Cistină; 6 - Glicină; 7 - Asparagină; 8 - Alanină; 9 - Glutamină; 10 - Serină; 11 - Valină; 12 - Leucină; 13 - Treonină; 14 - Triptofan; 15 - Izoleucină; 16 - Acid glutamic; 17 - Metionină; 18 - Acid aspartic; 19 - Tirozină; 20 - Fenilalanină; 21 - Prolină; 22 - 4-Hidroxi-prolină.

C - compuși identificați; V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită. Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat.

Tabelul 7.8/ Table 7.8

Evoluția aminoacizilor pe parcursul fermentației alcoolice la soiul Fetească regală (mg/L) - continuare/ The evolution of the aminoacids during the alcoholic fermentation on Fetească regală variety (mg/L) - continued

C	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
14	0.40 ±0.00	2.53 ±0.03	6.99 ±0.03	0.33 ±0.00	0.44 ±0.00	0.37 ±0.00	0.56 ±0.00	0.78 ±0.00	0.44 ±0.00	0.33 ±0.00	0.64 ±0.00	0.76 ±0.00	0.38 ±0.00	0.45 ±0.00	0.71 ±0.00	0.83 ±0.00	0.41 ±0.00	0.45 ±0.00	0.65 ±0.00	0.75 ±0.00	0.45 ±0.00	0.43 ±0.00	0.72 ±0.00	0.87 ±0.00
15	0.82 ±0.00	16.50 ±0.22	46.29 ±0.16	2.37 ±0.00	0.81 ±0.00	1.11 ±0.00	2.45 ±0.00	4.06 ±0.00	0.76 0.00	0.94 ±0.00	2.24 ±0.00	3.29 ±0.00	0.51 ±0.00	0.89 ±0.00	2.07 ±0.00	3.56 ±0.00	0.69 ±0.00	0.86 ±0.00	2.27 ±0.00	3.85 ±0.00	0.87 ±0.00	1.32 ±0.00	3.40 ±0.00	5.86 ±0.00
16	23.93 ±0.01	21.08 ±0.18	45.35 ±0.17	16.76 ±0.00	24.93 ±0.04	9.09 ±0.00	7.58 ±0.00	7.52 ±0.00	22.25 ±0.00	6.00 ±0.00	7.76 ±0.00	7.11 ±0.00	19.87 ±0.01	8.66 ±0.00	8.47 ±0.00	8.49 ±0.00	18.16 ±0.00	7.16 ±0.00	9.30 ±0.00	8.08 ±0.00	24.48 ±0.01	11.08 ±0.00	9.77 ±0.00	10.19 ±0.00
17	0.10 ±0.00	0.42 ±0.01	1.23 ±0.01	0.05 ±0.00	0.07 ±0.00	0.06 ±0.00	0.14 ±0.00	0.24 ±0.00	0.07 ±0.00	0.06 ±0.00	0.12 ±0.00	0.21 ±0.00	0.07 ±0.00	0.07 ±0.00	0.15 ±0.00	0.24 ±0.00	0.05 ±0.00	0.07 ±0.00	0.13 ±0.00	0.24 ±0.00	0.09 ±0.00	0.09 ±0.00	0.20 ±0.00	0.34 ±0.00
18	4.29 ±0.00	21.63 ±0.27	62.94 ±0.30	6.16 ±0.00	3.95 ±0.01	2.68 ±0.00	4.22 ±0.00	5.52 ±0.00	4.79 ±0.00	2.19 ±0.00	4.68 ±0.00	5.82 ±0.00	4.40 ±0.00	3.13 ±0.00	5.35 ±0.01	7.27 ±0.00	4.88 ±0.00	3.81 ±0.00	4.84 ±0.00	6.48 ±0.00	5.09 ±0.00	3.71 ±0.00	5.95 ±0.00	7.91 ±0.00
19	0.72 ±0.00	3.50 ±0.04	10.33 ±0.05	2.72 ±0.00	0.77 ±0.00	0.52 ±0.00	0.81 ±0.00	1.13 ±0.00	0.70 ±0.00	0.42 ±0.00	0.86 ±0.00	1.10 ±0.00	0.66 ±0.00	0.62 ±0.00	0.97 ±0.00	1.28 ±0.00	0.60 ±0.00	0.60 ±0.00	0.94 ±0.00	1.22 ±0.00	0.84 ±0.00	0.60 ±0.00	1.05 ±0.00	1.38 ±0.00
20	1.05 ±0.00	8.65 ±0.11	24.30 ±0.12	1.14 ±0.00	1.06 ±0.00	1.05 ±0.00	1.92 ±0.00	2.88 ±0.00	1.19 ±0.00	0.90 ±0.00	2.06 ±0.00	2.98 ±0.00	1.05 ±0.00	1.29 ±0.00	2.36 ±0.00	3.71 ±0.00	1.35 ±0.00	1.29 ±0.00	2.06 ±0.00	3.16 ±0.00	1.37 ±0.00	1.22 ±0.00	2.32 ±0.00	3.20 ±0.00
21	313.06 ±0.18	235.48 ±0.01	228.58 ±0.21	223.05 ±0.02	284.47 ±0.37	290.41 ±0.01	297.17 ±0.05	304.92 ±0.03	295.33 ±0.08	314.81 ±0.01	324.71 ±0.04	347.77 ±0.01	296.24 ±0.15	336.96 ±0.06	357.95 ±0.01	391.55 ±0.23	275.19 ±0.11	380.96 ±0.26	339.55 ±0.03	338.02 ±0.01	310.99 ±0.09	330.38 ±0.05	323.72 ±0.00	325.11 ±0.08
22	5.22 ±0.00	5.05 ±0.01	6.44 ±0.02	7.61 ±0.00	5.73 ±0.01	5.76 ±0.00	5.43 ±0.00	5.69 ±0.00	5.85 ±0.00	6.20 ±0.00	5.75 ±0.00	5.83 ±0.00	4.56 ±0.00	5.31 ±0.00	5.36 ±0.00	5.39 ±0.00	3.47 ±0.00	5.53 ±0.00	6.42 ±0.00	6.50 ±0.00	5.89 ±0.00	6.48 ±0.00	6.49 ±0.00	6.25 ±0.00

I - Arginină; 2 - Lizină; 3 - Histidină; 4 - Cisteină; 5 - Cistină; 6 - Glicină; 7 - Asparagină; 8 - Alanină; 9 - Glutamină; 10 - Serină; 11 - Valină; 12 - Leucină; 13 - Treonină; 14 - Triptofan; 15 - Izoleucină; 16 - Acid glutamic; 17 - Metionină; 18 - Acid aspartic; 19 - Tirozină; 20 - Fenilalanină; 21 - Prolină; 22 - 4-Hidroxi-prolină.

C - compuși identici; V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită. Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat.

Tabelul 7.9/ Table 7.9

Evaluarea concentrației unor aminoacizi în vinurile Fetească regală (mg/L)/ Evaluation of some aminoacids concentration in Fetească regală wines (mg/L)

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
1	400,27 ±0,28 [*]	191,83±1,08 [*]	180,50±0,22 [*]	252,95±0,83 [*]	245,29±0,28 [*]	282,29±1,29 [*]	317,45±0,43 [*]	174,89±0,27 [*]	210,65±0,32 [*]	361,61 ±0,74 [*]	216,50±0,09 [*]	232,89±0,02 [*]	0,0000
2	13,76±0,00 [*]	8,88±0,05 [*]	11,36±0,01 [*]	14,93 ±0,06 [*]	7,33±0,01 [*]	9,65±0,03 [*]	7,83±0,04 [*]	5,62±0,00 [*]	5,05±0,01 [*]	9,10 ±0,00 [*]	4,83±0,00 [*]	6,72±0,03 [*]	0,0000
3	55,71 ±0,19 [*]	7,79±0,04 [*]	6,85±0,02 [*]	12,89±0,05 [*]	9,38±0,00 [*]	13,14±0,08 [*]	41,85 ±0,34 [*]	10,41±0,00 [*]	12,20±0,04 [*]	23,72±0,05 [*]	16,34±0,01 [*]	18,49±0,07 [*]	0,0000
4	0,11 ±0,00 ^b	0,04±0,00 [*]	0,11 ±0,00 ^b	0,09±0,00 ^a	0,11 ±0,00 ^b	0,10±0,00 [*]	0,09±0,00 ^a	0,05±0,00 [*]	0,09±0,00 ^a	0,15±0,00 [*]	0,06±0,00 [*]	0,18 ±0,00 [*]	0,0000
5	0,13±0,00 [*]	0,06±0,00 [*]	0,08±0,00 [*]	0,15 ±0,00 ^b	0,12±0,00 ^a	0,14±0,00 [*]	0,16 ±0,00 [*]	0,15±0,00 ^b	0,07±0,00 [*]	0,12±0,00 ^a	0,12±0,00 ^a	0,20±0,00 [*]	0,0000
6	13,60 ±0,01 [*]	6,95±0,02 ^a	4,06±0,02 [*]	4,93±0,01 [*]	3,74±0,00 [*]	6,91±0,02 ^a	13,74 ±0,03 [*]	5,99±0,02 [*]	5,46±0,00 [*]	10,86±0,03 [*]	10,09±0,01 [*]	12,52±0,04 [*]	0,0000
7	36,41±0,00 [*]	41,37±0,02 [*]	47,48±0,01 [*]	50,86±0,04 [*]	48,43±0,00 [*]	55,06 ±0,01 [*]	52,18±0,07 [*]	44,05±0,08 ^a	47,44±0,02 ^a	70,47±0,10 [*]	62,58±0,02 [*]	73,74 ±0,18 [*]	0,0000
8	119,30 ±0,00 [*]	60,35±0,13 [*]	36,17±0,04 [*]	44,96±0,03 [*]	29,89±0,02 [*]	42,84±0,01 [*]	65,19 ±0,09 [*]	35,61±0,03 [*]	34,42±0,01 [*]	51,64±0,07 [*]	42,65±0,02 [*]	51,81±0,15 [*]	0,0000
9	20,78 ±0,02 [*]	14,05±0,03 [*]	13,29±0,00 [*]	18,43±0,02 [*]	12,43±0,00 [*]	15,75±0,02 [*]	17,35 ±0,03 [*]	9,67±0,02 [*]	9,53±0,00 [*]	12,96±0,01 [*]	11,67±0,00 [*]	14,73±0,05 [*]	0,0000
10	15,04±0,00 [*]	10,99±0,01 [*]	13,32±0,01 [*]	16,39±0,00 [*]	13,94±0,01 [*]	19,08 ±0,02 [*]	20,96 ±0,03 [*]	14,11±0,01 [*]	13,72±0,00 [*]	18,15±0,01 [*]	17,70±0,00 [*]	19,54±0,05 [*]	0,0000
11	12,70 ±0,00 [*]	9,35±0,02 [*]	7,86±0,01 [*]	9,17±0,02 [*]	7,82±0,00 [*]	9,97±0,01 [*]	10,05 ±0,01 [*]	7,10±0,01 [*]	6,70±0,01 [*]	8,60±0,01 [*]	7,79±0,00 [*]	8,98±0,03 [*]	0,0000
12	10,98±0,00 [*]	7,27±0,01 [*]	7,91±0,00 [*]	9,89±0,01 [*]	8,40±0,00 [*]	11,66 ±0,01 [*]	14,64 ±0,01 [*]	8,30±0,02 [*]	8,54±0,00 [*]	11,74±0,03 [*]	10,54±0,01 [*]	12,38±0,04 [*]	0,0000
13	8,20±0,00 [*]	8,71±0,01 [*]	8,53±0,00 [*]	9,72 ±0,01 [*]	9,23±0,00 [*]	9,68±0,01 [*]	8,29±0,01 [*]	7,87±0,01 [*]	8,78±0,00 [*]	10,62±0,01 [*]	9,91±0,00 [*]	10,72 ±0,03 [*]	0,0000
14	1,70 ±0,00 [*]	0,88±0,00 [*]	0,82±0,00 [*]	1,51±0,00 [*]	0,99±0,00 [*]	1,66±0,00 [*]	1,67±0,00 [*]	1,13±0,00 [*]	1,25±0,00 [*]	1,47±0,00 [*]	1,63±0,00 [*]	1,95 ±0,01 [*]	0,0000
15	13,09 ±0,00 [*]	7,70±0,03 [*]	5,89±0,00 [*]	7,41±0,01 [*]	6,28±0,00 [*]	8,72±0,01 [*]	11,01 ±0,01 [*]	6,23±0,01 [*]	6,44±0,00 [*]	8,83±0,02 [*]	7,91±0,01 [*]	9,31±0,03 [*]	0,0000
16	30,27 ±0,02 [*]	21,68±0,05 [*]	18,35±0,01 [*]	22,99±0,03 [*]	21,03±0,01 [*]	24,37±0,01 [*]	34,36 ±0,02 [*]	18,70±0,04 [*]	22,26±0,00 [*]	27,42±0,05 [*]	25,17±0,02 [*]	27,17±0,07 [*]	0,0000
17	0,98 ±0,00 [*]	0,56±0,00 [*]	0,46±0,00 ^a	0,66±0,00 [*]	0,57±0,00 [*]	0,73±0,00 [*]	0,92 ±0,00 [*]	0,46±0,00 ^a	0,47±0,00 [*]	0,69±0,00 [*]	0,63±0,00 [*]	0,74±0,00 [*]	0,0000
18	18,84±0,03 ^a	22,84±0,07 [*]	18,15±0,01 [*]	22,73±0,03 [*]	18,88±0,02 ^a	29,43 ±0,05 [*]	21,09±0,01 [*]	21,68±0,03 [*]	25,73±0,01 [*]	29,03±0,03 [*]	29,75±0,01 [*]	33,05 ±0,10 [*]	0,0000
19	6,13 ±0,01 [*]	3,50±0,01 [*]	2,65±0,00 [*]	3,63±0,01 [*]	3,01±0,00 [*]	4,18±0,00 [*]	6,56 ±0,00 [*]	3,09±0,00 [*]	3,54±0,00 [*]	4,42±0,01 [*]	4,11±0,00 [*]	4,50±0,01 [*]	0,0000
20	17,05 ±0,00 [*]	11,27±0,03 [*]	10,75±0,00 [*]	13,41±0,02 [*]	12,00±0,00 [*]	12,89±0,01 [*]	15,64 ±0,01 [*]	8,69±0,01 [*]	9,80±0,00 [*]	12,51±0,02 [*]	10,50±0,01 [*]	12,19±0,03 [*]	0,0000
21	338,06±0,03 [*]	429,08 ±1,17 [*]	351,73±0,04 [*]	424,47±0,65 [*]	387,17±0,06 [*]	372,46±0,56 [*]	261,84±0,28 [*]	309,36±0,52 [*]	432,37±0,15 [*]	484,83 ±0,51 [*]	434,08±0,04 [*]	458,59±0,85 [*]	0,0000
22	3,38 ±0,00 [*]	2,97±0,01 [*]	2,44±0,00 [*]	2,92±0,01 [*]	2,73±0,00 [*]	2,88±0,01 [*]	3,30±0,00 [*]	2,79±0,01 [*]	4,05±0,00 [*]	4,38±0,01 [*]	4,31±0,00 [*]	4,60 ±0,01 [*]	0,0000

1 - Arginină; 2 - Lizină; 3 - Histidină; 4 - Cisteină; 5 - Cistină; 6 - Glicină; 7 - Asparagină; 8 - Alanină; 9 - Glutamină; 10 - Serină; 11 - Valină; 12 - Leucină; 13 - Treonină; 14 - Triptofan; 15 - Izoleucină; 16 - Acid glutamic; 17 - Metionină; 18 - Acid aspartic; 19 - Tirozină; 20 - Fenilalanină; 21 - Prolină; 22 - 4-Hidroxi-prolină.

C - compuși identicați; V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă din punct de vedere statistic ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență statistică semnificativă față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

Tabelul 7.10/ Table 7.10

Evoluția aminoacizilor pe parcursul fermentației alcoolice la soiul Sauvignon blanc (mg/L) - continuare/ The evolution of the aminoacids during the alcoholic fermentation on Sauvignon blanc variety (mg/L) - continued

C	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	3,15 ±0,00	4,43 ±0,01	3,00 ±0,01	5,15 ±0,01	3,23 ±0,00	4,53 ±0,00	3,58 ±0,00	13,26 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	1,75 ±0,00	3,29 ±0,00	5,73 ±0,02	9,00 ±0,04	1,01 ±0,00	3,51 ±0,03	1,18 ±0,00	4,08 ±0,00	0,41 ±0,01	0,59 ±0,00	1,30 ±0,00	2,66 ±0,00
2	0,25 ±0,01	0,19 ±0,00	0,78 ±0,01	1,43 ±0,00	1,25 ±0,01	0,87 ±0,00	0,49 ±0,00	1,98 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,27 ±0,00	0,15 ±0,00	0,65 ±0,00	4,36 ±0,01	0,34 ±0,00	0,30 ±0,00	1,06 ±0,00	5,91 ±0,00	0,24 ±0,00	0,16 ±0,00	0,88 ±0,00	3,90 ±0,00
3	2,56 ±0,02	2,40 ±0,01	3,06 ±0,00	4,00 ±0,00	2,86 ±0,01	2,15 ±0,00	5,64 ±0,00	8,70 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	4,98 ±0,00	4,19 ±0,00	4,96 ±0,01	15,94 ±0,00	2,81 ±0,01	2,19 ±0,03	3,04 ±0,00	4,98 ±0,00	0,92 ±0,01	1,08 ±0,00	1,60 ±0,01	1,37 ±0,00
4	1,15 ±0,00	0,21 ±0,00	0,25 ±0,00	0,19 ±0,00	0,10 ±0,00	0,07 ±0,00	0,13 ±0,00	0,17 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,22 ±0,00	0,10 ±0,00	0,20 ±0,00	0,17 ±0,00	0,12 ±0,00	0,08 ±0,00	0,05 ±0,00	0,07 ±0,00	0,05 ±0,00	0,01 ±0,00	0,10 ±0,00	0,07 ±0,00
5	0,00 ±0,00	0,03 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,15 ±0,00	0,24 ±0,00	0,11 ±0,00	0,06 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,57 ±0,00	0,33 ±0,00	0,10 ±0,00	0,18 ±0,00	0,07 ±0,00	0,04 ±0,00	0,09 ±0,00	0,05 ±0,00	0,10 ±0,00	0,03 ±0,00	0,16 ±0,00	0,11 ±0,00
6	3,99 ±0,00	3,23 ±0,00	5,31 ±0,03	25,39 ±0,06	6,40 ±0,00	7,00 ±0,00	11,84 ±0,08	10,88 ±0,02	10,79 ±0,02	12,95 ±0,00	32,01 ±0,02	51,96 ±0,14	18,98 ±0,00	10,46 ±0,11	11,13 ±0,02	14,19 ±0,04	2,40 ±0,00	2,92 ±0,01	4,66 ±0,00	7,20 ±0,01	0,19 ±0,00	0,74 ±0,01	3,39 ±0,00	5,32 ±0,01
7	16,9 ±0,00	12,0 ±0,01	23,01 ±0,02	23,13 ±0,03	18,54 ±0,01	26,11 ±0,08	23,36 ±0,08	15,59 ±0,01	30,52 ±0,04	29,26 ±0,02	35,54 ±0,05	32,69 ±0,04	37,75 ±0,01	26,06 ±0,14	21,79 ±0,00	19,57 ±0,00	8,49± ±0,01	10,51 ±0,01	14,78 ±0,01	13,83 ±0,01	6,84± ±0,01	11,49 ±0,00	15,44 ±0,00	13,17 ±0,01
8	11,82 ±0,00	0,04 ±0,00	24,55 ±0,15	63,79 ±0,01	10,82 ±0,00	14,92 ±0,00	32,07 ±0,11	37,30 ±0,01	20,44 ±0,07	30,02 ±0,05	78,08 ±0,04	125,10 ±0,14	23,60 ±0,01	16,96 ±0,07	30,60 ±0,01	50,84 ±0,01	8,74± ±0,01	9,02± ±0,02	25,38 ±0,01	43,36 ±0,00	8,27± ±0,00	10,65 ±0,00	24,68 ±0,01	38,81 ±0,03
9	29,10 ±0,00	0,03 ±0,00	191,60 ±0,72	133,77 ±0,02	38,32 ±0,19	117,47 ±0,00	199,31 ±0,52	173,09 ±0,18	150,33 ±0,26	279,67 ±0,66	536,60 ±0,69	539,98 ±0,58	111,56 ±0,71	121,08 ±0,54	186,97 ±0,05	198,67 ±0,12	49,66 ±0,09	80,72 ±0,05	185,77 ±0,08	200,05 ±0,01	34,88 ±0,00	77,77 ±0,02	166,96 ±0,13	156,97 ±0,03
10	1,37 ±0,00	0,03 ±0,00	4,28 ±0,03	7,00 ±0,01	3,96 ±0,04	4,17 ±0,00	5,98 ±0,04	7,87 ±0,01	12,50 ±0,02	9,53 ±0,01	17,07 ±0,01	39,68 ±0,06	12,00 ±0,02	7,60 ±0,07	4,69 ±0,00	9,98 ±0,01	2,62 ±0,00	1,87 ±0,00	3,59 ±0,00	7,56 ±0,00	2,37 ±0,00	1,78 ±0,00	2,66 ±0,00	5,64 ±0,01
11	0,68 ±0,00	0,47 ±0,00	3,59 ±0,01	9,81 ±0,00	0,61 ±0,00	0,54 ±0,00	2,93 ±0,01	4,82 ±0,00	0,74 ±0,00	0,86 ±0,00	3,52 ±0,00	7,13 ±0,00	0,77 ±0,00	0,64 ±0,00	3,40 ±0,00	7,70 ±0,00	0,53 ±0,00	0,61 ±0,00	3,16 ±0,00	6,87 ±0,01	0,47 ±0,00	0,57 ±0,00	3,02 ±0,00	6,30 ±0,00
12	0,83 ±0,00	0,18 ±0,00	5,02 ±0,00	15,41 ±0,01	0,96 ±0,00	0,65 ±0,00	4,60 ±0,02	7,52 ±0,00	1,60 ±0,00	1,25 ±0,00	4,59 ±0,01	9,77 ±0,00	1,57 ±0,00	0,93 ±0,01	4,58 ±0,00	10,61 ±0,00	0,41 ±0,00	0,40 ±0,00	3,03 ±0,00	7,53 ±0,00	0,38 ±0,00	0,37 ±0,00	2,34 ±0,00	5,83 ±0,01
13	3,53 ±0,00	1,91 ±0,00	2,80 ±0,02	9,06 ±0,00	3,77 ±0,00	2,87 ±0,00	2,40 ±0,03	5,39 ±0,00	3,68 ±0,02	2,88 ±0,00	5,64 ±0,01	12,70 ±0,02	4,07 ±0,02	2,54 ±0,01	0,71 ±0,00	7,67 ±0,01	1,94 ±0,01	2,52 ±0,00	0,80 ±0,00	6,73 ±0,00	1,84 ±0,01	1,18 ±0,00	0,82 ±0,00	5,60 ±0,00

1 - Arginină; 2 - Lizină; 3 - Histidină; 4 - Cisteină; 5 - Cistină; 6 - Glicină; 7 - Asparagină; 8 - Alanină; 9 - Glutamină; 10 - Serină; 11 - Valină; 12 - Leucină; 13 - Treonină; 14 - Triptofan; 15 - Izoleucină; 16 - Acid glutamic; 17 - Metionină; 18 - Acid aspartic; 19 - Tirozină; 20 - Fenilalanină; 21 - Prolină; 22 - 4-Hidroxi-prolină.

C - compuși identicați; V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită. Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat.

Tabelul 7.10/ Table 7.10

Evoluția aminoacizilor pe parcursul fermentației alcoolice la soiul Sauvignon blanc (mg/L) - continuare/ The evolution of the aminoacids during the alcoholic fermentation on Sauvignon blanc variety (mg/L) - continued

	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
14	0,17 ±0,00	0,16 ±0,00	1,40 ±0,00	3,04 ±0,00	0,19 ±0,00	0,27 ±0,00	0,83 ±0,00	1,41 ±0,00	0,62 ±0,00	0,49 ±0,00	3,06 ±0,00	7,63 ±0,01	0,54 ±0,00	0,32 ±0,00	0,87 ±0,00	1,95 ±0,00	0,14 ±0,00	0,15 ±0,00	0,67 ±0,00	1,75 ±0,00	0,11 ±0,00	0,11 ±0,00	0,61 ±0,00	1,20 ±0,00
15	0,68 ±0,00	0,25 ±0,00	4,14 ±0,00	16,91 ±0,05	0,77 ±0,00	0,54 ±0,00	3,98 ±0,02	6,62 ±0,00	1,11 ±0,00	1,30 ±0,00	9,67 ±0,01	24,69 ±0,04	1,24 ±0,00	0,72 ±0,00	3,79 ±0,00	9,13 ±0,00	0,35 ±0,00	0,34 ±0,00	2,43 ±0,00	6,40 ±0,00	0,33 ±0,00	0,33 ±0,00	1,87 ±0,00	6,07 ±0,02
16	28,35 ±0,01	11,93 ±0,01	26,55 ±0,00	50,21 ±0,04	29,57 ±0,02	34,48 ±0,01	23,70 ±0,13	20,23 ±0,00	46,16 ±0,05	45,45 ±0,04	51,53 ±0,05	89,48 ±0,10	55,28 ±0,09	32,39 ±0,24	18,80 ±0,01	27,78 ±0,01	13,27 ±0,02	13,94 ±0,01	13,83 ±0,01	21,54 ±0,01	14,78 ±0,00	15,92 ±0,00	12,88 ±0,01	18,29 ±0,01
17	0,07 ±0,00	0,03 ±0,00	0,23 ±0,00	1,01 ±0,00	0,06 ±0,00	0,07 ±0,00	0,22 ±0,00	0,37 ±0,00	0,08 ±0,00	0,07 ±0,00	0,48 ±0,00	1,66 ±0,00	0,16 ±0,00	0,08 ±0,00	0,18 ±0,00	0,48 ±0,00	0,02 ±0,00	0,02 ±0,00	0,11 ±0,00	0,39 ±0,00	0,02 ±0,00	0,02 ±0,00	0,12 ±0,00	0,31 ±0,00
18	1,89 ±0,00	0,85 ±0,00	10,34 ±0,01	27,65 ±0,02	2,29 ±0,00	1,85 ±0,00	8,71 ±0,06	11,74 ±0,01	4,17 ±0,00	4,57 ±0,01	25,90 ±0,03	64,38 ±0,09	5,68 ±0,00	3,13 ±0,03	7,62 ±0,00	13,29 ±0,04	0,44 ±0,00	0,37 ±0,00	3,21 ±0,00	8,67 ±0,00	0,81 ±0,00	0,49 ±0,00	3,26 ±0,00	8,93 ±0,02
19	0,36 ±0,00	0,21 ±0,00	1,75 ±0,00	5,62 ±0,00	0,36 ±0,00	0,29 ±0,00	1,50 ±0,01	2,02 ±0,00	0,58 ±0,00	0,52 ±0,00	3,73 ±0,00	9,71 ±0,01	0,63 ±0,00	0,39 ±0,00	1,23 ±0,00	2,48 ±0,00	0,12 ±0,00	0,10 ±0,00	0,65 ±0,00	1,78 ±0,00	0,14 ±0,00	0,11 ±0,00	0,69 ±0,00	1,74 ±0,00
20	1,15 ±0,00	0,26 ±0,00	7,21 ±0,01	15,02 ±0,02	0,86 ±0,00	0,56 ±0,00	3,96 ±0,01	7,19 ±0,00	2,95 ±0,00	2,07 ±0,00	14,06 ±0,02	34,93 ±0,03	2,41 ±0,00	1,40 ±0,01	4,00 ±0,00	10,19 ±0,00	0,73 ±0,00	0,49 ±0,00	4,12 ±0,00	10,16 ±0,01	0,76 ±0,00	0,54 ±0,00	3,97 ±0,00	7,82 ±0,00
21	467,62 ±0,01	218,76 ±0,27	487,53 ±0,05	440,41 ±0,00	456,52 ±0,13	447,66 ±0,02	340,03 ±1,43	230,01 ±0,04	681,59 ±0,39	627,85 ±0,30	596,58 ±0,21	591,38 ±0,55	703,03 ±0,35	468,31 ±3,12	259,68 ±0,05	258,89 ±0,02	241,49 ±0,06	205,01 ±0,28	251,50 ±0,20	255,92 ±0,21	285,56 ±0,03	251,90 ±0,22	282,31 ±0,29	252,61 ±0,12
22	9,18 ±0,00	4,50 ±0,00	9,56 ±0,02	7,83 ±0,00	8,52 ±0,00	8,51 ±0,00	6,09 ±0,03	3,82 ±0,00	36,90 ±0,02	31,17 ±0,08	33,75 ±0,05	36,83 ±0,05	46,09 ±0,02	25,01 ±0,28	5,25 ±0,00	4,88 ±0,00	3,95 ±0,00	2,89 ±0,00	3,81 ±0,01	4,28 ±0,01	4,84 ±0,00	3,18 ±0,01	4,03 ±0,01	3,47 ±0,00

I - Arginină; 2 - Lizină; 3 - Histidină; 4 - Cisteină; 5 - Cistină; 6 - Glicină; 7 - Asparagină; 8 - Alanină; 9 - Glutamină; 10 - Serină; 11 - Valină; 12 - Leucină; 13 - Treonină; 14 - Triptofan; 15 - Izoleucină; 16 - Acid glutamic; 17 - Metionină; 18 - Acid aspartic; 19 - Tirozină; 20 - Fenilalanină; 21 - Prolină; 22 - 4-hidroxi-prolină.

C - compuși identicați; V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă martor, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă martor, fără tratament enzimatic+bentonită. Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat.

Tabelul 7.11/ Table 7.11

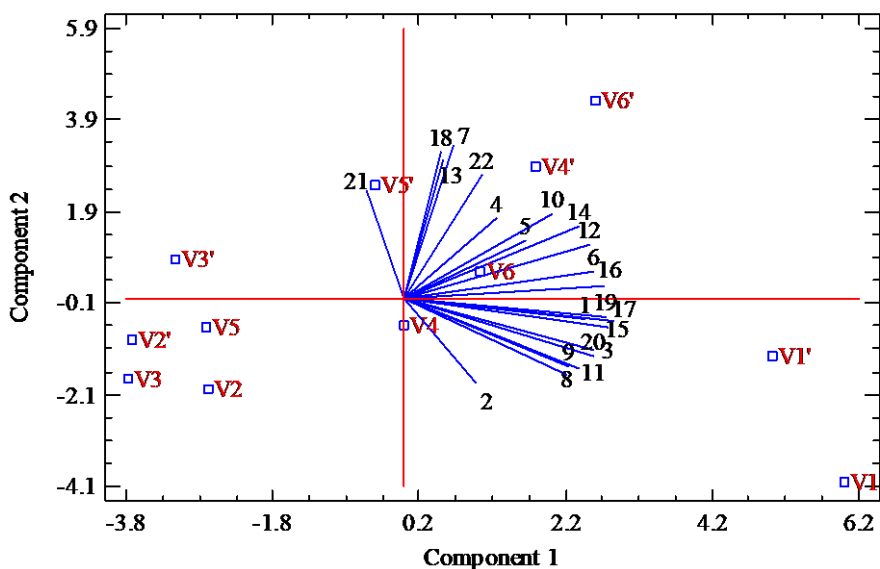
Evaluarea concentrației unor aminoacizi în vinurile Sauvignon blanc (mg/L)/ Evaluation of some aminoacids concentration in Sauvignon blanc wines (mg/L)

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
1	14,67±0,01 ^a	17,39±0,01 ^b	15,07±0,03 ^a	18,75±0,03^d	18,32±0,01 ^{cd}	17,76±0,05 ^{bc}	13,50±0,02 [*]	24,67±0,02^c	20,05±0,04 [*]	24,25±0,01 ^e	15,30±0,05 ^a	21,87±0,12 [*]	0,0000
2	5,83±0,00 [*]	9,56±0,00 [†]	10,03±0,00[*]	8,08±0,03 [*]	9,99±0,01 [*]	5,93±0,00 [*]	7,59±0,02^a	6,80±0,00 [*]	7,14±0,02 [*]	5,82±0,00 ^a	5,44±0,00 [*]	5,57±0,02 [†]	0,0000
3	12,53±0,01 ^a	17,09±0,01[*]	12,49±0,04 ^a	10,93±0,04 [†]	15,30±0,03 [†]	9,46±0,00 [†]	6,17±0,01 [†]	6,52±0,00 [*]	7,88±0,06 [*]	7,52±0,01 [*]	9,29±0,06 ^e	12,50±0,03^a	0,0000
4	0,08±0,00 ^d	0,14±0,00[†]	0,04±0,00 ^b	0,11±0,00 [*]	0,04±0,00 ^b	0,01±0,00 ^a	0,05±0,00 ^e	0,05±0,00 ^e	0,12±0,00[*]	0,07±0,00 [*]	0,01±0,00 ^a	0,08±0,00 ^d	0,0000
5	0,03±0,00 ^b	0,07±0,00[†]	0,03±0,00 ^{bc}	0,07±0,00^c	0,06±0,00 [*]	0,03±0,00 ^b	0,11±0,00[*]	0,04±0,00 ^e	0,04±0,00 ^e	0,02±0,00 ^a	0,02±0,00 ^a	0,07±0,00 ^e	0,0000
6	10,51±0,00 [*]	11,29±0,01 [*]	12,88±0,01[*]	7,60±0,01 [*]	11,10±0,02 [*]	9,25±0,00 [*]	8,70±0,00 [*]	8,62±0,00 [*]	17,70±0,16[†]	7,91±0,04 [†]	13,40±0,03 [†]	17,58±0,00 [*]	0,0000
7	3,11±0,00 ^a	4,36±0,00[†]	3,35±0,00 [*]	3,17±0,00 ^a	3,85±0,01 [*]	2,97±0,00 [*]	1,74±0,00 [*]	6,97±0,00[*]	1,47±0,00 [*]	3,27±0,00 [*]	2,49±0,00 [*]	6,39±0,01 [†]	0,0000
8	41,65±0,00 ^a	48,77±0,03 [*]	53,04±0,04 [*]	41,84±0,00 [*]	55,74±0,06[*]	45,55±0,02 [*]	51,80±0,03 [*]	56,17±0,05[*]	33,23±0,16 [†]	41,62±0,17 ^a	53,86±0,03 [*]	50,77±0,05 [*]	0,0000
9	11,07±0,00 [*]	17,27±0,00 [*]	16,10±0,00 [*]	13,33±0,00 [*]	17,77±0,04[*]	13,21±0,01 [*]	12,22±0,00 [*]	13,29±0,02[*]	7,67±0,03 [*]	11,37±0,01 [*]	11,79±0,01 [*]	11,27±0,02 [*]	0,0000
10	23,60±0,02 ^a	29,58±0,00 [*]	30,37±0,01[*]	25,44±0,01 [*]	30,07±0,06 [*]	22,04±0,01 [*]	25,98±0,02[*]	23,58±0,02 ^a	15,79±0,06 [*]	22,82±0,00 [*]	23,19±0,02 [*]	22,17±0,02 [*]	0,0000
11	10,25±0,00 [*]	13,98±0,01 [*]	13,44±0,00 [*]	12,79±0,00 [*]	14,62±0,03[*]	11,27±0,02 [*]	13,19±0,00[*]	12,26±0,01 [*]	10,38±0,01 [*]	11,33±0,01 [*]	12,55±0,00 [*]	9,85±0,01 [*]	0,0000
12	14,06±0,00 [*]	19,23±0,03[*]	18,30±0,01 ^a	18,33±0,00 ^a	18,61±0,05 [*]	13,51±0,01 [*]	15,18±0,01 [*]	13,32±0,00 [*]	13,88±0,03 [*]	13,14±0,00 [*]	16,36±0,01[*]	14,56±0,01 [*]	0,0000
13	11,99±0,00 [*]	14,93±0,01 [*]	14,22±0,01 [*]	13,74±0,00 [*]	15,00±0,04[*]	11,47±0,01 [*]	12,85±0,01[*]	12,05±0,01 ^a	10,47±0,01 [*]	12,07±0,00 ^{ab}	12,09±0,01 ^b	9,53±0,01 [†]	0,0000
14	2,86±0,00 [*]	6,12±0,00 [†]	5,17±0,00 ^a	5,06±0,00 [*]	5,17±0,02^a	3,70±0,00 [*]	4,31±0,01[†]	4,33±0,00 [*]	3,08±0,00 [*]	4,04±0,00 [*]	4,30±0,00 [*]	2,75±0,00 [†]	0,0000
15	10,45±0,00 [*]	14,22±0,02 [*]	13,64±0,01 [*]	13,56±0,00 [*]	13,86±0,04[*]	10,18±0,01 [*]	11,39±0,00[*]	10,07±0,00 [*]	11,20±0,04 [*]	9,86±0,00 [*]	12,50±0,01 [†]	11,25±0,00 [*]	0,0000
16	32,12±0,01 [†]	39,63±0,04 [*]	41,26±0,01 [*]	39,18±0,01 [*]	38,63±0,09[*]	30,29±0,01 [*]	33,99±0,02^a	34,59±0,03 [*]	30,04±0,01 [*]	33,95±0,00 ^a	34,47±0,02 ^b	34,44±0,01 ^b	0,0000
17	1,03±0,00 [*]	1,25±0,00 [†]	1,33±0,00 ^b	1,33±0,00 ^b	1,29±0,00[*]	0,99±0,00 [*]	1,18±0,00[*]	0,87±0,00 [*]	1,06±0,00 ^a	1,06±0,00 ^a	1,08±0,00 [*]	1,06±0,00 ^a	0,0000
18	32,83±0,03 [†]	40,05±0,05 [*]	44,76±0,01 [*]	41,40±0,04 [*]	45,38±0,10[*]	30,63±0,02 [*]	36,58±0,03[*]	34,19±0,00 [*]	29,13±0,04 [*]	36,17±0,03 [*]	32,97±0,01 [†]	32,02±0,03 [*]	0,0000
19	6,61±0,01 [*]	7,60±0,01 ^b	8,93±0,00 [*]	8,60±0,01 [*]	9,30±0,02[*]	6,78±0,00 [*]	7,41±0,00[*]	6,78±0,00 ^a	7,03±0,01 [*]	7,50±0,00 [*]	7,61±0,00 ^b	6,81±0,01 ^a	0,0000
20	17,61±0,01 [*]	27,67±0,03 [*]	25,53±0,00 [*]	23,46±0,02 [*]	26,89±0,07[*]	20,06±0,02 [*]	23,92±0,00[*]	19,63±0,00 [*]	14,18±0,07 [*]	21,15±0,01 [*]	21,26±0,02 ^a	16,10±0,02 [*]	0,0000
21	224,07±0,33 [*]	321,85±0,13 [*]	307,06±0,04 [*]	260,30±0,37 [*]	303,37±0,35[*]	250,75±0,11 [*]	267,19±0,00[*]	293,86±0,30 [*]	233,80±0,23 [*]	266,42±0,01 [*]	262,64±0,01 [*]	252,12±0,21 [*]	0,0000
22	4,33±0,01 [*]	5,86±0,00 [*]	5,64±0,00 [*]	5,36±0,01 [*]	6,11±0,01[*]	4,74±0,00 [*]	4,65±0,00[*]	5,06±0,00 [*]	3,99±0,01 [*]	4,86±0,00 [*]	5,39±0,00 [*]	4,84±0,00 [*]	0,0000

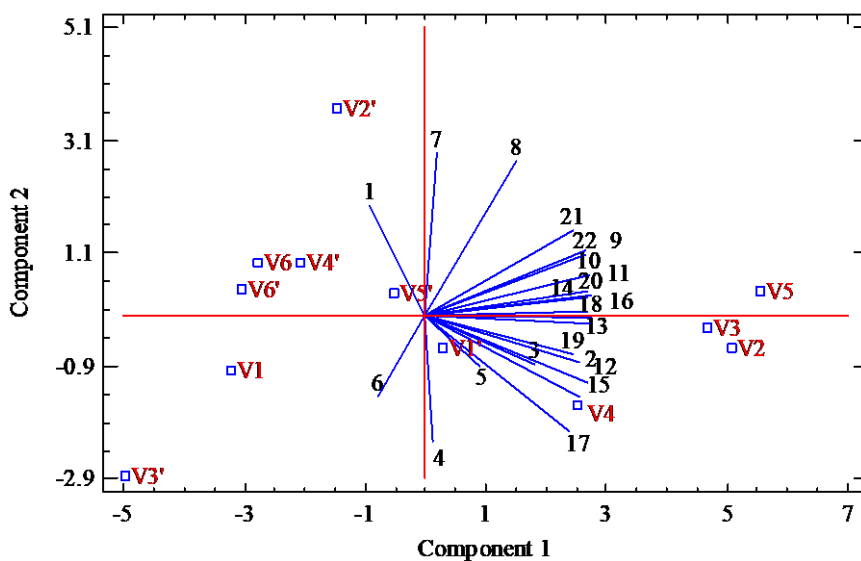
1 - Arginină; 2 - Lizină; 3 - Histidină; 4 - Cisteină; 5 - Cistină; 6 - Glicină; 7 - Asparagină; 8 - Alanină; 9 - Glutamină; 10 - Serină; 11 - Valină; 12 - Leucină; 13 - Treonină; 14 - Triptofan; 15 - Izoleucină; 16 - Acid glutamic; 17 - Metionină; 18 - Acid aspartic; 19 - Tirozină; 20 - Fenilalanină; 21 - Prolină; 22 - 4-hidroxi-prolină.

C - compuși identificați; V1 - Endozym Thiol®, AEB; V2 - Endozym β-Split®, AEB; V3 - Zymovarietal aroma G®, SODINAL; V4 - Endozym Ice®, AEB; V5 - Zimarome®, BSG WINE; V6 - Probă mator, fără tratament enzimatic; V1' - Endozym Thiol®+bentonită, AEB; V2' - Endozym β-Split®, AEB+bentonită; V3' - Zymovarietal aroma G®, SODINAL+bentonită; V4' - Endozym Ice®, AEB+bentonită; V5' - Zimarome®, BSG WINE+bentonită; V6' - Probă mator, fără tratament enzimatic+bentonită.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă din punct de vedere statistic ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență statistică semnificativă față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).



a.



b.

Figura 7.2: Analiza componentelor principale pentru aminoacizii identificați în vinurile obținute: a - Fetească regală; b - Sauvignon blanc
 Figure 7.2: Principal components analysis for identified aminoacids: a - Fetească regală; b - Sauvignon blanc

- 1 - Arginină; 2 - Lizină; 3 - Histidină; 4 - Cisteină; 5 - Cistină; 6 - Glicină; 7 - Asparagină; 8 - Alanină; 9 - Glutamină;
 10 - Serină; 11 - Valină; 12 - Leucină; 13 - Treonină; 14 - Triptofan; 15 - Izoleucină; 16 - Acid glutamic; 17 - Metionină;
 18 - Acid aspartic; 19 - Tirozină; 20 - Fenilalanină; 21 - Prolină; 22 - 4-Hidroxiprolină.

7.5. Influența tratamentelor enzimactice asupra evoluției compușilor volatili din probele experimentale obținute

În urma analizelor realizate prin cromatografie de gaze, în probele experimentale obținute au fost identificați peste 65 de compuși volatili, diferențiat, în funcție de soi. Astfel, în cazul variantelor de Fetească regală, au fost identificați: 25 esteri, 12 alcooli, 12 hidrocarburi, 11 acizi, și alți compuși (compuși carbonilici, terpene, compuși cu azot, fenoli volatili etc.). De cealaltă parte, la probele Sauvignon blanc au predominat compușii din clasa esterilor (20), urmați de alcooli (15), hidrocarburi (16), acizi (7) și alți compuși. Monitorizarea evoluției compușilor volatili în probele experimentale obținute este prezentată în Tabelele 7.12, 7.13, 7.14 și 7.15. Datele înregistrate sunt exprimate în % din aria totală. Compușii volatili identificați pot proveni din materia primă, fiind transferați în must în timpul procesului de vinificare sau se pot forma în timpul fermentației alcoolice, în urma reacțiilor biochimice care au loc în vin.

Acizii organici constituie o grupare principală în compoziția chimică a vinului (Rocha ș.a., 2004). Aceștia își au originea fie din materia primă (de exemplu, acizii malic, tartric, citric), fie rezultă în urma reacțiilor chimice care au loc în timpul procesului fermentativ (fermentație alcoolică și malolactică), ori apar în urma tratamentelor oenologice aplicate (de exemplu, acizii hexanoic, decanoic, lactic, heptanoic, succinic etc.) (Ferreira ș.a., 1995). Acizii grași sunt precursori ai esterilor, terpenelor și alcoolilor. Din punct de vedere olfactiv, majoritatea acizilor grași imprimă de regulă mirosul neplăcut de ranced, lactat, gust acru însă contribuie semnificativ la definirea echilibrului aromatic și a complexității vinurilor, prevenind hidroliza esterilor. Acizii volatili imprimă vinului note lemnoase, de coniac, migdale etc. (Ferreira ș.a., 1995; Zhao ș.a., 2017). Dintre aceștia, acidul acetic se găsește de obicei în asociere cu acizii grași care au masa moleculară ridicată, în formă esterificată în molecule lipidice (Christie și Han, 2010).

Principali acizi identificați în probele Fetească regală sunt: acizii octanoic, decanoic și hexanoic. Nivelul acidului octanoic a crescut pe parcursul procesului fermentativ la majoritatea probelor (cu excepția variantei V4), urmând să se diminueze pe parcursul păstrării în butelii pentru probele V2, V3 și V6. Deși în prima fază a fermentației acidul decanoic are tendința să scadă, concentrația acestuia este ascendentă în a doua etapă a procesului fermentativ pentru majoritatea variantelor experimentale, cu excepția probelor V2 și V4 în care se diminuează. Pe parcursul fermentației alcoolice, cantități importante ale acizilor menționați pot fi produși de către levuri. Pe parcursul maturării și păstrării, proporția acestui acid prezintă scăderi.

În ceea ce privește acidul hexanoic, evoluția acestuia urmează aceeași tendință la majoritatea probelor, conținutul crește odată cu înaintarea procesului fermentativ. Similar acidului decanoic, ponderea compusului manifestă scăderi importante în timpul păstrării.

Proporțiile acestora în probele finale variază în funcție de tipul de tratament administrat. Astfel, acidul octanoic este întâlnit în proporții de la 3,63 % (V6) la

8,18 % (V1), ponderea acidului hexanoic fluctuează de la 1,93 % (V5) la 4,28 % (V1), iar nivelul acidului decanoic pornește de la 0,73 % (V6) la 2,19 % (V1). Niveluri ridicate ale acestor compuși în vinurile Fetească regală au fost identificate și de [Moroșanu ș.a. \(2018\)](#).

Dintre principalii acizi identificați în probele obținute din soiul Sauvignon blanc, reprezentativi sunt acizii: acetic, octanoic și hexanoic. Conținutul acidului acetic crește în prima fază a procesului fermentativ, urmând ca nivelul acestuia să se diminueze la majoritatea probelor de la mijlocul fermentației alcoolice (cu excepția probei V3 și V5) cât și pe parcursul păstrării. Acidul acetic poate fi produs de către levurile *Saccharomyces cerevisiae* în timpul procesului fermentativ (aproximativ 0,1 – 0,3 g/L) din hidroliza compusului acetil-coenzima A, în urma decarboxilării oxidative a acidului piruvic și sub acțiunea piruvat dehidrogenazei sau prin oxidarea acetaldehidei. [McKinnon \(2013\)](#) a raportat, de asemenea, o creștere a concentrației acidului acetic la probe cu un conținut ridicat în prolină.

Acidul octanoic manifestă diferite fluctuații ale proporției, urmând ca aceasta să scadă semnificativ spre finalul fermentației alcoolice, cât și după îmbuteliere. Nivelul acidului hexanoic a urmat o evoluție descendentă odată cu înaintarea procesului fermentativ și după acesta. În cazul vinurilor rezultate, proporția acidului acetic a variat de la 0,78 % la 4,09 %, acidul octanoic a fost identificat numai în varianta V1 (0,76 %), urmând ca ponderea acidului hexanoic să varieze de la 0 % (V3) până la 0,52 % (V1).

Alcoolii superiori din vin pot rezulta din degradarea unor aminoacizi, din catalizarea glucidelor în timpul fermentației sau din aldehide ([de Souza Nascimento ș.a., 2005](#); [Caliari ș.a., 2015](#)). Astfel, alcoolul izoamilic (3-metil-1-butanol) provine de regulă din degradarea enzimatică a leucinei ([Satyanarayana, 2020](#)). De asemenea, alcoolii precum 1-propanol și 1-butanol sunt asociați cu metabolismul treoninei ([McKinnon, 2013](#)). Compusul 2,3-butandiol se formează ca produs secundar al fermentației alcoolice și contribuie la formarea extractului sec al vinului ([Cotea, 1985](#)). Apariția acestor constituenți în vinuri este asociată de cele mai multe ori cu un contact îndelungat cu părțile solide în timpul vinificației sau cu zdrobirea strugurilor utilizând o presiune ridicată ([Gomez-Garcia ș.a., 2012](#)). Alcoolii superiori imprimă de obicei un miros înțepător, participând direct sau indirect (prin formarea esterilor) la alcătuirea buchetului de învechire al vinurilor ([Cotea ș.a., 2009](#)).

În probele experimentale obținute din soiul Fetească regală preponderenți au fost compușii: 3-metil-1-butanol, 1-fenil etanol și 3-metil-1-propanol. În cazul primului alcool menționat, proporția acestuia a prezentat ușoare creșteri în prima fază a fermentației, pentru majoritatea probelor, urmând să scadă apoi la variantele V1, V3 și V6. Pentru aceste probe, perioada de păstrare a fost prielnică pentru o nouă creștere a intensității, în timp ce la restul probelor s-au înregistrat scăderi.

Proporția compusului 1-fenil etanol a manifestat o tendință crescătoare odată cu desfășurarea procesului fermentativ, cu excepția variantei V1 și V5, unde s-a diminuat în a doua etapă a fermentației.

Proporția inițială a compusului 3-metil-1-propanol crește în prima fază de fermentație și înregistrează diverse fluctuații, în funcție de tipul de preparat enzimatic administrat. După stabilizarea și îmbutelierea vinului, cantitatea acestui compus scade pe parcursul păstrării și maturării. În probele finale s-a identificat un nivel cuprins între 37,19 % și 49,89 % din aria totală pentru primul compus, între 10,8 % și 15,26 % pentru 1-fenil etanol și de la 3,78 % la 4,81 % pentru ultimul compus. Numit și izoamilalcool, acesta este întâlnit în cantitatea cea mai ridicată în probele obținute, imprimând vinului notă alcoolică și miros înțepător.

Variantele de Sauvignon blanc sunt caracterizate de prezența compușilor 1-fenil etanol, 3-metil-1-propanol și 3-metil-2-propanol. Ponderea acestora înregistrează diferite fluctuații pe parcursul fermentației, fiind mai redusă în ultima zi a prelevării comparativ cu începutul procesului fermentativ. Pe perioada păstrării în butelii, nivelul continuă să se diminueze pentru primii doi compuși dar crește în cazul ultimului alcool menționat. Proporția principalilor alcooli în vinurile Sauvignon blanc este cuprinsă între 13,26 % (V6) și 17,08 % (V2) în cazul 1-fenil etanolului, între 4,10 % (V5) și 5,15 % (V4) la compusul 3-metil-1-propanol și respectiv, între 0,10 % (V2) și 4,98 % (V1) pentru 3-metil-2-propanol.

În timpul fermentației alcoolice, pot apărea numeroși produși de reacție secundari, unul dintre cei mai importanți fiind 2,3-butandiol. Acesta participă la definirea buchetului vinului, imprimă gust amar dar și corpolență, vârcozitate. Cea mai mare parte a acestui alcool secundar este formată în urma metabolismului levurilor cu acetoina. Astfel, cu ajutorul enzimei acetoin reductază, levurile reduc acetoina la 2,3-butandiol (Romano ș.a., 1998). În probele Fetească regală, ponderea acestui compus variază între 1,00 % (V4) și 1,64 % (V1). În ceea ce privește vinurile Sauvignon blanc, s-au înregistrat proporții de la 0,56 % (V4) la 1,04 (V1).

Esterii sunt sintetizați de levuri în timpul fermentației alcoolice, cantitățile acestora fiind influențate și de prezența bacteriei lactice în vin. Formarea esterilor în timpul fermentației poate fi influențată de factori precum: tipul levurilor inoculate, pH, temperatura și condițiile de fermentare, compoziția chimică a mustului, prezența oxigenului în timpul fermentației alcoolice și tratamentele oenologice administrate (Caliari ș.a., 2014; Caliari ș.a., 2015; Ribéreau-Gayon, 2006). De asemenea, un conținut ridicat în aminoacizi influențează sinteza esterilor în vin. Vinurile atacate de bacteria acidului acetic prezintă un conținut crescut de acetat etil. Esterii contribuie de obicei la definirea aromei fructate și florale a vinurilor tinere și formarea buchetului de învechire (Antalick ș.a., 2015; Gonzáles-Centero, 2019). Acești compuși sunt responsabili de gustul dulceag, onctuos, de ceară de albine (esteri superiori) dar și aroma fructată (esteri alifatici inferiori) (Vararu, 2015).

Probele de vin obținute din soiul Fetească regală s-au remarcat prin prezența unui număr mare de esteri (23 de astfel de compuși), reprezentativi fiind: octanoatul de etil, acetatul de 3-metilbutil (acetat de izoamil), 4-hidroxibutanoatul de etil. Esterii alcoolului etilic se formează ca rezultat al reacției etanolului cu acizii grași, sub acțiunea acetil-coenzimei A (McKinnon, 2013). Primul compus menționat provine de la materia primă, cu o pondere de aproximativ 3 – 4 % în prima zi de recoltare la

majoritatea probelor, indicând diferite fluctuații pe parcursul procesului fermentativ, în funcție de tratamentul administrat. McKinnon (2013) a raportat o corelație pozitivă între fomarea octanoatului de etil și nivelul leucinei. Astfel, proporția sa a crescut până la aproximativ 9 % la varianta V1 în ultima zi de recoltare. Pentru restul probelor, ponderea acestui compus s-a arătat a fi mai scăzută la finalul fazei fermentative comparativ cu valoarea inițială. Probele finale s-au remarcat printr-o proporție ridicată în cazul variantei V1 (2,33 %), urmată de V6 (2,22 %), V4 (1,90 %), V3 (1,80 %), V2 (1,67 %) și V5 (1,66 %).

Acetatul de 3-metilbutil a provenit de la materia primă iar ponderea sa a înregistrat diverse variații pe parcursul fermentației alcoolice. Astfel, nivelul său în ultima zi de recoltare a probelor a fost de 2 până la 4 ori mai mare comparativ cu prima zi. În probele finale, proporția acetatului de 3-metilbutil variază de la 3,60 % în V1 și valori de aproximativ 3 ori mai reduse la restul probelor.

Compusul 4-hidroxi-butanoat de etil s-a regăsit în proporții de la 0,58 % la 0,77 % în prima zi de recoltare a probelor. Cantități importante s-au acumulat în prima fază a procesului fermentativ, urmând ca după mijlocul perioadei să prezinte diferite fluctuații, în funcție de tipul preparatului enzimatic administrat. Astfel, ponderea compusului a manifestat descreșteri în cea de-a doua etapă a fermentației la variantele V1, V3 și V5 și creșteri la celelalte probe. Vinurile Fetească regală rezultate au prezentat reduceri ale ponderii compusului 4-hidroxi-butanoat de etil pe timpul păstrării și maturării, cu excepția variantei V1. Astfel, proporția finală a variat între 2,18 % (V1) până la 0,78 % (V6).

În cazul probelor obținute din soiul Sauvignon blanc, au fost identificați 20 de esteri, reprezentativi fiind: 2-hidroxi-propanoatul de etil (lactat de etil), butanoatul de dietil (succinatul de dietil) și 4-hidroxi-butanoatul de etil. Primul compus menționat a fost prezent încă de la începutul procesului de fermentație alcoolică, manifestând o evoluție ascendentă pe toată perioada de formare a vinului. Proporții importante se regăsesc în probele finale, cea mai mare pondere fiind deținută de varianta V2 (6,41 %), urmată de V1 (6,33 %), iar cea mai mică valoare a fost identificată la proba martor (4,00 %). În cazul butanoatului de dietil, evoluția sa urmează aceeași tendință la toate variantele, găsindu-se în proporții de peste 10 ori mai ridicate în ultima zi a procesului fermentativ comparativ cu prima. Cea mai mare proporție a acestui compus în cazul vinurilor rezultate a prezentat-o varianta V2 (3,81 %), urmată de V3 (3,36 %), iar cea mai mică pondere a fost înregistrată în V1 (2,77 %).

Compusul 4-hidroxi-butanoat de etil a fost identificat în proporții de 1 – 2 % în prima zi de recoltare a probelor. Cantități importante se formează în timpul fermentației alcoolice, înregistrându-se proporții între 4 % și 6 % în ultima zi. Odată cu stabilizarea vinurilor, se observă o diminuare a nivelului de 4-hidroxi-butanoat de etil în vinurile de Fetească regală rezultate. Astfel, cea mai mare cantitate s-a obținut în varianta V1 (2,67 %), iar cea mai redusă în V3 (2,19 %).

Compuși carbonilici (aldehide, cetone și derivații lor) întâlniți în vinuri prezintă o importanță deosebită în definirea caracteristicilor organoleptice ale acestora. În concentrații ridicate aldehidele imprimă de obicei miros înțepător, iritant

(acetaldehida și formaldehida), aromă plăcută de migdale amare (benzenaldehida) (Cotea ș.a., 2009).

În probele Fetească regală a fost identificat compusul carbonilic 3-hidroxi-2-butanonă. Denumit și acetoină, este întâlnit în proporții reduse la majoritatea probelor în prima zi de recoltare. Acest compus este întâlnit la varianta V1 în toate fazele de dezvoltare ale vinului și lipsește din ziua 2 de recoltare la celelalte variante. Acetoina se formează de regulă în timpul fermentației alcoolice, fiind produsă de levurile din genul *Saccharomyces*, în urma reacției de condensare a acidului piruvic cu acetaldehida (decarboxilarea oxidativă a diacetilului). Acetoina se poate forma, de asemenea, prin reducerea directă a diacetilului. Acest constituent contribuie la formarea buchetului vinurilor, fiind precursor în acțiunea de sinteză a diacetilului și 2,3-butandiolului.

Probele Sauvignon blanc s-au remarcat prin prezența următorilor compuși carbonilici: 3-hidroxi-2-butanonă, 1,2-hidrazindicarboxaldehydă, 11-octadecenal și benzaldehidă. Ponderea primilor 2 compuși a prezentat scăderi importante din prima zi de recoltare până în ultima zi a procesului fermentativ. Compusul 11-octadecenal a fost identificat în proporții reduse în timpul fermentației alcoolice la probele V3, V4, V5 și V6 și lipsește în variantele V1 și V2. În probele finale, cea mai mare pondere a acestei substanțe a prezentat-o varianta V5 (0,15 %), urmată de V4 (0,10 %), V6 (0,07 %) și lipsește în restul probelor.

Benzaldehida s-a format în majoritatea probelor în perioada de păstrare și maturare a eșantioanelor obținute. Cantități reduse au fost identificate în perioada procesului fermentativ la probele V5 și V6. În vinurile rezultate, a fost prezent în proporții cuprinse între 0,08 % (V3, V4) și 0,16 % (V1).

Printre componentele volatile ale vinului, **lactonele** (δ -lactone, γ -lactone) joacă un rol major în definirea profilului aromatic. Mirosul acestor compuși este descris ca fiind fructat (γ -hexalactonă), floral (γ -dodecalactonă), de cocos (γ -octalactonă). Aceste substanțe se formează prin ciclizarea acizilor γ -hidroxicarboxilici corespunzători (Pérez-Olivero ș.a., 2014). În probele experimentale rezultate au fost identificați compușii 5-propil-2-oxolanonă (γ -heptalactonă) și 5-(1-hidroxietyl)-2-furanonă (solerolă), aparținând γ -lactonelor. Aceștia sunt identificați încă de la începutul fermentației alcoolice urmând să prezinte diferite variații în funcție de tipul de enzimă administrat. Astfel, în cazul primului compus menționat, proporția acestuia evoluează descrescător în timpul procesului fermentativ, urmând să se acumuleze cantități reduse în timpul păstrării în butelii.

Compusul dihidro-5-(1-hidroxietyl)-2-furanonă (solerolă) se formează după etapa de stabilizare și îmbuteliere a vinului, fiind asociate procesului de racemizare din timpul păstrării și maturării vinului (Velisek ș.a., 2020). Astfel, cantitățile sale au variat de la 0,28 % în V1, 0,18 % în V3 și până la 0,11 % în V4.

Derivații benzenici își au originea fie din materia primă, fie rezultă în timpul fermentației alcoolice, sub acțiunea levurilor din genul *Saccharomyces cerevisiae* (decarboxilarea acizilor hidroxicinamici), în urma reacțiilor chimice (de exemplu, degradarea acidului fenolic) sau în urma contaminării cu *Brettanomyces* spp.

(Buttner, 2017; Cotea ș.a., 2009). Vinilfenolii se întâlnesc frecvent în vinurile albe, contribuind pozitiv la definirea aromei vinului în cantități de sub 440 μg/L (Cotea ș.a., 2009). Dintre aceștia, 4-vinilfenolul imprimă de obicei un miros înțepător, fenolic, care amintește de mirosul medicamentelor sau vopselelor pentru pictură (Buttner, 2017).

Compuși fenolici 4-etenilfenol (4-vinilfenol), 4-etenil-2-metoxifenol (4-vinilguaiacol) și 2,4-diterț-butilfenol au fost identificați în probele obținute din soiul Fetească regală. Primul compus menționat s-a format în timpul fermentației alcoolice, atingând un maxim al ponderei la mijlocul procesului, după care înregistrează scăderi spre finalul fermentației. Proportia acestuia scade în timpul păstrării pentru majoritatea variantelor, cu excepția probelor V1 și V6. Vinilfenolii sunt formați de regulă prin decarboxilare enzimatică din acizii cinamici, sub acțiunea levurilor.

Terpenele cunt compuși sintetizați din glucoză, prin intermediul acetil-coenzima A (Vararu, 2015) și constituie principalele componente responsabile de formarea aromei la soiurile Muscat (linalool, geraniol, nerol, hotrienol), dar se pot întâlni și în alte vinuri, sub formă de monoterpene și sesquiterpene. Cantitățile de compuși terpenici din struguri și vin pot fi influențate de numeroși factori precum: tehnologia de cultivare, regiunea geografică și tehnologia de vinificare adoptată (Marais, 1983). Aparținând acestei clase de substanțe, a fost identificat compusul 3,7-dimetil-1,5-octadien-3,7-diol (aroma - citrice), în cazul probelor de Fetească regală, format în urma reacției de hidroliză a acizilor conform literaturii de specialitate (Linskens ș.a., 2014). Acesta s-a găsit încă din prima zi de prelevare, în proporții de aproximativ 0,5 – 1 %, înregistrând diferite fluctuații, în funcție de tratamentul administrat. Vinurile rezultate au prezentat cea mai ridicată pondere a acestui constituent în varianta V1 (0,17 %), iar cea mai redusă în V2 și V6 (0,09 %).

La vinurile Sauvignon blanc, a fost determinat compusul 2,6,10-trimetildodecan (farnesan). Prezența acestui constituent a fost identificată în probele V3, V4, V5 și V6 în timpul fermentației alcoolice, în proporții reduse și a lipsit în probele finale.

Administrarea enzimelor a avut un impact pozitiv asupra probelor experimentale obținute, determinând o creștere semnificativă a concentrației compușilor volatili identificați. În ceea ce privește soiul Fetească regală, enzimele administrate în cazul variantei V1 au generat o creștere semnificativă ale proporției pentru majoritatea compușilor volatili.

Numeroase studii au indicat îmbogățirea profilului de aromă al vinurilor în urma administrării de diferite preparate enzimatic. Astfel, Masino ș.a. (2008) a obținut un nivel crescut al compusului 4-vinilfenol în cazul probelor tratate cu pectinaze. Acțiunea unor preparate enzimetice pectolitice și a β-glicozidazelor la obținerea unor vinuri albe a fost analizată și de Rusjan ș.a. (2009), obținând o creștere semnificativă a concentrațiilor compușilor din clasa monoterpenele (precum geraniol, nerol, linalool sau α-terpineol), în comparație cu varianta martor. Mai târziu, Rusjan ș.a. (2012) au studiat acțiunea unor preparate enzimatic asupra terpenelor în cazul unor vinuri albe. În această situație, nivelul linaloolului nu a înregistrat creșteri semnificative față de proba martor. Aceste rezultate sunt susținute de utilizarea unor preparate enzimatic cu o activitate redusă a α-ramnozidazei, α-arabinozidazei și β-glicozidazei. Astfel,

alegerea preparatelor enzimatice potrivite scopului propus manifestă o importanță deosebită. [Armada ș.a. \(2010\)](#) au urmărit efectul administrării unor enzime pectolitice la vinuri albe obținute din soiul Albariño asupra evoluției compușilor de aromă. Toate vinurile, indiferent de tipul de enzimă adăugat, au prezentat caracteristici aromatice diferite în comparație cu vinurile netratate, iar vinurile obținute după aplicarea enzimelor de macerație au prezentat cel mai ridicat nivel pentru esterii etilici sau acetatul de feniletil. Utilizarea enzimelor de macerație în combinație cu cele de limpezire s-a arătat a fi nepotrivită datorită faptului că enzimele glicozidice blochează formarea unor compuși de aromă. Principalii componenți analizați au prezentat diferențe între vinurile tratate doar cu enzime de macerare (glicozidaze), comparativ cu vinurile la care s-au aplicat alte tipuri de tratamente enzimatice. [Rocha ș.a. \(2005\)](#) au raportat o majorare semnificativă a concentrațiilor geraniolului, terpendiolilor, fenolilor, alcoolilor dar și a esterilor la soiul Maria Gomez, însă nu s-au observat modificări majore ale acestor compuși în cazul soiului Bical analizat. Cele două soiuri provin din același areal geografic (Bairrada), ceea ce indică faptul că extracția compușilor de aromă sub influența enzimelor este strâns legată de potențialul aromatic al soiului studiat. Conform altor autori, principalii compuși volatili ai vinurilor Sauvignon blanc sunt mercaptanii (4-mercapto-4-metil-2-pentanonă) ([Roland ș.a., 2012](#); [Vișan ș.a., 2017](#);) însă alte studii consideră metoxipirazinele (reprezentate de 3-mercaptohexil) ca fiind compușii care definesc soiul menționat ([Tominaga ș.a., 1998](#)). Profilul aromatic al soiului Sauvignon blanc este dependent de numeroși factori, printre care tehnologia de vinificație aplicată și particularitățile regiunii geografice ([Vișan ș.a., 2017](#)).

Tratarea vinurilor cu bentonită a determinat modificări ale proporțiilor compușilor volatili în funcție de clasă, soi și tratamente enzimatice administrate. În ceea ce privește nivelul compușilor carbonilici în vinurile Sauvignon blanc, administrarea tratamentului cu bentonită a determinat o creștere a ponderei acetoiniei (3-hidroxi-2-butanonă) și benzaldehidei. Probele Fetească regală s-au remarcat prin reducerea nivelului de acetoină din probele tratate cu bentonită.

Alți autori au raportat, de asemenea, modificări ale acestor compuși ([Vela ș.a., 2017](#); [Vincenzo ș.a. 2015](#)). Numeroși autori au studiat impactul tratamentului cu bentonită asupra esterilor etilici. Astfel, [Vincenzo ș.a. \(2015\)](#) au raportat o tendință descrescătoare a proporției esterilor alcoolului etilic datorată faptului că acești compuși sunt legați de proteine. [Lambri ș.a. \(2010\)](#) au raportat o diminuare a conținutului butiratului de etil și hexanoatului de etil la soiul Chardonnay. [Sanborn ș.a. \(2010\)](#) a obținut o scădere a nivelului decanoatului de etil și acetatului de feniletil la soiul Gewürztraminer și nicio modificare nu a fost semnalată la soiul Chardonnay. În cazul probelor experimentale obținute, această ipoteză a fost confirmată în cazul compușilor: butanoat de etil și dodecanoat de etil la probele Sauvignon blanc și hexanoat de etil, octanoat de etil, 3-hidroxi-butanoat de etil, decanoat de etil și 4-hidroxitutanoat de etil la majoritatea variantelor de Fetească regală.

În ceea ce privește nivelul acizilor grași, principalii precursori ai esterilor aromatici, s-a observat reducerea proporției acizilor butanoic, octanoic și decanoic la

probele Fetească regală, corelată cu o creștere a ponderei acidului hexanoic și octadecanoic. La vinurile Sauvignon blanc tratate cu bentonită, acizii 3-metilbutanoic, hexanoic, octanoic și decanoic au înregistrat valori mai mari. Interacțiunea acestui tratament cu acizii grași a fost studiată de mai mulți autori. [Vincenzo ș.a. \(2015\)](#) au raportat, de asemenea, o creștere a concentrațiilor acizilor decanoic și dodecanoic cât și o reducere a cantității acidului octanoic la vinurile Muscat. [McKinnon \(2013\)](#) a evidențiat o corelație pozitivă între nivelul acidului decanoic cu fenilalanina.

Tratamentul cu bentonită nu a avut un impact relevant asupra compușilor terpenici, confirmându-se rezultatele obținute de [Vincenzo ș.a. \(2015\)](#).

Proporția acizilor fenolici identificați (4-vinilguaiacol, 4-vinilfenol) a prezentat o diminuare importantă în majoritatea probelor la care s-a aplicat cleirea cu bentonită, în corelație cu rezultatele raportate de [Lambri ș.a. \(2017\)](#). Acest fenomen ar putea fi explicat prin coprecipitarea acizilor ferulic și *p*-cumaric, precursorii acestora, cu proteine specifice.

Administrarea tratamentelor enzimactice a determinat diferențe semnificative între concentrațiile compușilor volatili identificați ($p < 0,05$), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele ar prezenta valori egale. Pentru a evidenția care sunt mediile diferite din punct de vedere statistic, analiza post hoc LSD indică grupuri omogene, între care nu există o diferență semnificativă ($p > 0,05$) (notate cu litere superscript). Astfel, mediile obținute au arătat diferențe semnificative între majoritatea perechilor de variabile. Cele mai ridicate proporții pentru majoritatea compușilor au fost obținute în cazul variantei V1 la ambele soiuri analizate.

Pentru realizarea analizei în componente principale, au fost selectați 30 de compuși volatili predominanți. Astfel, la soiul Fetească regală, au fost extrase 5 componente principale, care au prezentat valori mai mari sau egale cu 1 și au însumat 91,78 % din variabilitatea datelor inițiale. S-au obținut corelații pozitive între variabile precum 1 – 8, 1 – 15, 1 – 17, 4 – 9, 4 – 28, 4 – 37, 4 – 43, 5 – 70, 9 – 19, 37 – 52, 37 – 56, 43 – 56 ș.a., orientate de aceeași parte a graficului. De cealaltă parte, corelații negative au fost înregistrate între perechile de variabile 1 – 4, 1 – 37, 1 – 43, 1 – 52, 1 – 56, 4 – 15, 4 – 23, 9 – 15, 15 – 28, 23 – 37, 23 – 43, 33 – 37 ș.a., orientate în direcții opuse față de centrul graficului. Variabilele necorelate sunt reprezentate ortogonal.

În cazul variantelor obținute din soiul Sauvignon blanc, au fost extrase 7 componente principale, însumând 95,82 % din variabilitatea datelor inițiale. Se remarcă numeroase perechi care prezintă corelații pozitive, precum: 2 – 9, 2 – 34, 9 – 34, 23 – 35, 23 – 41, 23 – 42, 35 – 40, 35 – 41, 40 – 42, 41 – 63 etc. Orientate în sens opus, perechile de variabile 1 – 23, 3 – 23, 9 – 35, 9 – 40, 23 – 34, 34 – 35 etc. prezintă corelație negativă.

Tabelul 7.12/ Table 7.12

Evoluția compușilor volatili pe parcursul fermentației alcoolice în variantele de Fetească regală (% din aria totală)/ The evolution of the volatile compounds during the alcoholic fermentation on Fetească regală variants
(% of total area)

C.V	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	1,27 ±0,01	1,86 ±0,01	1,06 ±0,00	0,98 ±0,00	1,34 ±0,00	1,54 ±0,00	1,77 ±0,01	1,68 ±0,03	1,23 ±0,02	1,91 ±0,01	1,87 ±0,00	1,73 ±0,00	1,61 ±0,00	2,36 ±0,00	1,93 ±0,00	2,47 ±0,00	2,71 ±0,00	2,12 ±0,00	2,20 ±0,01	2,03 ±0,02	2,34 ±0,02	2,28 ±0,00	2,05 ±0,01	2,41 ±0,03
2	0,21 ±0,01	0,40 ±0,00	0,23 ±0,00	0,11 ±0,00	0,30 ±0,00	0,48 ±0,00	0,46 ±0,00	0,43 ±0,00	0,28 ±0,02	0,43 ±0,03	0,37 ±0,00	0,35 ±0,00	0,32 ±0,00	0,40 ±0,00	0,33 ±0,02	0,43 ±0,01	0,47 ±0,00	0,31 ±0,02	0,32 ±0,02	0,44 ±0,00	0,29 ±0,00	0,4 ±0,01	0,41 ±0,00	0,36 ±0,00
3	2,20 ±0,00	3,92 ±0,00	2,73 ±0,00	2,33 ±0,01	2,91 ±0,00	3,88 ±0,00	4,46 ±0,00	4,71 ±0,03	2,37 ±0,02	4,24 ±0,03	4,11 ±0,00	3,80 ±0,00	3,02 ±0,00	4,12 ±0,00	3,74 ±0,02	4,57 ±0,01	3,84 ±0,02	3,59 ±0,02	4,23 ±0,00	4,80 ±0,00	3,31 ±0,00	4,10 ±0,01	4,34 ±0,00	4,26 ±0,00
4	1,14 ±0,00	1,91 ±0,00	2,98 ±0,00	4,02 ±0,01	1,37 ±0,00	2,14 ±0,00	2,04 ±0,03	2,00 ±0,03	1,04 ±0,04	1,89 ±0,01	1,67 ±0,02	2,51 ±0,00	1,62 ±0,00	2,38 ±0,00	1,86 ±0,02	2,16 ±0,00	1,38 ±0,01	1,87 ±0,00	1,81 ±0,02	1,79 ±0,02	1,44 ±0,00	2,02 ±0,00	1,90 ±0,01	2,44 ±0,03
5	0,88 ±0,00	0,12 ±0,02	0,12 ±0,00	0,11 ±0,00	0,13 ±0,00	0,15 ±0,00	0,15 ±0,03	0,16 ±0,00	0,08 ±0,00	0,15 ±0,01	0,15 ±0,03	0,17 ±0,00	0,16 ±0,00	0,18 ±0,02	0,16 ±0,01	0,15 ±0,02	0,22 ±0,00	0,14 ±0,00	0,09 ±0,00	0,14 ±0,00	0,14 ±0,00	0,32 ±0,00	0,14 ±0,01	0,15 ±0,00
6	0,08 ±0,00	0,13 ±0,01	0,13 ±0,00	0,13 ±0,00	0,15 ±0,00	0,13 ±0,02	0,15 ±0,00	0,15 ±0,00	0,17 ±0,00	0,16 ±0,00	0,16 ±0,05	0,16 ±0,00	0,18 ±0,00	0,16 ±0,00	0,15 ±0,02	0,18 ±0,00	0,22 ±0,02	0,14 ±0,01	0,09 ±0,00	0,14 ±0,00	0,14 ±0,00	0,32 ±0,00	0,14 ±0,01	0,15 ±0,02
7	0,13 ±0,00	0,21 ±0,02	0,19 ±0,00	0,14 ±0,00	0,07 ±0,00	0,18 ±0,00	0,25 ±0,01	0,13 ±0,00	0,09 ±0,00	0,20 ±0,01	0,21 ±0,00	0,06 ±0,00	0,16 ±0,03	0,19 ±0,02	0,21 ±0,04	0,22 ±0,00	0,20 ±0,00	0,23 ±0,01	0,18 ±0,00	0,23 ±0,00	0,37 ±0,00	0,21 ±0,00	0,26 ±0,00	0,13 ±0,00
8	27,17 ±0,02	41,26 ±0,03	39,94 ±0,00	31,28 ±0,02	30,88 ±0,00	44,06 ±0,02	45,35 ±0,01	46,51 ±0,00	26,83 ±0,01	42,58 ±0,00	42,46 ±0,02	47,23 ±0,00	39,57 ±0,03	44,63 ±0,00	44,55 ±0,01	49,40 ±0,00	48,88 ±0,01	48,49 ±0,01	42,81 ±0,00	53,02 ±0,01	43,50 ±0,00	48,51 ±0,00	43,23 ±0,00	33,49 ±0,00
9	1,05 ±0,00	0,92 ±0,00	1,85 ±0,00	2,26 ±0,00	1,24 ±0,01	1,03 ±0,00	1,01 ±0,00	0,81 ±0,00	1,02 ±0,02	0,93 ±0,00	0,92 ±0,00	1,10 ±0,00	1,55 ±0,02	1,25 ±0,01	1,11 ±0,00	0,99 ±0,00	1,60 ±0,00	1,15 ±0,00	0,91 ±0,00	1,08 ±0,01	1,28 ±0,02	1,10 ±0,02	1,27 ±0,02	1,25 ±0,02
10	0,26 ±0,01	0,48 ±0,00	0,41 ±0,00	0,30 ±0,00	0,16 ±0,00	0,33 ±0,00	0,38 ±0,00	0,28 ±0,00	0,20 ±0,04	0,38 ±0,02	0,37 ±0,00	0,12 ±0,04	0,53 ±0,01	1,27 ±0,00	0,39 ±0,00	0,38 ±0,00	0,36 ±0,00	0,38 ±0,00	0,41 ±0,00	0,47 ±0,01	0,50 ±0,01	0,33 ±0,00	0,42 ±0,00	0,38 ±0,00
11	0,00 ±0,01	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,65 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,24 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,03	0,00 ±0,00	0,00 ±0,03
12	±0,01 0,41	±0,01 0,00	±0,00 3,12	±0,00 6,29	±0,00 0,46	±0,00 0,00	±0,01 0,00	±0,01 0,00	±0,00 0,69	±0,00 0,00	±0,00 0,00	±0,00 0,74	±0,00 0,00	±0,00 0,00	±0,00 0,00	±0,00 1,28	±0,00 0,00	±0,00 0,00	±0,00 0,00	±0,00 0,00	±0,00 0,00	±0,03 0,00	±0,00 0,00	±0,00 0,00
13	0,08 ±0,00	0,12 ±0,01	0,14 ±0,00	0,18 ±0,00	0,05 ±0,01	0,10 ±0,01	0,11 ±0,00	0,09 ±0,00	0,06 ±0,02	0,11 ±0,02	0,11 ±0,01	0,05 ±0,01	0,07 ±0,00	0,13 ±0,02	0,10 ±0,00	0,12 ±0,00	0,12 ±0,00	0,07 ±0,00	0,12 ±0,00	0,08 ±0,00	0,12 ±0,00	0,21 ±0,00	0,07 ±0,00	0,11 ±0,00
14	0,19 ±0,00	0,31 ±0,01	0,30 ±0,02	0,22 ±0,00	0,15 ±0,00	0,27 ±0,00	0,30 ±0,00	0,28 ±0,00	0,17 ±0,00	0,31 ±0,00	0,32 ±0,01	0,12 ±0,00	0,25 ±0,00	0,46 ±0,00	0,28 ±0,00	0,31 ±0,00	0,21 ±0,02	0,32 ±0,00	0,21 ±0,00	0,39 ±0,00	0,62 ±0,00	0,23 ±0,00	0,26 ±0,00	0,34 ±0,00
15	0,23 ±0,00	0,39 ±0,02	0,33 ±0,00	0,20 ±0,00	0,27 ±0,01	0,40 ±0,00	0,47 ±0,00	0,52 ±0,00	0,25 ±0,00	0,41 ±0,00	0,46 ±0,00	0,49 ±0,00	0,30 ±0,00	0,39 ±0,00	0,41 ±0,00	0,66 ±0,01	0,49 ±0,00	0,45 ±0,00	0,53 ±0,00	0,44 ±0,00	0,44 ±0,00	0,38 ±0,00	0,37 ±0,00	0,62 ±0,00
16	0,49 ±0,00	0,71 ±0,02	0,76 ±0,00	0,94 ±0,01	0,59 ±0,00	0,82 ±0,00	0,86 ±0,00	0,82 ±0,00	0,54 ±0,00	0,76 ±0,00	0,76 ±0,01	1,05 ±0,00	1,15 ±0,00	0,89 ±0,00	0,90 ±0,00	1,08 ±0,01	1,10 ±0,00	0,85 ±0,00	0,98 ±0,00	0,77 ±0,00	1,19 ±0,00	1,03 ±0,00	0,74 ±0,00	1,15 ±0,00
17	0,74 ±0,00	1,16 ±0,02	1,02 ±0,00	0,07 ±0,00	0,79 ±0,00	1,09 ±0,00	1,20 ±0,00	1,20 ±0,02	0,75 ±0,01	1,17 ±0,00	1,15 ±0,00	0,89 ±0,00	1,00 ±0,00	1,16 ±0,00	0,75 ±0,01	1,27 ±0,00	1,48 ±0,00	0,88 ±0,00	0,84 ±0,00	1,23 ±0,00	0,85 ±0,02	1,30 ±0,00	1,37 ±0,00	1,47 ±0,00
18	0,13 ±0,00	0,17 ±0,01	0,15 ±0,00	0,13 ±0,00	0,13 ±0,02	0,18 ±0,00	0,23 ±0,00	0,18 ±0,00	0,20 ±0,01	0,16 ±0,00	0,25 ±0,00	0,11 ±0,00	0,13 ±0,00	0,17 ±0,00	0,16 ±0,02	0,20 ±0,00	0,11 ±0,00	0,13 ±0,00	0,21 ±0,00	0,11 ±0,00	0,21 ±0,00	0,34 ±0,00	0,22 ±0,00	0,21 ±0,00
19	±0,00 4,37	±0,01 3,42	±0,00 5,68	±0,02 8,50	±0,00 3,82	±0,02 3,14	±0,01 3,12	±0,00 2,33	±0,00 4,62	±0,01 2,98	±0,00 3,06	±0,00 2,71	±0,00 3,40	±0,00 3,05	±0,00 2,03	±0,00 2,49	±0,00 3,24	±0,02 2,36	±0,03 2,78	±0,01 1,78	±0,00 3,23	±0,00 2,08	±0,00 3,20	±0,02 2,99
20	0,41 ±0,00	0,60 ±0,00	0,41 ±0,02	0,37 ±0,01	0,39 ±0,01	0,54 ±0,03	0,61 ±0,04	0,65 ±0,01	0,42 ±0,01	0,63 ±0,00	0,60 ±0,00	0,29 ±0,00	0,66 ±0,00	1,85 ±0,00	0,38 ±0,00	0,64 ±0,00	0,62 ±0,00	0,50 ±0,00	0,68 ±0,00	0,47 ±0,00	0,89 ±0,00	0,49 ±0,00	0,52 ±0,00	0,73 ±0,00
21	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
22	±0,02 0,06	±0,02 0,38	±0,02 0,75	±0,02 1,21	±0,02 0,24	±0,01 0,06	±0,00 0,49	±0,00 0,57	±0,00 0,21	±0,03 0,41	±0,02 0,42	±0,00 0,43	±0,00 0,26	±0,00 0,35	±0,00 0,39	±0,00 0,48	±0,00 0,45	±0,00 0,39	±0,00 0,57	±0,00 0,64	±0,00 0,00	±0,02 0,29	±0,00 0,40	±0,00 0,56
23	±0,01 0,15	±0,02 0,31	±0,01 0,18	±0,00 0,00	±0,00 0,18	±0,01 0,34	±0,00 0,35	±0,01 0,35	±0,01 0,13	±0,00 0,32	±0,02 0,32	±0,01 0,36	±0,01 0,26	±0,01 0,37	±0,02 0,32	±0,00 0,30	±0,00 0,27	±0,00 0,38	±0,00 0,43	±0,00 0,31	±0,00 0,14	±0,00 0,37	±0,00 0,26	±0,00 0,47

Tabelul 7.12/ Table 7.12

Evoluția compușilor volatili identificați pe parcursul fermentației alcoolice în variantele de Fetească regală (% din aria totală) - continuare/ The evolution of the volatile compounds identified during the alcoholic fermentation on Fetească regală variants (% of total area) - continued

C.V	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
24	0,88 ±0,01	1,39 ±0,00	1,22 ±0,00	0,00 ±0,00	1,03 ±0,01	1,56 ±0,00	1,93 ±0,01	1,76 ±0,00	0,88 ±0,01	1,48 ±0,00	1,46 ±0,00	0,40 ±0,03	0,27 ±0,00	0,49 ±0,02	0,71 ±0,00	0,81 ±0,00	0,64 ±0,02	0,64 ±0,02	0,64 ±0,01	0,62 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
25	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	
26	0,09 ±0,00	0,14 ±0,05	0,08 ±0,00	0,00 ±0,05	0,10 ±0,00	0,13 ±0,01	0,13 ±0,03	0,17 ±0,00	0,08 ±0,1	0,13 ±0,01	0,13 ±0,01	0,11 ±0,00	0,10 ±0,00	0,13 ±0,00	0,03 ±0,00	0,85 ±0,01	0,32 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,02	0,17 ±0,00	0,10 ±0,02	0,11 ±0,00	0,12 ±0,03	0,15 ±0,00
27	0,09 ±0,01	0,12 ±0,00	0,10 ±0,00	0,09 ±0,01	0,08 ±0,02	0,14 ±0,01	0,14 ±0,01	0,12 ±0,01	0,10 ±0,01	0,11 ±0,00	0,13 ±0,00	0,03 ±0,00	0,85 ±0,01	0,32 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,02	0,00 ±0,00	0,17 ±0,02	0,07 ±0,00	0,10 ±0,00	0,11 ±0,03	0,19 ±0,00	0,12 ±0,00	0,14 ±0,02
28	7,41 ±0,01	2,73 ±0,00	2,79 ±0,03	5,51 ±0,01	5,81 ±0,01	1,97 ±0,00	2,00 ±0,00	1,43 ±0,01	7,78 ±0,01	2,28 ±0,00	1,91 ±0,00	0,97 ±0,00	3,60 ±0,00	2,78 ±0,00	0,91 ±0,00	1,05 ±0,00	2,53 ±0,00	1,18 ±0,00	1,41 ±0,00	1,29 ±0,02	3,19 ±0,02	2,06 ±0,03	1,89 ±0,00	1,77 ±0,00
29	0,16 ±0,01	0,27 ±0,02	0,23 ±0,00	0,20 ±0,02	0,20 ±0,01	0,29 ±0,00	0,28 ±0,01	0,32 ±0,00	0,15 ±0,00	0,26 ±0,00	0,27 ±0,00	0,18 ±0,04	0,23 ±0,02	0,44 ±0,00	0,20 ±0,00	0,23 ±0,02	0,27 ±0,02	0,25 ±0,02	0,25 ±0,04	0,28 ±0,00	0,15 ±0,00	0,32 ±0,00	0,25 ±0,00	0,38 ±0,00
30	0,06 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,02	0,06 ±0,02	0,09 ±0,03	0,10 ±0,00	0,12 ±0,02	0,06 ±0,00	0,11 ±0,00	0,10 ±0,01	0,17 ±0,02	0,16 ±0,00	0,11 ±0,00	0,18 ±0,06	0,06 ±0,00	0,14 ±0,05	0,11 ±0,00	0,41 ±0,00	0,07 ±0,00	0,09 ±0,00	0,15 ±0,00	
31	0,13 ±0,00	0,19 ±0,04	0,18 ±0,01	0,15 ±0,02	0,11 ±0,02	0,18 ±0,00	0,26 ±0,00	0,21 ±0,00	0,13 ±0,00	0,18 ±0,00	0,20 ±0,01	0,09 ±0,00	0,14 ±0,01	0,27 ±0,02	0,15 ±0,00	0,18 ±0,00	0,18 ±0,00	0,12 ±0,00	0,20 ±0,01	0,14 ±0,00	0,32 ±0,01	0,16 ±0,00	0,16 ±0,00	0,24 ±0,00
32	0,56 ±0,04	0,00 ±0,01	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,21 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,03	0,08 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,02	0,14 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,02	0,09 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,02	0,12 ±0,03	0,00 ±0,01	0,00 ±0,03	0,00 ±0,00
33	0,12 ±0,00	0,27 ±0,01	0,20 ±0,01	0,13 ±0,00	0,12 ±0,00	0,29 ±0,05	0,30 ±0,02	0,36 ±0,00	0,11 ±0,04	0,21 ±0,00	0,25 ±0,00	0,25 ±0,03	0,22 ±0,03	0,27 ±0,00	0,21 ±0,00	0,27 ±0,03	0,27 ±0,00	0,20 ±0,05	0,31 ±0,00	0,21 ±0,05	0,10 ±0,00	0,21 ±0,00	0,23 ±0,01	0,41 ±0,01
34	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,12 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,59 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
35	0,11 ±0,00	0,17 ±0,00	0,09 ±0,02	0,06 ±0,01	0,09 ±0,00	0,16 ±0,00	0,16 ±0,00	0,18 ±0,00	0,07 ±0,00	0,14 ±0,00	0,15 ±0,00	0,12 ±0,00	0,10 ±0,02	0,00 ±0,02	0,11 ±0,00	0,00 ±0,01	0,14 ±0,00	0,12 ±0,00	0,17 ±0,01	0,13 ±0,00	0,00 ±0,01	0,11 ±0,00	0,11 ±0,00	0,21 ±0,00
36	1,41 ±0,00	2,22 ±0,03	1,98 ±0,00	1,48 ±0,05	1,60 ±0,03	2,27 ±0,04	2,27 ±0,04	2,39 ±0,04	1,48 ±0,00	2,22 ±0,00	1,77 ±0,03	2,04 ±0,01	1,72 ±0,00	1,84 ±0,02	2,62 ±0,00	2,21 ±0,02	1,81 ±0,00	2,48 ±0,00	1,87 ±0,00	1,61 ±0,02	1,71 ±0,00	1,77 ±0,00	2,93 ±0,00	
37	0,64 ±0,00	1,17 ±0,00	0,87 ±0,00	0,26 ±0,03	0,73 ±0,00	1,23 ±0,05	1,32 ±0,00	1,35 ±0,00	0,58 ±0,00	1,19 ±0,00	1,20 ±0,02	1,08 ±0,00	0,86 ±0,00	1,29 ±0,06	0,93 ±0,02	1,13 ±0,00	0,75 ±0,02	0,94 ±0,00	1,33 ±0,00	1,02 ±0,00	0,77 ±0,03	0,99 ±0,00	1,05 ±0,03	1,63 ±0,00
38	0,12 ±0,00	0,25 ±0,01	0,37 ±0,02	0,41 ±0,02	0,11 ±0,00	0,18 ±0,03	0,21 ±0,00	0,18 ±0,00	0,13 ±0,00	0,25 ±0,00	0,27 ±0,02	0,13 ±0,00	0,17 ±0,05	0,17 ±0,00	0,17 ±0,04	0,18 ±0,00	0,13 ±0,02	0,19 ±0,00	0,27 ±0,00	0,25 ±0,00	0,30 ±0,00	0,15 ±0,00	0,22 ±0,00	0,27 ±0,00
39	0,16 ±0,00	0,26 ±0,02	0,22 ±0,00	0,19 ±0,02	0,19 ±0,02	0,24 ±0,00	0,27 ±0,00	0,29 ±0,00	0,18 ±0,04	0,2 ±0,08	0,29 ±0,00	0,10 ±0,03	0,28 ±0,00	0,77 ±0,00	0,17 ±0,05	0,22 ±0,01	0,18 ±0,06	0,17 ±0,01	0,27 ±0,00	0,26 ±0,00	0,43 ±0,03	0,20 ±0,03	0,22 ±0,06	0,31 ±0,06
40	5,24 ±0,03	0,67 ±0,03	0,88 ±0,02	1,89 ±0,03	4,37 ±0,00	0,46 ±0,05	0,34 ±0,00	0,20 ±0,04	4,80 ±0,03	0,54 ±0,04	0,32 ±0,00	0,07 ±0,00	2,17 ±0,01	0,42 ±0,00	0,16 ±0,01	0,00 ±0,00	0,79 ±0,00	0,26 ±0,03	0,21 ±0,02	0,16 ±0,00	1,42 ±0,01	0,32 ±0,00	0,16 ±0,00	0,19 ±0,00
41	0,26 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,14 ±0,02	0,00 ±0,06	0,00 ±0,04	0,00 ±0,03	0,25 ±0,00	0,00 ±0,03	0,00 ±0,02	0,00 ±0,03	0,14 ±0,00	0,00 ±0,02	0,00 ±0,00	0,06 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,15 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,02	0,00 ±0,03	0,00 ±0,01
42	0,06 ±0,00	0,17 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,05	0,08 ±0,05	0,16 ±0,00	0,17 ±0,00	0,40 ±0,00	0,07 ±0,00	0,24 ±0,00	0,17 ±0,00	0,14 ±0,01	0,32 ±0,00	0,29 ±0,01	0,17 ±0,00	0,23 ±0,00	0,19 ±0,00	0,19 ±0,00	0,30 ±0,00	0,20 ±0,00	0,28 ±0,00	0,25 ±0,00	0,16 ±0,00	0,28 ±0,00
43	1,05 ±0,03	1,81 ±0,00	2,36 ±0,00	2,73 ±0,00	1,21 ±0,01	2,13 ±0,02	2,31 ±0,03	2,63 ±0,00	1,17 ±0,00	2,18 ±0,00	2,06 ±0,00	2,95 ±0,00	1,77 ±0,00	1,95 ±0,00	2,21 ±0,00	2,28 ±0,01	1,54 ±0,00	1,74 ±0,00	2,56 ±0,01	2,02 ±0,00	1,68 ±0,00	2,71 ±0,00	2,07 ±0,01	3,47 ±0,00
44	0,35 ±0,00	0,63 ±0,00	0,36 ±0,01	0,04 ±0,01	0,34 ±0,02	0,52 ±0,02	0,5- ±0,02	0,54 ±0,00	0,35 ±0,00	0,55 ±0,00	0,53 ±0,00	0,41 ±0,00	0,50 ±0,00	0,43 ±0,00	0,69 ±0,01	0,47 ±0,00	0,57 ±0,00	0,43 ±0,01	0,73 ±0,00	0,53 ±0,01	0,70 ±0,01	0,66 ±0,01	0,6 ±0,00	0,82 ±0,01
45	7,16 ±0,00	11,11 ±0,00	9,37 ±0,02	7,91 ±0,00	8,39 ±0,00	12,18 ±0,02	12,84 ±0,01	13,61 ±0,00	7,59 ±0,00	12,18 ±0,00	11,95 ±0,00	15,79 ±0,00	10,89 ±0,00	11,78 ±0,00	13,64 ±0,00	12,44 ±0,00	9,99 ±0,00	13,62 ±0,00	14,97 ±0,00	11,38 ±0,00	9,84 ±0,00	10,31 ±0,00	15,65 ±0,01	16,81 ±0,00
46	0,05 ±0,00	0,00 ±0,00	0,23 ±0,01	0,17 ±0,02	0,06 ±0,03	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,12 ±0,00	0,05 ±0,00	0,10 ±0,00	0,14 ±0,00	0,07 ±0,00	0,09 ±0,00	0,11 ±0,00	0,09 ±0,00	0,13 ±0,00	0,08 ±0,00	0,13 ±0,00	0,09 ±0,00	0,08 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00

Tabelul 7.12/ Table 7.12

Evoluția compuşilor volatili identificați pe parcursul fermentației alcoolice în variantele de Fetească regală (% din aria totală) - continuare/ The evolution of the volatile compounds identified during the alcoholic fermentation on Fetească regală variants (% of total area) - continued

C.V	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
47	1,74 ±0,01	0,17 ±0,00	0,38 ±0,01	0,42 ±0,03	1,59 ±0,02	0,15 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	1,90 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,82 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,25 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,51 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00
48	1,76 ±0,00	3,42 ±0,02	4,66 ±0,02	5,45 ±0,00	2,41 ±0,00	4,01 ±0,02	4,07 ±0,00	4,84 ±0,00	2,18 ±0,00	4,05 ±0,00	3,41 ±0,00	6,06 ±0,00	3,35 ±0,00	3,78 ±0,00	4,78 ±0,00	4,31 ±0,00	2,63 ±0,00	5,13 ±0,00	3,29 ±0,00	3,96 ±0,00	4,79 ±0,00	3,86 ±0,00	4,01 ±0,00	6,48 ±0,00
49	0,20 ±0,02	0,63 ±0,00	0,53 ±0,02	0,00 ±0,00	0,24 ±0,02	0,68 ±0,00	0,95 ±0,00	1,03 ±0,00	0,21 ±0,00	0,62 ±0,00	0,80 ±0,00	1,24 ±0,00	0,39 ±0,00	0,87 ±0,01	0,99 ±0,00	1,06 ±0,01	0,32 ±0,00	0,91 ±0,00	0,83 ±0,00	0,89 ±0,00	0,00 ±0,00	0,65 ±0,00	0,88 ±0,00	1,43 ±0,00
50	6,32 ±0,01	1,07 ±0,00	0,98 ±0,01	0,82 ±0,04	5,65 ±0,04	0,57 ±0,00	0,51 ±0,04	0,28 ±0,00	5,67 ±0,00	0,76 ±0,00	0,49 ±0,00	0,10 ±0,00	2,43 ±0,00	0,49 ±0,00	0,36 ±0,00	0,17 ±0,00	0,90 ±0,00	0,59 ±0,01	0,19 ±0,00	0,10 ±0,00	1,51 ±0,00	0,44 ±0,01	0,21 ±0,00	0,22 ±0,01
51	1,80 ±0,01	0,20 ±0,00	0,21 ±0,00	0,34 ±0,02	1,44 ±0,02	0,10 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	1,36 ±0,02	0,12 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,59 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,20 ±0,00	0,09 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,03	0,34 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
52	1,50 ±0,00	1,21 ±0,00	2,52 ±0,00	4,51 ±0,03	1,77 ±0,02	1,32 ±0,03	1,30 ±0,00	1,12 ±0,00	1,99 ±0,03	1,32 ±0,00	1,20 ±0,04	1,67 ±0,03	1,93 ±0,04	1,18 ±0,00	1,45 ±0,00	1,18 ±0,04	1,21 ±0,00	1,61 ±0,00	1,08 ±0,03	1,39 ±0,00	2,94 ±0,03	1,24 ±0,03	1,08 ±0,00	1,80 ±0,00
53	0,39 ±0,00	0,59 ±0,02	0,52 ±0,01	0,47 ±0,01	0,32 ±0,01	0,48 ±0,03	0,54 ±0,02	0,57 ±0,02	0,35 ±0,00	0,50 ±0,00	0,59 ±0,00	0,20 ±0,00	0,95 ±0,00	0,00 ±0,00	0,48 ±0,00	0,48 ±0,00	0,40 ±0,00	0,57 ±0,00	0,40 ±0,00	0,64 ±0,00	0,77 ±0,00	0,41 ±0,00	0,51 ±0,00	0,64 ±0,00
54	0,17 ±0,00	0,00 ±0,05	0,00 ±0,00	0,00 ±0,05	0,12 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,13 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,03	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,24 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,66 ±0,00	
55	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
56	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
57	0,00 ±0,00	0,49 ±0,04	0,38 ±0,04	0,21 ±0,00	0,00 ±0,00	0,58 ±0,05	0,82 ±0,02	0,80 ±0,03	0,00 ±0,00	0,54 ±0,01	0,60 ±0,05	0,97 ±0,02	0,00 ±0,00	0,41 ±0,01	0,73 ±0,00	0,63 ±0,02	0,00 ±0,00	0,67 ±0,00	0,62 ±0,02	0,68 ±0,01	0,00 ±0,00	0,34 ±0,00	0,51 ±0,00	0,00 ±0,00
58	0,92 ±0,00	0,24 ±0,03	0,18 ±0,00	0,09 ±0,03	0,75 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,83 ±0,03	0,15 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,34 ±0,02	0,24 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,13 ±0,05	0,14 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,28 ±0,00	0,23 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
59	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,04	4,79 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
60	2,19 ±0,03	0,35 ±0,03	0,27 ±0,00	0,12 ±0,01	1,94 ±0,01	0,16 ±0,01	0,13 ±0,00	0,00 ±0,00	2,06 ±0,01	0,22 ±0,01	0,14 ±0,01	0,00 ±0,00	0,78 ±0,00	0,16 ±0,01	0,10 ±0,01	0,00 ±0,00	0,54 ±0,00	0,23 ±0,01	0,07 ±0,01	0,00 ±0,00	0,44 ±0,00	0,20 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
61	0,25 ±0,03	0,00 ±0,02	0,00 ±0,03	0,00 ±0,01	0,22 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,26 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,04	0,00 ±0,05	0,00 ±0,04	0,00 ±0,04	0,00 ±0,00
62	1,20 ±0,00	0,27 ±0,02	1,38 ±0,05	2,77 ±0,02	0,95 ±0,06	0,32 ±0,02	0,24 ±0,04	0,00 ±0,00	1,38 ±0,02	0,15 ±0,02	0,25 ±0,2	0,00 ±0,00	0,70 ±0,02	0,18 ±0,03	0,25 ±0,00	0,00 ±0,00	0,33 ±0,00	0,26 ±0,04	0,14 ±0,00	0,00 ±0,00	1,10 ±0,04	0,13 ±0,00	0,13 ±0,00	0,00 ±0,00
63	10,44 ±0,02	1,54 ±0,01	0,97 ±0,01	0,30 ±0,01	8,60 ±0,01	0,77 ±0,00	0,48 ±0,01	0,00 ±0,00	9,95 ±0,01	1,07 ±0,06	0,51 ±0,06	0,00 ±0,00	4,03 ±0,04	0,76 ±0,01	0,39 ±0,01	0,00 ±0,04	1,72 ±0,03	1,04 ±0,01	0,26 ±0,01	0,00 ±0,00	2,58 ±0,01	0,59 ±0,01	0,15 ±0,02	0,00 ±0,00
64	0,00 ±0,00	2,77 ±0,05	1,67 ±0,04	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,04	0,00 ±0,03	0,00 ±0,01	0,00 ±0,01	0,00 ±0,01	0,00 ±0,02	0,00 ±0,00
65	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	1,70 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,04	2,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,46 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,02	0,20 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
66	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	6,96 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	7,20 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	5,22 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	5,13 ±0,00	0,00 ±0,00
67	3,65 ±0,03	0,62 ±0,02	0,43 ±0,01	0,23 ±0,02	2,98 ±0,02	0,52 ±0,01	0,31 ±0,00	0,00 ±0,01	3,50 ±0,01	0,50 ±0,02	0,00 ±0,01	0,00 ±0,01	1,47 ±0,01	0,36 ±0,00	0,00 ±0,02	0,73 ±0,00	0,53 ±0,00	0,00 ±0,04	0,00 ±0,04	0,00 ±0,04	1,07 ±0,01	0,32 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
68	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
69	0,52 ±0,00	0,00 ±0,01	0,77 ±0,00	0,70 ±0,00	0,36 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,66 ±0,01	0,00 ±0,00	0,00 ±0,02	0,00 ±0,01	0,16 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,27 ±0,04	0,00 ±0,03	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,34 ±0,04	0,00 ±0,04	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,04
70	0,00 ±0,01	4,18 ±0,00	2,77 ±0,01	0,83 ±0,00	0,00 ±0,01	3,52 ±0,00	1,16 ±0,01	1,18 ±0,02	0,00 ±0,00	3,04 ±0,01	1,57 ±0,00	1,32 ±0,02	0,00 ±0,00	0,73 ±0,01	0,51 ±0,00	1,07 ±0,01	1,03 ±0,04	1,07 ±0,01	1,05 ±0,00	0,00 ±0,00	0,81 ±0,02	0,94 ±0,00	2,75 ±0,01	

Tabelul 7.13/ Table 7.13

Evaluarea compușilor volatili din vinurile Fetească regală (% din aria totală)/ Evaluation of volatile compounds in Fetească regală wines (% of total area)

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
1	0,51±0,02 ^a	1,98±0,01 ^c	1,63±0,02 ^a	2,12±0,03^a	2,24±0,01 ^a	1,96±0,01 ^c	0,61±0,02 ^a	1,71±0,01 ^a	1,63±0,01 ^a	1,80±0,02 ^a	1,89±0,02 ^b	1,91±0,02^a	0,0000
2	0,19±0,00 ^a	0,34±0,01 ^a	0,42±0,01 ^d	0,44±0,01^a	0,35±0,01 ^{ab}	0,42±0,01 ^d	0,36±0,00 ^{bc}	0,37±0,00 ^c	0,41±0,01 ^d	0,36±0,00 ^{bc}	0,48±0,00 ^a	0,56±0,01^a	0,0000
3	3,83±0,02 ^a	4,35±0,02 ^a	3,96±0,00 ^a	4,46±0,01^a	4,27±0,00 ^a	4,36±0,01 ^a	3,78±0,00 ^a	4,81±0,01^a	4,25±0,00 ^a	4,21±0,01 ^a	4,44±0,01 ^a	4,09±0,00 ^a	0,0000
4	3,60±0,02^d	1,25±0,02 ^a	1,11±0,00 ^b	1,40±0,02 ^a	1,07±0,00 ^a	1,33±0,02 ^c	3,63±0,03 ^d	1,30±0,03 ^c	1,11±0,03 ^b	1,32±0,00 ^c	1,06±0,03 ^a	1,45±0,00 ^a	0,0000
5	0,18±0,00^{bc}	0,12±0,02 ^a	0,15±0,00 ^{abc}	0,15±0,02 ^{abc}	0,12±0,01 ^a	0,16±0,02 ^{abc}	0,19±0,03^c	0,17±0,03 ^{bc}	0,15±0,00 ^{abc}	0,12±0,05 ^a	0,16±0,04 ^{abc}	0,14±0,05 ^{ab}	ns
6	0,09±0,01 ^a	0,12±0,01 ^{bc}	0,09±0,00 ^a	0,11±0,00 ^{abd}	0,11±0,01 ^{ab}	0,14±0,01^c	0,18±0,03^e	0,13±0,04 ^{bc}	0,14±0,03 ^{cd}	0,14±0,00 ^{cd}	0,14±0,00 ^{cd}	0,16±0,00 ^{de}	0,0000
7	0,13±0,02 ^a	0,19±0,02^c	0,18±0,00 ^c	0,19±0,01^c	0,14±0,00 ^{ab}	0,14±0,00 ^{ab}	0,38±0,00^a	0,15±0,01 ^b	0,15±0,00 ^b	0,13±0,00 ^a	0,06±0,00 ^a	0,08±0,00 ^a	0,0000
8	37,19±0,01 ^a	41,82±0,03 ^a	42,39±0,03 ^a	45,67±0,02 ^a	45,51±0,02 ^a	49,89±0,00^a	36,71±0,00 ^a	46,52±0,00 ^a	42,29±0,02 ^a	42,55±0,01 ^a	45,79±0,00^a	45,19±0,00 ^a	0,0000
9	1,15±0,00^a	0,71±0,03 ^d	0,70±0,03 ^d	0,78±0,00 ^a	0,64±0,00 ^b	0,92±0,02 ^a	1,21±0,00^a	0,65±0,00 ^{bc}	0,57±0,01 ^a	0,67±0,01 ^c	0,59±0,01 ^a	0,83±0,00 ^a	0,0000
10	0,25±0,02 ^b	0,37±0,02^a	0,32±0,00 ^{cd}	0,33±0,01 ^d	0,25±0,01 ^b	0,26±0,01 ^b	0,21±0,00 ^a	0,30±0,00^c	0,26±0,00 ^b	0,26±0,03 ^b	0,15±0,01 ^a	0,17±0,00 ^a	0,0000
11	0,15±0,07^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,17±0,00^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
12	0,13±0,00^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,19±0,00^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
13	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0±0,00 ^a	ns
14	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	ns
15	0,95±0,00 ^a	1,86±0,01 ^a	1,92±0,01 ^a	2,07±0,00^a	2,15±0,00 ^a	1,57±0,00 ^a	0,91±0,00 ^a	1,95±0,00 ^a	1,98±0,00 ^a	1,82±0,00 ^a	2,07±0,00^a	1,75±0,00 ^a	0,0000
16	1,22±0,04^a	0,85±0,01 ^c	0,81±0,04 ^{ab}	0,96±0,00 ^{de}	0,78±0,04 ^a	0,64±0,00 ^a	1,00±0,01^e	0,83±0,01 ^a	0,77±0,00 ^a	0,80±0,03 ^{ab}	0,87±0,00 ^c	0,92±0,03 ^a	0,0000
17	0,69±0,00 ^a	1,09±0,00 ^{bc}	1,13±0,00 ^d	1,22±0,00^f	0,90±0,00 ^a	1,21±0,00 ^{ef}	0,68±0,00 ^a	1,16±0,00^a	1,11±0,00 ^{cd}	1,08±0,03 ^b	1,19±0,00 ^c	1,04±0,03 ^a	0,0000
18	0,19±0,00^a	0,14±0,01 ^c	0,15±0,00 ^c	0,17±0,00 ^b	0,15±0,00 ^c	0,12±0,00 ^b	0,37±0,03^a	0,15±0,02 ^c	0,15±0,00 ^c	0,11±0,00 ^a	0,14±0,00 ^c	0,10±0,00 ^a	0,0000
19	2,33±0,04^{de}	1,67±0,3 ^b	1,80±0,06 ^{bc}	1,90±0,01 ^c	1,66±0,00 ^{bd}	2,22±0,00 ^a	2,41±0,00^e	1,34±0,00 ^a	1,04±0,00 ^a	1,35±0,00 ^a	1,27±0,00 ^a	1,85±0,00 ^c	0,0000
20	0,50±0,02^b	0,49±0,10 ^b	0,05±0,00 ^a	0,48±0,00 ^b	0,38±0,00 ^a	0,49±0,00 ^b	0,33±0,02 ^a	0,36±0,02^a	0,35±0,01 ^a	0,31±0,00 ^a	0,31±0,01 ^a	0,25±0,00 ^a	0,0000
21	0,00±0,00 ^a	0,06±0,00 ^{ac}	0,05±0,00 ^a	0,06±0,00 ^{ac}	0,03±0,00 ^b	0,07±0,00^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,03±0,00^b	0,0000
22	2,59±0,02 ^a	0,57±0,01 ^{bc}	0,56±0,02 ^b	0,60±0,00 ^a	0,59±0,02 ^c	0,69±0,03^a	3,20±0,03^a	0,04±0,01 ^a	0,06±0,01 ^a	0,05±0,00 ^a	0,73±0,01 ^a	0,63±0,01 ^a	0,0000
23	0,15±0,00 ^a	0,34±0,00 ^c	0,34±0,01 ^c	0,32±0,02 ^{bc}	0,39±0,02^d	0,39±0,00^d	0,13±0,04 ^a	0,34±0,00 ^c	0,33±0,02 ^c	0,33±0,00 ^a	0,37±0,00^d	0,30±0,02 ^b	0,0000
24	1,64±0,02^a	1,04±0,02 ^a	1,13±0,02 ^b	1,00±0,02 ^a	1,14±0,01 ^b	1,05±0,00 ^a	3,95±0,00^a	1,91±0,00 ^a	2,02±0,02 ^a	1,73±0,03 ^a	1,38±0,03 ^a	1,79±0,02 ^a	0,0000
25	0,41±0,08 ^{bc}	0,41±0,08 ^{abc}	0,36±0,08 ^{ab}	0,48±0,04^{cd}	0,34±0,06 ^a	0,42±0,04 ^{abc}	0,76±0,05^a	0,36±0,06 ^b	0,44±0,02 ^{bc}	0,44±0,01 ^{bcd}	0,49±0,00 ^{cd}	0,53±0,00 ^d	0,0000

1 - 1-Propanol; 2 - Butanoat de etil; 3 - 3-Metil-1-propanol; 4 - Acetat de 3-metilbutil; 5 - 1-Butanol; 6 - 3-Penten-2-ol; 7 - Dodecan; 8 - 3-Metil-1-butanol; 9 - Hexanoat de etil; 10 - Dotriacontan; 11 - Acetat de hexil; 12 - 3-Hidroxi-2-butanonă; 13 - 4-Metiltetradecan; 14 - 2,6,10,14-Tetrametilhexadecan; 15 - 2-Hidroxiopropanoat de etil; 16 - 1-Hexanol; 17 - 3-Etoxi-1-propanol; 18 - Izotetradecan; 19 - Octanoat de etil; 20 - Eicosan; 21 - 1-Propilaziridină; 22 - Acid acetic; 23 - 3-Hidroxiutanoat de etil; 24 - 2,3-Butandiol; 25 - 1,3-butandiol.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistică semnificativă ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență semnificativă din punct de vedere statistic față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

Tabelul 7.13/ Table 7.13

Evaluarea compuşilor volatili din vinurile Fetească regală (% din aria totală) - continuare/ Evaluation of volatile compounds in Fetească regală wines (% of total area) - continued

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
26	0,15±0,01 ^{bcd}	0,13±0,01 ^{ab}	0,14±0,01 ^{ab}	0,15±0,03 ^{bcd}	0,11±0,02 ^a	0,18±0,04^d	0,15±0,02 ^{cd}	0,17±0,03 ^{bcd}	0,15±0,00 ^{bcd}	0,14±0,01 ^{abc}	0,17±0,00^{bcd}	0,14±0,02 ^{abc}	0,0245
27	0,14±0,00^{bcd}	0,12±0,00 ^{abc}	0,11±0,04 ^{ab}	0,12±0,04 ^{abc}	0,11±0,03 ^{ab}	0,11±0,02 ^{ab}	0,17±0,02^d	0,16±0,04 ^{cd}	0,12±0,00 ^{abc}	0,11±0,02 ^b	0,09±0,03 ^a	0,08±0,00 ^a	0,0098
28	1,85±0,04^e	1,15±0,02 ^e	1,44±0,03 ^e	1,26±0,03 ^e	1,07±0,03 ^e	1,38±0,02 ^e	1,83±0,02^e	1,18±0,00 ^e	1,06±0,02 ^e	1,15±0,03 ^e	1,22±0,00 ^e	1,27±0,02 ^e	0,0000
29	0,32±0,01 ^d	0,29±0,01 ^{bc}	0,27±0,03 ^{abc}	0,29±0,02 ^{bc}	0,00±0,00 [*]	0,33±0,03^d	0,33±0,02^e	0,29±0,04^{bcd}	0,25±0,00 ^{ab}	0,25±0,04 ^{ab}	0,30±0,04 ^{cd}	0,23±0,00 ^a	0,0000
30	0,31±0,00 ^{abc}	0,43±0,02 ^d	0,42±0,04 ^d	0,44±0,03 ^d	0,46±0,03 ^d	0,51±0,02^e	0,31±0,02 ^{ac}	0,34±0,03 ^{bc}	0,27±0,01 ^a	0,31±0,00 ^{abc}	0,30±0,04 ^{ab}	0,35±0,00^{bc}	0,0000
31	0,13±0,02 ^{bc}	0,14±0,01 ^b	0,16±0,03^c	0,13±0,04 ^{bc}	0,13±0,00 ^b	0,16±0,00^c	0,12±0,00 ^{ab}	0,15±0,00^b	0,15±0,03^b	0,13±0,03 ^{bc}	0,15±0,01^{bc}	0,09±0,00 ^a	0,0155
32	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
33	0,18±0,01 ^e	0,31±0,02 ^a	0,31±0,03 ^a	0,31±0,00 ^a	0,28±0,04 ^a	0,36±0,02^b	0,23±0,00 ^e	0,30±0,02 ^a	0,29±0,03 ^a	0,32±0,03^{ab}	0,30±0,00 ^a	0,28±0,04 ^a	0,0000
34	0,00±0,00 ^a	0,10±0,00^e	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,10±0,00^b	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
35	0,20±0,04^d	0,15±0,03 ^{abc}	0,15±0,03 ^{abc}	0,12±0,04 ^a	0,12±0,00 ^a	0,18±0,00 ^{cd}	0,19±0,02^{cd}	0,16±0,04 ^{abcd}	0,14±0,00 ^{ab}	0,13±0,04 ^a	0,15±0,00 ^{abc}	0,13±0,00 ^a	0,0128
36	1,08±0,03 ^a	1,87±0,03 ^{bc}	1,90±0,02 ^c	1,53±0,00 ^e	1,60±0,00 ^e	2,16±0,04^e	1,09±0,00 ^a	2,02±0,04 ^d	1,88±0,03 ^{bc}	1,85±0,00 ^b	2,04±0,03^d	1,78±0,00 ^e	0,0000
37	2,18±0,02^e	0,92±0,03 ^e	0,90±0,02 ^{fg}	0,80±0,02 ^{bc}	0,89±0,00 ^{ef}	0,78±0,00 ^{ab}	1,94±0,00^e	0,95±0,00 ^e	0,82±0,00 ^e	0,86±0,00 ^d	0,87±0,00 ^{de}	0,77±0,00 ^a	0,0000
38	0,33±0,03^e	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,29±0,00^e	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
39	0,18±0,01 ^{bcd}	0,18±0,03 ^{bcd}	0,19±0,03^{cd}	0,17±0,00 ^{bc}	0,12±0,00 ^a	0,12±0,00 ^a	0,16±0,00 ^b	0,19±0,00 ^{cd}	0,19±0,00 ^e	0,16±0,00 ^b	0,20±0,00^d	0,12±0,00 ^a	0,0000
40	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
41	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00 ^e	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
42	0,00±0,00	0,18±0,02^{cd}	0,21±0,00 ^d	0,13±0,00 ^{ab}	0,15±0,02 ^{abc}	0,16±0,00 ^{bc}	0,05±0,02 ^e	0,12±0,00 ^a	0,14±0,04 ^{ab}	0,13±0,02 ^{ab}	0,15±0,04^{abc}	0,12±0,00 ^a	0,0000
43	4,28±0,05^e	2,42±0,00 ^b	2,45±0,00 ^b	2,09±0,00 ^e	1,93±0,00 ^e	2,31±0,00 ^a	3,60±0,04^e	2,72±0,01 ^c	2,28±0,01 ^a	2,45±0,00 ^b	2,36±0,00 ^e	2,74±0,00 ^e	0,0000
44	0,34±0,04	0,41±0,02	0,46±0,00	0,42±0,00	0,48±0,04	0,38±0,06	0,31±0,00	0,45±0,04	0,40±0,01	0,41±0,00	0,46±0,02	0,39±0,04	ns
45	13,51±0,02^e	12,85±0,01 ^e	12,79±0,00 ^e	12,65±0,00 ^e	15,26±0,00 ^e	10,80±0,02 ^e	12,11±0,00 ^e	13,55±0,00 ^e	12,15±0,02 ^e	12,23±0,00 ^e	13,61±0,00^e	13,41±0,00 ^e	0,0000
46	0,17±0,07^b	0,09±0,03 ^a	0,11±0,00 ^a	0,11±0,01 ^a	0,13±0,00 ^e	0,09±0,01 ^a	0,17±0,00^b	0,12±0,01 ^a	0,10±0,00 ^a	0,11±0,01 ^a	0,10±0,01 ^a	0,09±0,00 ^a	0,0010
47	0,24±0,03 ^a	0,46±0,00 ^e	0,44±0,02 ^{de}	0,53±0,00 ^e	0,54±0,02^e	0,27±0,00 ^b	0,26±0,00 ^{ab}	0,48±0,02 ^f	0,42±0,00 ^{ce}	0,40±0,02 ^c	0,49±0,00^f	0,44±0,00 ^{de}	0,0000
48	8,18±0,00^e	4,44±0,03 ^a	4,29±0,02 ^e	5,19±0,00 ^e	4,74±0,00 ^b	3,63±0,01 ^e	7,37±0,00^e	4,90±0,01 ^e	4,12±0,00 ^e	4,52±0,02 ^a	4,71±0,3 ^b	5,45±0,00 ^e	0,0000
49	0,87±0,05 ^e	0,74±0,02 ^e	0,64±0,02 ^{ab}	0,89±0,00^e	0,73±0,03 ^e	0,50±0,03 ^e	0,68±0,00 ^c	0,69±0,03^{cd}	0,61±0,00 ^a	0,61±0,01 ^a	0,66±0,01 ^{bcef}	0,70±0,00 ^{de}	0,0000
50	0,19±0,06 ^a	0,44±0,02 ^{ab}	0,44±0,50 ^a	0,49±0,03^b	0,51±0,02^b	0,37±0,02 ^{ab}	0,19±0,03 ^a	0,46±0,05 ^b	0,43±0,06 ^{ab}	0,42±0,00 ^{ab}	0,47±0,07^b	0,44±0,00 ^{ab}	ns

26 - Acid 2-metilpropanoic; 27 - Acid hexadecanoic; 28 - Decanoat de etil; 29 - Acid butanoic; 30 - Butandioat de dietil; 31 - Docosan; 32 -9-decenoat de etil; 33 - Acid 3-metilbutanoic; 34 - Undecan; 35 - 1,3-Ditiolan; 36 - Acetat de 2-propanil; 37 - 4-Hidroxiubutanoat de etil-1; 37 - Acetat de 2-feniletil; 39 - Heneicosan; 40 - Dodecanoat de etil; 41 - Decanoat de 3-metilbutil; 42 - N-(3-metilbutil) acetamidă; 43 - Acid hexanoic; 44 - Acetat de butil; 45 - 1-fenil etanol; 46 - 2,6-Dimetil-3-7-octadien-2,6-diol; 47 - Dietil 2,3-dihidroxiubutandioat; 48 - Acid octanoic; 49 - 4-Etenil-2-metoxifenol; 50 - 5-Propil-2-oxolanonă.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistică semnificativă ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență semnificativă din punct de vedere statistic față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

Tabelul 7.13/ Table 7.13

Evaluarea compușilor volatili din vinurile Fetească regală (% din aria totală) - continuare/ Evaluation of volatile compounds in Fetească regală wines (% of total area) - continued

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
51	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
52	2,19 ±0,01 [*]	0,89±0,01 [*]	0,93±0,00 ^b	1,05±0,01 ^d	1,06±0,01 ^d	0,73±0,00 [*]	1,99 ±0,01 [*]	0,95±0,00 ^e	0,82±0,00 ^a	0,82±0,01 ^a	0,94±0,00 ^{bc}	1,06±0,01 ^d	0,0000
53	0,49±0,05 ^{fg}	0,44±0,03 ^{de}	0,42±0,02 ^{cd}	0,53 ±0,02 ^{eg}	0,41±0,01 ^{cd}	0,48±0,04 ^{ef}	0,35±0,00 ^{ab}	0,40 ±0,04 ^{cd}	0,38±0,00 ^{bc}	0,34±0,04 ^{ab}	0,32±0,00 ^a	0,26±0,01 [*]	0,0000
54	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
55	0,28 ±0,00 [*]	0,14±0,00 [*]	0,18±0,00 [*]	0,11±0,00 ^a	0,15±0,00 [*]	0,16±0,00 [*]	0,25 ±0,00 [*]	0,11±0,00 ^a	0,08±0,00 [*]	0,09±0,00 [*]	0,13±0,00 [*]	0,10±0,00 [*]	0,0000
56	1,78 ±0,04 [*]	0,61±0,04 ^d	0,52±0,03 ^c	0,53±0,03 ^{bc}	0,62±0,00 ^d	0,43±0,03 ^a	1,56 ±0,00 [*]	0,63±0,02 ^d	0,51±0,00 ^c	0,45±0,00 ^b	0,53±0,02 ^c	0,39±0,02 ^a	0,0000
57	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,12±0,04 [*]	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,27 ±0,04 [*]	0,17±0,00 [*]	0,00±0,00 ^a	0,0000
58	2,41±0,06 ^a	2,41±0,04 ^a	2,47±0,00 [*]	2,88±0,00 [*]	3,04±0,00 [*]	3,31 ±0,00 [*]	2,56±0,00 [*]	3,02±0,00 [*]	2,68±0,00 ^b	3,20±0,00 [*]	3,63 ±0,00 [*]	2,70±0,00 ^b	0,0000
59	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
60	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
61	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
62	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
63	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
64	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
65	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
66	0,00±0,00 ^a	5,92±0,01 [*]	6,04 ±0,04 [*]	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	4,67±0,00 [*]	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
67	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
68	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,20±0,04 [*]	0,14±0,06 ^b	1,09 ±0,03 [*]	0,40±0,06 [*]	0,27±0,03 [*]	0,10±0,03 ^b	0,0000
69	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
70	0,00±0,00 ^a	2,03±0,03 [*]	1,97±0,02 [*]	2,17±0,01 ^c	2,21 ±0,03 ^c	1,66±0,02 ^b	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	2,41±0,00 [*]	2,74 ±0,04 [*]	1,70±0,00 ^b	2,58±0,05 [*]	0,0000

51 - 9-Hexadecanoat de etil; 52 - Acid decanoic; 53 - 2,4-Diterț-butilfenol; 54 - 3,7,11-Trimetil-2,6,10-dodecatrienol; 55 - 5-(1-Hidroxietyl)-2-oxolanonă; 56 - 4-Etenilfenol; 57 - 2,3-Dimetil-1-pentenă; 58 - Butandioat de dimetil; 59 - Octadecanoat de etil; 60 - 9-octadecenoat de etil; 61 - Metil-10-octadecenoat; 62 - Acid dodecanoic; 63 - 9,12-octadecadienoat de etil; 64 - 2,3,5,8-tetrametil-1,5,9-decatrienă; 65 - Geranil linalool; 66 - 9-Octadecenamidă; 67 - Linoleolat de etil; 68 - 2-Metil-4-octanol; 69 - Acid 1-tetradecanoic; 70 - Acid octadecanoic.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistică semnificativă ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență semnificativă din punct de vedere statistic față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

Tabelul 7.14/ Table 7.14

Evoluția compușilor volatili identificați pe parcursul fermentației alcoolice în variantele de Sauvignon blanc (% din aria totală)/ The evolution of the volatile compounds during the alcoholic fermentation of Sauvignon blanc variants (% of total area)

C	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	0,55 ±0,06	0,37 ±0,06	0,50 ±0,07	0,39 ±0,09	0,57 ±0,00	0,43 ±0,01	0,48 ±0,00	0,26 ±0,02	0,56 ±0,00	0,58 ±0,00	0,63 ±0,01	0,46 ±0,02	0,65 ±0,00	0,47 ±0,08	0,38 ±0,00	0,49 ±0,03	0,86 ±0,00	0,75 ±0,02	0,55 ±0,07	0,63 ±0,00	0,68 ±0,00	0,38 ±0,00	0,35 ±0,06	0,56 ±0,05
2	0,24 ±0,01	0,00 ±0,01	0,00 ±0,00	0,14 ±0,03	0,27 ±0,01	0,23 ±0,03	0,00 ±0,00	0,00 ±0,07	0,38 ±0,01	0,32 ±0,00	0,04 ±0,02	0,14 ±0,03	0,34 ±0,00	0,25 ±0,00	0,00 ±0,03	0,00 ±0,04	0,44 ±0,00	0,09 ±0,00	0,17 ±0,00	0,00 ±0,02	0,83 ±0,06	0,24 ±0,06	0,00 ±0,03	0,00 ±0,00
3	0,12 ±0,02	0,00 ±0,00	0,11 ±0,04	0,11 ±0,00	0,12 ±0,03	0,14 ±0,05	0,09 ±0,06	0,13 ±0,00	0,14 ±0,02	0,14 ±0,08	0,06 ±0,01	0,10 ±0,00	0,14 ±0,01	0,12 ±0,00	0,16 ±0,00	0,14 ±0,00	0,17 ±0,00	0,18 ±0,03	0,18 ±0,00	0,14 ±0,02	0,17 ±0,02	0,15 ±0,00	0,14 ±0,03	0,12 ±0,03
4	5,64 ±0,06	5,18 ±0,04	5,15 ±0,03	4,83 ±0,02	5,85 ±0,00	6,04 ±0,00	4,95 ±0,00	4,30 ±0,00	6,12 ±0,03	7,63 ±0,03	5,73 ±0,00	5,39 ±0,00	5,72 ±0,03	5,37 ±0,09	5,84 ±0,02	4,61 ±0,00	8,40 ±0,01	7,20 ±0,00	6,19 ±0,01	5,95 ±0,00	5,44 ±0,01	6,31 ±0,00	5,86 ±0,01	5,70 ±0,00
5	0,27 ±0,00	0,28 ±0,00	0,28 ±0,00	0,39 ±0,00	0,25 ±0,00	0,34 ±0,00	0,28 ±0,00	0,30 ±0,00	0,23 ±0,00	0,29 ±0,00	0,40 ±0,00	0,37 ±0,00	0,28 ±0,00	0,31 ±0,00	0,41 ±0,00	0,32 ±0,00	0,35 ±0,00	0,32 ±0,00	0,45 ±0,00	0,45 ±0,00	0,30 ±0,00	0,30 ±0,00	0,36 ±0,00	0,36 ±0,00
6	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,11 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,00	0,00 ±0,00	0,11 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,00± 0,00	0,00 ±0,00	0,09 ±0,00	0,00± 0,00
7	0,15 ±0,00	0,14 ±0,00	0,11 ±0,00	0,08 ±0,00	0,14 ±0,00	0,11 ±0,00	0,14 ±0,00	0,10 ±0,00	0,14 ±0,00	0,24 ±0,00	0,15 ±0,00	0,09 ±0,00	0,18 ±0,00	0,15 ±0,00	0,14 ±0,00	0,09 ±0,00	0,16 ±0,00	0,13 ±0,00	0,11 ±0,00	0,11 ±0,00	0,19 ±0,00	0,17 ±0,00	0,12 ±0,00	0,12 ±0,00
8	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,13 ±0,04	0,13 ±0,04	0,10 ±0,02	0,00 ±0,00	0,15 ±0,06	0,00 ±0,04	0,11 ±0,02	0,08 ±0,09	0,18 ±0,00	0,13 ±0,09	0,08 ±0,00	0,11 ±0,00	0,18 ±0,00	0,13 ±0,00	0,09 ±0,00	0,09± 0,00
9	35,02 ±0,09	32,44 ±0,07	29,87 ±0,00	18,44 ±0,09	36,30 ±0,00	26,93 ±0,06	28,66 ±0,08	24,89 ±0,09	37,30 ±0,06	23,87 ±0,08	24,54 ±0,06	16,14 ±0,07	38,82 ±0,00	33,89 ±0,04	20,62 ±0,03	18,51 ±0,08	18,57 ±0,05	18,97 ±0,08	19,11 ±0,03	19,80 ±0,07	35,05 ±0,09	33,05 ±0,03	20,62 ±0,06	17,45 ±0,00
10	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,05	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,13 ±0,03	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,12 ±0,01	0,05 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,11 ±0,01	0,11 ±0,02	0,00 ±0,00	0,11 ±0,00
11	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,03	0,13 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,07 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,32 ±0,00	0,52 ±0,00	0,00 ±0,00	0,11 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,05 ±0,00
12	0,62 ±0,00	0,56 ±0,03	0,40 ±0,06	0,44 ±0,00	0,60 ±0,00	0,64 ±0,06	0,40 ±0,05	0,35 ±0,08	0,57 ±0,02	0,63 ±0,02	0,44 ±0,00	0,45 ±0,00	0,70 ±0,00	0,64 ±0,00	0,46 ±0,00	0,41 ±0,00	0,81 ±0,00	0,45 ±0,00	0,00 ±0,00	0,59 ±0,00	0,91 ±0,00	0,54 ±0,00	0,58 ±0,00	0,55 ±0,00
13	0,19 ±0,02	0,00 ±0,00	0,12 ±0,00	0,10 ±0,00	0,21 ±0,00	0,20 ±0,06	0,12 ±0,05	0,12 ±0,08	0,27 ±0,02	0,26 ±0,02	0,14 ±0,00	0,13 ±0,00	0,31 ±0,00	0,19 ±0,00	0,19 ±0,00	0,15 ±0,00	0,35 ±0,00	0,25 ±0,00	0,14 ±0,00	0,23 ±0,00	0,31 ±0,00	0,20 ±0,00	0,18 ±0,00	0,16 ±0,00
14	0,23 ±0,06	0,13 ±0,01	0,14 ±0,03	0,12 ±0,03	0,23 ±0,09	0,22 ±0,00	0,15 ±0,00	0,15 ±0,04	0,32 ±0,00	0,33 ±0,04	0,13 ±0,00	0,12 ±0,03	0,44 ±0,00	0,16 ±0,00	0,22 ±0,00	0,15 ±0,00	0,35 ±0,00	0,05 ±0,00	0,15 ±0,00	0,25 ±0,00	0,48 ±0,00	0,19 ±0,00	0,18 ±0,00	0,24 ±0,00
15	0,29 ±0,07	0,00 ±0,00	0,26 ±0,08	0,21 ±0,05	0,35 ±0,00	0,30 ±0,09	0,26 ±0,00	0,23 ±0,00	0,34 ±0,04	0,36 ±0,00	0,38 ±0,00	0,29 ±0,07	0,36 ±0,00	0,26 ±0,08	0,28 ±0,00	0,24 ±0,05	0,38 ±0,06	0,30 ±0,06	0,29 ±0,07	0,28 ±0,07	0,34 ±0,09	0,32 ±0,09	0,35 ±0,09	0,30 ±0,00
16	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,09 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,08 ±0,02	0,07 ±0,06	0,11 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,11 ±0,06	0,00 ±0,00	0,00 ±0,06	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
17	0,14 ±0,02	0,25 ±0,07	0,10 ±0,05	0,08 ±0,06	0,16 ±0,00	0,18 ±0,00	0,11 ±0,00	0,11 ±0,00	0,23 ±0,00	0,22 ±0,00	0,13 ±0,00	0,10 ±0,00	0,22 ±0,00	0,14 ±0,00	0,17 ±0,00	0,14 ±0,00	0,26 ±0,00	0,35 ±0,00	0,12 ±0,00	0,16 ±0,00	0,28 ±0,00	0,16 ±0,00	0,15 ±0,00	0,12 ±0,00
18	0,13 ±0,05	0,13 ±0,00	0,12 ±0,01	0,08 ±0,06	0,15 ±0,00	0,12 ±0,00	0,13 ±0,00	0,10 ±0,00	0,15 ±0,00	0,22 ±0,00	0,15± 0,00	0,08 ±0,00	0,15 ±0,00	0,14 ±0,00	0,16 ±0,00	0,11 ±0,00	0,19 ±0,00	0,19 ±0,00	0,09 ±0,00	0,12 ±0,00	0,21 ±0,00	0,14 ±0,00	0,14 ±0,00	0,10 ±0,00
19	0,45 ±0,07	0,84 ±0,02	2,35 ±0,07	3,51 ±0,05	0,45 ±0,00	1,10 ±0,01	2,59 ±0,00	3,42 ±0,00	0,48 ±0,00	1,41 ±0,00	3,12 ±0,00	3,89 ±0,00	0,43 ±0,00	0,97 ±0,09	3,21 ±0,04	3,41 ±0,00	0,55 ±0,05	1,20 ±0,00	2,95 ±0,00	4,86 ±0,00	0,45 ±0,00	1,19 ±0,00	3,68 ±0,00	4,15 ±0,00
20	0,88 ±0,02	0,67 ±0,05	0,61 ±0,07	0,62 ±0,09	0,93 ±0,00	0,94 ±0,03	0,56 ±0,00	0,59 ±0,04	1,11 ±0,00	1,08 ±0,00	0,71 ±0,00	0,63 ±0,00	0,77 ±0,00	0,86 ±0,00	0,83 ±0,00	0,59 ±0,00	1,09 ±0,00	1,00 ±0,04	0,73 ±0,00	0,91 ±0,00	0,73 ±0,04	0,62 ±0,00	0,83± 0,80	0,80 ±0,00
21	0,32 ±0,07	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,20 ±0,01	0,34 ±0,00	0,30 ±0,00	0,23 ±0,04	0,19 ±0,00	0,37 ±0,00	0,37 ±0,00	0,31 ±0,00	0,24 ±0,00	0,37 ±0,00	0,23 ±0,00	0,28 ±0,00	0,19 ±0,07	0,48 ±0,00	0,45 ±0,04	0,24 ±0,04	0,29 ±0,04	0,35 ±0,00	0,36 ±0,06	0,28 ±0,06	0,19 ±0,00
22	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,14 ±0,00	0,14 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,00	0,08 ±0,00	0,19 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,11 ±0,00	0,14 ±0,00	0,12 ±0,04	0,09 ±0,00	0,99 ±0,00

Tabelul 7.14/ Table 7.14

Evoluția compușilor volatili identificați pe parcursul fermentației alcoolice în variantele de Sauvignon blanc (% din aria totală) - continuare/ The evolution of the volatile compounds identified during the alcoholic fermentation on Sauvignon blanc variants (% of total area) - continued

C	V1				V2				V3				V4				V5				V6				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
23	1.63	0.26	1.14	1.28	1.26	1.52	1.05	1.04	1.50	1.43	1.37	1.35	1.44	1.94	1.03	1.23	1.82	1.87	1.45	1.49	2.02	2.06	1.57	1.65	
	±0.03	±0.04	±0.06	±0.04	±0.08	±0.01	±0.01	±0.07	±0.07	±0.04	±0.00	±0.00	±0.00	±0.01	±0.00	±0.01	±0.00	±0.00	±0.01	±0.03	±0.06	±0.03	±0.06	±0.04	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.11	0.00	0.00	0.12	0.00	0.08	0.00	0.15	0.09	0.00	0.09	0.12	0.00	0.08	0.00	
	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.06	±0.06	±0.00	±0.00	±0.06	±0.00	±0.04	±0.00	±0.06	±0.06	±0.00	±0.06	±0.04	±0.00	±0.04	±0.00	
24	0.14	0.00	0.09	0.00	0.16	0.15	0.10	0.11	0.24	0.26	0.12	0.10	0.19	0.15	0.17	0.13	0.28	0.20	0.13	0.17	0.28	0.15	0.14	0.13	
	±0.04	±0.00	±0.01	±0.00	±0.06	±0.04	±0.01	±0.06	±0.01	±0.01	±0.06	±0.08	±0.08	±0.00	±0.08	±0.00	±0.00	±0.06	±0.08	±0.03	±0.00	±0.03	±0.06	±0.03	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.13	0.10	0.00	0.08	0.12	0.00	0.00	0.00	
	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.06	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	
25	4.48	4.67	5.31	4.66	4.71	5.22	5.32	4.19	4.56	8.00	2.41	5.70	5.83	2.82	6.05	5.15	3.16	3.95	4.97	6.41	3.13	5.48	6.31	5.32	
	±0.03	±0.03	±0.06	±0.00	±0.04	±0.00	±0.04	±0.06	±0.06	±0.04	±0.06	±0.06	±0.06	±0.06	±0.06	±0.00	±0.04	±0.06	±0.06	±0.06	±0.08	±0.06	±0.08	±0.06	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.13	0.00	0.08	0.17	0.18	0.10	0.00	0.15	0.12	0.13	0.10	0.21	0.23	0.00	0.11	0.18	0.12	0.10	0.00	
	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.01	±0.01	±0.00	±0.01	±0.01	±0.00	±0.01	±0.00	±0.04	±0.00	±0.00	±0.03	±0.00	±0.03	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	
26	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.15	0.12	0.10	0.15	0.17	0.17	0.10	0.13	0.14	0.13	0.09	0.19	0.21	0.14	0.17	0.14	0.16	0.17	0.09	
	±0.03	±0.06	±0.01	±0.06	±0.08	±0.06	±0.06	±0.03	±0.03	±0.03	±0.01	±0.06	±0.01	±0.06	±0.06	±0.06	±0.01	±0.03	±0.01	±0.03	±0.01	±0.06	±0.00	±0.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.12	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.09	0.00	
	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.03	±0.00	±0.00	±0.06	±0.00	
27	1.62	1.60	2.13	2.08	1.31	1.61	1.72	1.49	0.77	1.42	1.53	1.02	0.32	0.23	1.46	1.27	0.32	0.32	0.96	1.60	0.00	0.32	1.01	1.45	
	±0.03	±0.06	±0.03	±0.01	±0.03	±0.06	±0.01	±0.04	±0.00	±0.00	±0.00	±0.06	±0.00	±0.06	±0.00	±0.06	±0.03	±0.00	±0.08	±0.00	±0.00	±0.00	±0.03	±0.00	±0.00
	0.16	1.60	0.31	0.12	0.12	0.15	0.15	0.25	0.14	0.17	0.15	0.17	0.00	0.00	0.13	0.11	0.14	0.16	0.12	0.21	0.00	0.12	0.00	0.05	
	±0.00	±0.00	±0.00	±0.03	±0.00	±0.01	±0.00	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.00	±0.00	±0.00	±0.03	±0.00	±0.03	±0.00	±0.08	±0.00	±0.08	±0.00	±0.03	±0.00	±0.08
28	0.38	0.31	0.35	0.31	0.37	0.39	0.31	0.25	0.34	0.12	0.26	0.20	0.28	0.25	0.15	0.36	0.48	0.25	0.33	0.40	0.22	0.27	0.35	0.35	
	±0.04	±0.06	±0.06	±0.01	±0.03	±0.00	±0.00	±0.01	±0.04	±0.04	±0.00	±0.01	±0.00	±0.03	±0.03	±0.03	±0.00	±0.04	±0.00	±0.00	±0.03	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.11	0.11	0.00	0.14	0.16	0.13	0.00	0.15	0.00	0.14	0.00	0.16	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.10	
	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.01	±0.00	±0.03	±0.00	±0.03	±0.00	±0.01	±0.00	±0.03	±0.00	±0.01	±0.00	±0.08	±0.00	±0.01	±0.00	±0.01	±0.00	±0.04	±0.00	±0.04
29	1.73	2.29	1.01	1.20	0.96	1.09	1.01	1.06	1.24	0.88	1.17	1.00	0.78	1.50	0.95	1.20	1.22	1.25	1.05	1.12	1.76	1.92	1.18	0.25	
	±0.03	±0.01	±0.03	±0.00	±0.03	±0.03	±0.03	±0.01	±0.01	±0.03	±0.08	±0.03	±0.01	±0.06	±0.00	±0.03	±0.00	±0.03	±0.00	±0.03	±0.00	±0.00	±0.03	±0.00	±0.00
	0.16	0.13	0.14	0.13	0.18	0.18	0.13	0.12	0.20	0.19	0.16	0.15	0.18	0.12	0.15	0.11	0.23	0.18	0.15	0.16	0.15	0.15	0.16	0.16	
	±0.04	±0.00	±0.01	±0.01	±0.08	±0.00	±0.01	±0.06	±0.00	±0.01	±0.01	±0.08	±0.00	±0.00	±0.01	±0.06	±0.08	±0.01	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.03	±0.01	±0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	
	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00
30	0.30	0.52	1.86	3.44	0.31	0.89	2.44	3.56	0.36	0.69	2.90	3.49	0.27	0.80	2.56	4.13	0.43	0.75	2.45	4.28	0.55	0.68	2.87	3.20	
	±0.01	±0.06	±0.03	±0.01	±0.08	±0.06	±0.01	±0.03	±0.03	±0.04	±0.08	±0.01	±0.00	±0.01	±0.00	±0.03	±0.00	±0.03	±0.00	±0.08	±0.03	±0.00	±0.00	±0.03	±0.03
	0.46	0.45	0.39	0.43	0.49	0.53	0.36	0.32	0.48	0.49	0.44	0.33	0.41	0.36	0.40	0.39	0.75	0.38	0.43	0.51	0.32	0.41	0.42	1.05	
	±0.03	±0.00	±0.00	±0.01	±0.03	±0.00	±0.03	±0.04	±0.00	±0.01	±0.01	±0.00	±0.08	±0.00	±0.03	±0.00	±0.04	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.04	±0.03	±0.08	±0.01
	0.30	0.31	0.32	0.34	0.30	0.36	0.31	0.28	0.34	0.39	0.34	0.28	0.29	0.24	0.37	0.51	0.39	0.35	0.42	0.35	0.19	0.41	0.32	0.90	
	±0.00	±0.06	±0.03	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.04	±0.00	±0.00	±0.00	±0.08	±0.03	±0.00	±0.04	±0.00	±0.04	±0.04	±0.08	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.04	±0.04
31	1.47	1.13	0.93	0.78	1.60	1.33	0.92	0.70	1.55	1.73	0.93	0.89	1.43	0.90	1.13	0.85	1.78	1.05	0.96	1.00	1.49	1.41	0.81	1.20	
	±0.00	±0.08	±0.00	±0.08	±0.03	±0.03	±0.06	±0.04	±0.00	±0.01	±0.00	±0.00	±0.00	±0.01	±0.00	±0.06	±0.03	±0.03	±0.04	±0.04	±0.03	±0.00	±0.04	±0.08	±0.08
	1.74	3.12	4.62	4.71	1.85	3.67	4.54	4.20	1.83	3.65	4.70	4.01	2.03	3.46	6.25	5.07	2.15	3.25	4.47	5.99	1.94	3.00	4.54	5.55	
	±0.00	±0.00	±0.00	±0.01	±0.00	±0.01	±0.00	±0.00	±0.03	±0.03	±0.04	±0.04	±0.04	±0.01	±0.01	±0.00	±0.00	±0.00	±0.01	±0.00	±0.08	±0.03	±0.01	±0.01	±0.01
32	0.28	0.21	0.12	0.09	0.27	0.26	0.10	0.00	0.27	0.20	0.13	0.08	0.36	0.26	0.15	0.11	0.35	0.20	0.14	0.13	0.35	0.23	0.13	0.32	
	±0.00	±0.00	±0.06	±0.00	±0.03	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.03	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.04	±0.04	±0.03	±0.08	±0.00	±0.04	±0.03	±0.03
	0.48	0.58	0.00	0.00	0.15	0.11	0.11	0.00	0.29	0.11	0.31	0.00	0.13	0.43	0.11	0.00	0.29	0.15	0.00	0.00	0.65	0.52	0.10	0.00	
	±0.06	±0.08	±0.00	±0.00	±0.03	±0.06	±0.03	±0.00	±0.03	±0.01	±0.08	±0.00	±0.01	±0.04	±0.03	±0.00	±0.03	±0.06	±0.00	±0.00	±0.06	±0.04	±0.06	±0.00	±0.00
	0.44	0.28	0.31	0.26	0.51	0.48	0.29	0.34	0.69	0.57	0.00	0.25	0.80	0.51	0.52	0.38	1.00	0.75	0.41	0.64	0.97	0.56	0.37	0.15	
	±0.01	±0.03	±0.04	±0.01	±0.08	±0.01	±0.08	±0.06	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00	±0.08	±0.03	±0.00	±0.00	±0.00	±0.04	±0.04
	1.00	0.85	0.73	0.86	1.04	1.11	0.65	0.64	1.03	0.88	0.70	0.63	1.09	0.89	0.77	0.59	1.52	1.00	0.84	0.96	1.05	0.90	0.69	0.23	
	±0.03	±0.00	±0.06	±0.03	±0.04	±0.04	±0.03	±0.00	±0.00	±0.06	±0.06	±0.08	±0.03	±0.04	±0.06	±0.03	±0.00	±0.06	±0.03	±0.00	±0.08	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03

Tabelul 7.14/ Table 7.14

Evoluția compușilor volatili identificați pe parcursul fermentației alcoolice în variantele de Sauvignon blanc (% din aria totală) – continuare/ The evolution of the volatile compounds identified during the alcoholic fermentation on Sauvignon blanc variants (% of total area) – continued

C	V1				V2				V3				V4				V5				V6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
47	1,42 ±0,00	1,18 ±0,05	0,98 ±0,04	1,08 ±0,00	1,40 ±0,00	1,37 ±0,05	0,87 ±0,04	0,80 ±0,03	1,52 ±0,02	1,34 ±0,03	0,99 ±0,00	0,85 ±0,01	1,50 ±0,02	1,30 ±0,01	1,24 ±0,00	0,78 ±0,00	2,07 ±0,03	1,67 ±0,00	1,22 ±0,03	1,31 ±0,03	1,53 ±0,00	1,22 ±0,00	0,97 ±0,00	1,32 ±0,00
48	0,18 ±0,00	0,13 ±0,00	0,13 ±0,02	0,11 ±0,03	0,23 ±0,03	0,20 ±0,00	0,14 ±0,00	0,11 ±0,00	0,24 ±0,00	0,23 ±0,02	0,13 ±0,00	0,10 ±0,05	0,20 ±0,00	0,18 ±0,00	0,18 ±0,00	0,11 ±0,00	0,34 ±0,00	0,20 ±0,00	0,16 ±0,00	0,17 ±0,03	0,27 ±0,00	0,19 ±0,03	0,13 ±0,04	0,11 ±0,04
49	0,21 ±0,00	0,20 ±0,00	0,20 ±0,01	0,28 ±0,00	0,21 ±0,00	0,22 ±0,00	0,17 ±0,00	0,20 ±0,05	0,22 ±0,04	0,20 ±0,05	0,18 ±0,03	0,19 ±0,00	0,17 ±0,05	0,20 ±0,00	0,21 ±0,00	0,19 ±0,05	0,30 ±0,00	0,22 ±0,03	0,30 ±0,00	0,44 ±0,00	0,17 ±0,00	0,18 ±0,00	0,16 ±0,00	0,19 ±0,04
50	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,08 ±0,03	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,08 ±0,07	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,09 ±0,05	0,09 ±0,07	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,11 ±0,07	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,03	0,11 ±0,00
51	28,12 ±0,03	26,26 ±0,04	23,40 ±0,04	25,23 ±0,00	29,97 ±0,07	32,24 ±0,03	21,48 ±0,05	20,43 ±0,02	26,33 ±0,00	29,36 ±0,00	23,70 ±0,02	26,65 ±0,03	27,09 ±0,03	29,70 ±0,00	23,69 ±0,02	20,99 ±0,00	35,78 ±0,03	27,20 ±0,02	27,79 ±0,07	26,08 ±0,03	25,07 ±0,04	24,17 ±0,07	22,57 ±0,00	22,6 ±0,00
52	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,12 ±0,05	0,14 ±0,01	0,11 ±0,00	0,00 ±0,00	0,14 ±0,05	0,14 ±0,00	0,12 ±0,04	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,14 ±0,00	0,10 ±0,05	0,00 ±0,00	0,15 ±0,00	0,16 ±0,00	0,00 ±0,05	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,13 ±0,05	0,10 ±0,02
53	0,25 ±0,00	0,22 ±0,00	0,13 ±0,00	0,15 ±0,05	0,14 ±0,03	0,13 ±0,03	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,18 ±0,00	0,18 ±0,00	0,08 ±0,05	0,09 ±0,05	0,16 ±0,00	0,17 ±0,00	0,12 ±0,00	0,10 ±0,04	0,26 ±0,00	0,20 ±0,00	0,11 ±0,04	0,15 ±0,00	0,31 ±0,04	0,23 ±0,00	0,11 ±0,00	0,17 ±0,00
54	1,50 ±0,05	1,55 ±0,05	1,32 ±0,02	1,69 ±0,04	1,53 ±0,00	1,86 ±0,07	1,31 ±0,00	1,24 ±0,05	1,40 ±0,05	1,70 ±0,05	1,71 ±0,07	1,54 ±0,03	1,65 ±0,05	1,29 ±0,04	1,53 ±0,00	1,28 ±0,04	2,78 ±0,00	2,06 ±0,04	1,74 ±0,02	1,77 ±0,02	1,67 ±0,00	1,82 ±0,00	1,79 ±0,00	1,85 ±0,05
55	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,09 ±0,02	0,09 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,13 ±0,02	0,10 ±0,05	0,10 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,04	0,13 ±0,05	0,11 ±0,02	0,12 ±0,05	0,15 ±0,04	0,11 ±0,03	0,16 ±0,05	0,00 ±0,00	0,12 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
56	0,30 ±0,00	0,19 ±0,00	0,22 ±0,05	0,19 ±0,00	0,42 ±0,00	0,40 ±0,00	0,23 ±0,02	0,27 ±0,02	0,45 ±0,04	0,47 ±0,05	0,26 ±0,00	0,27 ±0,00	0,54 ±0,00	0,33 ±0,00	0,39 ±0,00	0,32 ±0,04	0,86 ±0,00	0,56 ±0,03	0,32 ±0,00	0,45 ±0,00	0,78 ±0,02	0,43 ±0,00	0,36 ±0,04	0,43 ±0,03
57	1,82 ±0,00	3,44 ±0,00	0,31 ±0,05	0,19 ±0,02	0,43 ±0,02	0,51 ±0,00	0,60 ±0,00	0,27 ±0,00	0,85 ±0,00	0,60 ±0,00	0,26 ±0,00	0,39 ±0,00	0,37 ±0,04	1,85 ±0,02	0,35 ±0,00	0,21 ±0,00	1,14 ±0,00	2,00 ±0,02	0,30 ±0,02	0,09 ±0,00	1,57 ±0,00	2,10 ±0,04	0,46 ±0,00	0,37 ±0,02
58	0,40 ±0,00	0,51 ±0,07	0,54 ±0,05	0,00 ±0,00	0,12 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,20 ±0,00	0,10 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,28 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,02	0,26 ±0,04	0,30 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,44 ±0,02	0,35 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
59	0,78 ±0,07	0,85 ±0,01	0,00 ±0,00	0,77 ±0,01	0,56 ±0,05	0,72 ±0,02	0,61 ±0,02	0,55 ±0,05	0,53 ±0,00	0,61 ±0,02	0,65 ±0,03	0,58 ±0,00	0,40 ±0,02	0,76 ±0,00	0,56 ±0,04	0,62 ±0,02	0,84 ±0,04	0,78 ±0,00	0,68 ±0,02	0,71 ±0,02	1,22 ±0,04	0,82 ±0,00	0,62 ±0,00	0,75 ±0,00
60	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,10 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,15 ±0,04	0,14 ±0,04	0,10 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,09 ±0,00	0,00 ±0,00	0,15 ±0,00	0,15 ±0,02	0,08 ±0,00	0,11 ±0,02	0,16 ±0,04	0,21 ±0,00	0,07 ±0,04	0,00 ±0,00
61	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,14 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,04	0,13 ±0,03	0,09 ±0,00	0,09 ±0,00	0,13 ±0,02	0,00 ±0,00	0,08 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
62	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,05	0,15 ±0,05	0,15 ±0,05	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,15 ±0,07	0,11 ±0,07	0,12 ±0,04	0,00 ±0,04	0,22 ±0,00	0,20 ±0,02	0,00 ±0,00	0,08 ±0,04	0,23 ±0,00	0,15 ±0,00	0,08 ±0,04	0,00 ±0,00
63	0,66 ±0,00	2,02 ±0,04	12,47 ±0,02	19,13 ±0,02	1,16 ±0,04	3,33 ±0,03	15,16 ±0,00	21,69 ±0,03	0,80 ±0,02	3,18 ±0,00	15,75 ±0,03	20,20 ±0,03	0,51 ±0,00	2,21 ±0,07	14,04 ±0,04	22,61 ±0,02	1,25 ±0,00	3,43 ±0,00	14,64 ±0,00	6,29 ±0,00	0,29 ±0,02	1,96 ±0,04	15,97 ±0,03	17,8 ±0,00
64	0,00 ±0,00	0,71 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,22 ±0,00	0,00 ±0,00	0,16 ±0,00	0,11 ±0,03	0,21 ±0,00	0,15 ±0,00	0,00 ±0,00	0,44 ±0,00	0,00 ±0,00	0,29 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,26 ±0,02	0,44 ±0,02	0,12 ±0,00	0,05 ±0,04	0,00 ±0,00
65	0,00 ±0,00	0,81 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,19 ±0,00	0,68 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
66	0,62 ±0,07	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,32 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,45 ±0,07	0,09 ±0,02	0,00 ±0,00	0,33 ±0,00	0,15 ±0,04	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,56 ±0,02	0,50 ±0,04	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00
67	1,62 ±0,00	1,88 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,38 ±0,07	0,23 ±0,04	0,21 ±0,00	0,00 ±0,00	0,81 ±0,07	0,61 ±0,07	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,28 ±0,04	0,99 ±0,02	0,11 ±0,02	0,13 ±0,02	0,79 ±0,00	0,75 ±0,02	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	1,74 ±0,07	1,24 ±0,04	0,16 ±0,04	0,00 ±0,00
68	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,00 ±0,00	0,47 ±0,04	0,61 ±0,00	0,63 ±0,04	0,00 ±0,00	0,30 ±0,07	0,36 ±0,00	0,00 ±0,00	0,47 ±0,04	0,33 ±0,00	0,46 ±0,04	0,44 ±0,04	0,10 ±0,00	0,27 ±0,00	0,69 ±0,04	0,73 ±0,00	0,61 ±0,00	0,60 ±0,04	0,39 ±0,00	0,15 ±0,00	0,42 ±0,00	0,40 ±0,00

Tabelul 7.15/ Table 7.15

Evaluarea compușilor volatili din vinurile Sauvignon blanc (% din aria totală)/ Evaluation of volatile compounds from Sauvignon blanc wine samples (% of total area)

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
1	0,34±0,01 ^{bc}	0,31±0,02 ^b	0,65±0,01^a	0,52±0,02 ^a	0,47±0,05 ^c	0,40±0,00 ^d	0,44±0,00^e	0,27±0,02 ^a	0,40±0,00 ^d	0,24±0,01 ^a	0,35±0,00 ^c	0,35±0,02 ^c	0,0000
2	0,26±0,00^c	0,26±0,00^c	0,07±0,01 ^a	0,20±0,01 ^b	0,15±0,01 ^a	0,20±0,01 ^b	0,12±0,00^a	0,07±0,01 ^a	0,00±0,00 ^a	0,04±0,02 ^a	0,05±0,02 ^a	0,10±0,01 ^a	0,0000
3	0,22±0,01^a	0,15±0,01 ^{ef}	0,15±0,01 ^{ef}	0,12±0,01 ^{de}	0,17±0,01 ^f	0,12±0,01 ^{de}	0,07±0,02 ^{ab}	0,08±0,00 ^{bc}	0,09±0,00 ^{bcd}	0,04±0,00 ^a	0,11±0,05^c	0,10±0,05 ^{bcd}	0,0000
4	4,34±0,02 ^a	4,38±0,01 ^a	4,51±0,02 ^a	5,15±0,01^a	4,10±0,00 ^a	4,20±0,01 ^a	5,25±0,00^a	4,42±0,02 ^a	4,47±0,01 ^a	4,75±0,00 ^a	4,55±0,02 ^a	3,95±0,01 ^a	0,0000
5	0,16±0,01 ^a	0,19±0,02 ^a	0,16±0,00 ^a	0,30±0,00 ^c	0,10±0,02 ^a	0,56±0,00^a	0,28±0,02 ^d	0,24±0,00 ^b	0,23±0,00 ^b	0,26±0,01 ^a	0,27±0,00 ^{cd}	0,40±0,00^a	0,0000
6	0,11±0,01^e	0,06±0,01 ^{bc}	0,05±0,02 ^b	0,06±0,00 ^{bc}	0,09±0,00 ^{de}	0,08±0,01 ^{cd}	0,08±0,05 ^{cd}	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,09±0,00^{de}	0,00±0,00 ^a	0,0000
7	0,16±0,00 ^a	0,12±0,00 ^{abc}	0,13±0,00 ^{abc}	0,21±0,01^a	0,09±0,05 ^a	0,14±0,02 ^{bc}	0,10±0,00 ^{ab}	0,09±0,00 ^a	0,10±0,05 ^{ab}	0,11±0,05 ^{abc}	0,10±0,01 ^b	0,15±0,01^c	0,0002
8	0,00±0,00 ^a	0,17±0,01 ^b	0,18±0,01^b	0,09±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,07±0,02^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
9	39,21±0,00 ^a	33,11±0,00 ^a	38,60±0,02 ^a	32,76±0,00 ^a	39,12±0,02 ^a	42,15±0,00^a	19,63±0,00 ^a	15,01±0,00 ^a	16,26±0,00 ^a	17,41±0,00 ^a	8,95±0,00 ^a	20,12±0,01^a	0,0000
10	0,26±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
11	0,05±0,02 ^b	0,20±0,02 ^a	0,25±0,02 ^a	0,03±0,05 ^{ab}	0,01±0,05 ^a	0,28±0,02^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
12	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,27±0,00 ^b	0,34±0,00^d	0,30±0,00 ^c	0,27±0,00 ^b	0,31±0,00 ^c	0,34±0,05^d	0,0000
13	0,28±0,00^a	0,05±0,00 ^b	0,05±0,00 ^b	0,02±0,05 ^a	0,03±0,00 ^{ab}	0,04±0,00 ^{ab}	0,12±0,00 ^{cd}	0,11±0,00 ^c	0,12±0,00 ^{cd}	0,12±0,00 ^{cd}	0,14±0,00^d	0,02±0,00 ^a	0,0000
14	0,16±0,01 ^c	0,25±0,01 ^{de}	0,29±0,01^e	0,15±0,05 ^{bc}	0,14±0,00 ^{abc}	0,23±0,05 ^d	0,10±0,00 ^{ab}	0,11±0,05 ^{abc}	0,11±0,00 ^{ab}	0,11±0,00 ^{abc}	0,16±0,02^c	0,09±0,05 ^a	0,0000
15	0,37±0,01^a	0,18±0,00 ^b	0,15±0,01 ^b	0,10±0,05 ^a	0,11±0,00 ^a	0,10±0,00 ^a	0,23±0,00 ^c	0,26±0,00 ^c	0,24±0,00 ^c	0,26±0,05 ^c	0,32±0,00^a	0,18±0,00 ^b	0,0000
16	0,00±0,00 ^a	0,39±0,01^a	0,35±0,02 ^a	0,02±0,02 ^b	0,03±0,00 ^{bc}	0,04±0,01 ^c	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
17	0,13±0,01	0,00±0,00	0,00±0,00	0,10±0,01	0,11±0,00	0,12±0,00	0,09±0,00	0,10±0,00	0,10±0,02	0,10±0,00	0,11±0,00	0,08±0,00	ns
18	4,98±0,00 ^a	0,10±0,02 ^a	0,13±0,01 ^{bc}	0,15±0,00 ^c	0,18±0,02^a	0,15±0,02 ^c	0,13±0,01^{bc}	0,11±0,02 ^{ab}	0,11±0,00 ^{ab}	0,12±0,02 ^{ab}	0,12±0,00 ^{ab}	0,10±0,00 ^a	0,0000
19	0,33±0,01 ^a	6,41±0,00^a	5,20±0,00 ^a	5,40±0,00 ^a	4,12±0,00 ^a	4,00±0,01 ^a	6,32±0,02 ^a	5,73±0,05 ^a	5,69±0,05 ^a	6,00±0,01 ^a	6,62±0,01^a	6,21±0,01 ^a	0,0000
20	0,14±0,05 ^{ab}	0,36±0,00^a	0,31±0,02 ^a	0,20±0,00 ^a	0,15±0,02 ^b	0,10±0,05 ^a	0,64±0,00 ^a	0,58±0,00 ^c	0,00±0,00 ^a	0,57±0,00 ^c	0,70±0,02 ^a	0,79±0,05^a	0,0000
21	0,00±0,00 ^a	0,16±0,02^{cd}	0,12±0,00 ^{ab}	0,13±0,05 ^{abc}	0,10±0,00 ^a	0,15±0,00 ^{bc}	0,24±0,02^f	0,20±0,00 ^e	0,19±0,00 ^{de}	0,20±0,00 ^e	0,24±0,00^f	0,05±0,05 ^a	0,0000
22	0,52±0,05 ^a	0,63±0,05^a	0,00±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
23	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,51±0,05^a	0,05±0,00 ^a	0,10±0,00 ^b	0,12±0,05 ^b	1,04±0,00^e	0,99±0,00 ^d	0,93±0,00 ^c	1,03±0,00 ^c	0,93±0,00 ^c	0,98±0,00 ^d	0,0000
24	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns

1 - 1-Propanol; 2 - Butanoat de etil; 3 - 2,6-Dimetildecan; 4 - 3-Metil-1-propanol; 5 - 3-Metilbutil acetat; 6 - 1-Butanol; 7 - 3-Penten-2-ol; 8 - Undecan; 9 - 3-Metil-1-butanol; 10 - Decan; 11 - 5-Etil-5-metildecan; 12 - Hexanoat de etil; 13 - 2,4,6-Trimetilheptan; 14 - 2-Metildecan; 15 - 3-Hidroxi-2-butanonă; 16 - 3,9-Dimetilundecan; 17 - 3,3-Dimetilhexan; 18 - 3-Metil-2-pentanol; 19 - 2-Hidroxiopropanoat de etil; 20 - 1-Hexanol; 21 - 3-Etoxi-1-propanol; 22 - Nonadecan; 23 - Octanoat de etil.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistic semnificativă ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență semnificativă din punct de vedere statistic față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

Tabelul 7.15/ Table 7.15

Evaluarea compușilor volatili din vinurile Sauvignon blanc (% din aria totală) - continuare/ Evaluation of volatile compounds from Sauvignon blanc wine samples (% of total area) - continued

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
24	0,00±0,00 ^a	0,10±0,00^e	0,06±0,00 ^f	0,02±0,00 ^f	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,08±0,02 ^b	0,12±0,00^f	0,09±0,00 ^g	0,08±0,00 ^b	0,10±0,00 ^c	0,05±0,00 ^g	0,0000
25	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
26	4,05±0,00^f	3,88±0,00 ^f	3,20±0,01 ^f	3,10±0,01 ^f	3,33±0,02 ^f	0,78±0,00 ^f	5,41±0,02 ^f	5,06±0,00 ^f	5,34±0,00 ^g	5,51±0,00^g	1,61±0,00 ^g	2,05±0,00 ^g	0,0000
27	0,11±0,00^f	0,10±0,00 ^f	0,08±0,00 ^b	0,05±0,00 ^f	0,06±0,00 ^f	0,08±0,00 ^b	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
28	0,08±0,00^e	0,07±0,00 ^{bc}	0,06±0,02 ^{ab}	0,05±0,00 ^a	0,07±0,00 ^{bc}	0,05±0,00 ^a	0,13±0,00^f	0,12±0,02 ^{ef}	0,11±0,02 ^{de}	0,11±0,00 ^{de}	0,11±0,00 ^{de}	0,10±0,00 ^d	0,0000
29	0,16±0,00^e	0,13±0,00 ^e	0,08±0,00 ^a	0,08±0,00 ^a	0,10±0,00 ^e	0,09±0,02 ^e	0,20±0,00 ^e	0,15±0,00 ^b	0,15±0,00 ^b	0,17±0,00 ^g	0,23±0,00^g	0,15±0,00 ^b	0,0000
30	1,04±0,00^e	1,02±0,00 ^e	0,68±0,00 ^b	0,56±0,00 ^e	0,70±0,00 ^e	0,68±0,00 ^b	0,62±0,00 ^a	0,62±0,00 ^a	0,73±0,00^g	0,65±0,02 ^g	0,44±0,00 ^g	0,37±0,00 ^g	0,0000
31	0,13±0,00 ^e	0,48±0,02^g	0,12±0,00 ^g	0,11±0,00 ^b	0,11±0,00 ^b	0,13±0,00 ^e	0,08±0,00 ^a	0,08±0,00 ^a	0,00±0,00 ^g	0,16±0,00^d	0,13±0,00 ^g	0,16±0,00^{cd}	0,0000
32	0,28±0,00 ^a	0,32±0,00 ^g	0,19±0,00 ^g	0,30±0,00 ^g	0,35±0,00^g	0,29±0,00 ^g	0,22±0,00 ^g	0,26±0,00 ^g	0,28±0,00^a	0,24±0,00 ^g	0,28±0,00^a	0,20±0,00 ^g	0,0000
33	0,83±0,00 ^g	0,96±0,00^g	0,80±0,02 ^g	0,75±0,02 ^g	0,89±0,02 ^g	0,78±0,00 ^g	0,09±0,00 ^{ab}	0,09±0,00 ^{ab}	0,08±0,00 ^a	0,09±0,00 ^{ab}	0,10±0,00^b	0,10±0,00^b	0,0000
34	0,04±0,00 ^a	0,07±0,04^b	0,07±0,00^b	0,07±0,00^b	0,05±0,00 ^{ab}	0,05±0,00 ^{ab}	1,21±0,02 ^g	1,29±0,00 ^g	1,26±0,00 ^c	1,34±0,00^g	1,25±0,00 ^c	1,15±0,00 ^g	0,0000
35	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,08±0,01 ^b	0,13±0,01^d	0,11±0,01 ^c	0,12±0,02 ^{cd}	0,13±0,02^d	0,09±0,02 ^b	0,0000
36	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
37	2,77±0,00 ^f	3,81±0,00^f	3,36±0,02 ^f	3,27±0,05 ^f	3,00±0,02 ^f	3,15±0,00 ^f	3,68±0,00 ^f	4,29±0,05 ^f	4,07±0,00 ^g	4,39±0,00 ^g	5,54±0,00^g	4,87±0,00 ^g	0,0000
38	0,23±0,03 ^g	0,26±0,00^f	0,18±0,02 ^a	0,20±0,00 ^a	0,29±0,00 ^f	0,19±0,02 ^a	0,38±0,00 ^b	0,40±0,02 ^b	0,38±0,00 ^b	0,39±0,00 ^b	0,46±0,03 ^g	0,56±0,00^g	0,0000
38	0,26±0,00^e	0,23±0,02 ^b	0,19±0,00 ^a	0,25±0,01 ^c	0,20±0,02 ^a	0,22±0,01 ^b	0,38±0,00 ^{de}	0,37±0,00 ^d	0,39±0,00^e	0,39±0,00^e	0,38±0,00 ^{de}	0,35±0,00 ^e	0,0000
40	0,40±0,00 ^b	0,44±0,00^e	0,35±0,02 ^a	0,35±0,00 ^a	0,38±0,02 ^{ab}	0,30±0,02 ^e	0,63±0,00 ^e	0,72±0,00 ^{de}	0,75±0,00^e	0,73±0,02 ^e	0,63±0,05 ^c	0,69±0,02 ^d	0,0000
41	2,67±0,00^g	2,43±0,02 ^g	2,19±0,00 ^g	2,32±0,01 ^g	2,40±0,05 ^g	2,22±0,00 ^g	4,30±0,02^g	3,85±0,00 ^g	3,70±0,00 ^g	3,78±0,00 ^a	3,76±0,00 ^a	3,49±0,00 ^g	0,0000
42	0,08±0,00^{cd}	0,07±0,00 ^{bc}	0,07±0,02 ^{bc}	0,06±0,00 ^{ab}	0,07±0,01 ^{bc}	0,05±0,00 ^a	0,09±0,00 ^d	0,11±0,00^e	0,10±0,02 ^{de}	0,10±0,00 ^e	0,11±0,02^e	0,09±0,00 ^d	0,0000
43	0,00±0,00 ^g	0,04±0,00^g	0,03±0,00 ^a	0,02±0,00 ^g	0,01±0,02 ^g	0,03±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
44	0,40±0,00 ^g	0,42±0,02^g	0,04±0,02 ^g	0,09±0,00 ^a	0,20±0,00 ^g	0,10±0,00 ^a	0,25±0,02 ^g	0,30±0,00 ^{cd}	0,31±0,02 ^d	0,29±0,00 ^c	0,38±0,00^b	0,19±0,00 ^b	0,0000
45	0,52±0,02^b	0,34±0,05 ^f	0,00±0,00 ^f	0,05±0,00 ^a	0,17±0,02 ^g	0,07±0,00 ^a	0,56±0,00 ^{cd}	0,60±0,00 ^e	0,53±0,05 ^{bc}	0,59±0,00 ^{de}	0,68±0,02^g	0,48±0,00 ^g	0,0000
46	0,55±0,01^b	0,00±0,00 ^f	0,55±0,01^b	0,44±0,02 ^a	0,09±0,02 ^g	0,45±0,00 ^a	1,07±0,00 ^g	0,88±0,02 ^g	0,92±0,01 ^g	0,83±0,00 ^g	1,12±0,00^g	0,50±0,02 ^g	0,0000
47	0,07±0,00 ^f	0,06±0,00 ^f	0,10±0,00 ^a	0,15±0,01 ^f	0,18±0,00^f	0,14±0,01 ^c	0,10±0,00 ^a	0,11±0,01 ^b	0,11±0,00 ^b	0,11±0,00 ^b	0,14±0,01^c	0,09±0,00	0,0000
48	0,07±0,01 ^a	0,07±0,02 ^a	0,08±0,02 ^{ab}	0,14±0,00^d	0,12±0,00 ^f	0,09±0,00 ^b	0,11±0,00 ^e	0,12±0,00 ^e	0,12±0,00 ^e	0,14±0,00^d	0,20±0,02 ^c	0,14±0,00^d	0,0000
49	0,00±0,00 ^g	0,08±0,01 ^{cd}	0,10±0,00^{de}	0,05±0,01 ^{ab}	0,07±0,02 ^{bc}	0,04±0,01 ^a	0,11±0,02 ^e	0,10±0,01 ^{de}	0,09±0,00 ^{de}	0,11±0,02 ^e	0,17±0,01^g	0,09±0,02 ^{de}	0,0000

24 - 2,6,10-Trimetildodecan; 25 - Eicosan; 26 - Octadecan; 27 - Acid acetic; 28 - Pentacosan; 29 - Etil 3-hidroxiutanoat; 30 - Benzaldehidă; 31 - 2,3-Butandiol; 32 - 1,3-Butandiol; 33 - Acid 2-metilpropanoic; 34 - Etil acetamidă; 35 - Decanoat de etil; 36 - 1,2-Hidrazindicarboxaldehidă; 37 - 10-Metilnonadecan; 38 - Butandioat de dietil; 39 - Acid 3-metilbutanoic; 40 - 3-Metilsulfanil-1-propanol; 41 - Acetat de 2-propanil; 42 - 4-Hidroxiutanoat de etil; 43 - Acetat de 2-fenilet; 44 - Dodecanoat de etil; 45 - 1-Octadecană; 46 - Acid hexanoic; 47 - 3-Metilbutil acetamidă; 48 - Acid hidroxiutiric; 49 - 1-Fenil metanol.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistic semnificativă ($p > 0,05$), în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență semnificativă din punct de vedere statistic față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

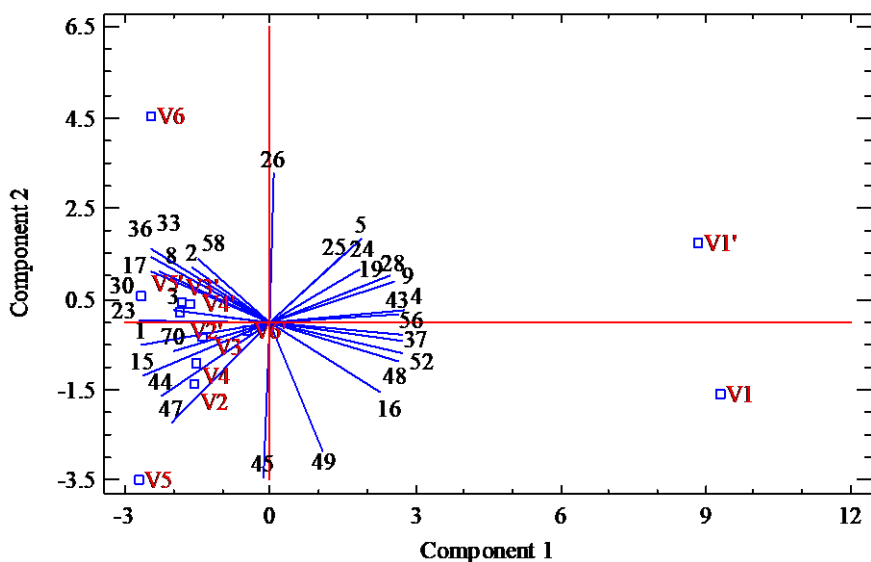
Tabelul 7.15/ Table 7.15

Compuși volatili înregistrați în probele de vin Sauvignon blanc (% din aria totală) - continuare/ Volatile compounds recorded in Sauvignon blanc wine samples (% of total area) – continued

C	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
50	16,00±0,01*	17,08±0,05*	17,17±0,01*	14,26±0,05*	13,67±0,05*	13,26±0,00*	20,34±0,00*	21,45±0,00*	20,47±0,01*	20,86±0,00*	24,87±0,05*	18,00±0,00*	0,0000
51	0,00±0,00*	0,73±0,00*	0,52±0,02*	0,15±0,00 ^c	0,17±0,00 ^e	0,12±0,00 ^b	0,11±0,03 ^{ab}	0,11±0,00 ^{ab}	0,11±0,00 ^{ab}	0,10±0,00 ^{ab}	0,12±0,00^b	0,09±0,02 ^a	0,0000
52	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,11±0,01 ^c	0,11±0,00 ^c	0,10±0,01 ^b	0,11±0,00 ^c	0,17±0,00*	0,10±0,00 ^b	0,0000
53	0,76±0,03*	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	1,35±0,01*	1,46±0,02*	1,30±0,00 ^b	1,29±0,00 ^b	1,64±0,02*	0,07±0,00*	0,0000
54	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,05±0,01^b	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,09±0,02 ^{cd}	0,10±0,02 ^d	0,09±0,01 ^{cd}	0,08±0,00 ^c	0,12±0,00*	0,05±0,00 ^b	0,0000
55	0,14±0,02^c	0,10±0,01 ^b	0,11±0,00 ^b	0,08±0,00 ^a	0,05±0,00 ^f	0,08±0,00 ^a	0,20±0,00^d	0,15±0,00 ^e	0,15±0,00 ^e	0,14±0,00 ^e	0,19±0,00*	0,14±0,00 ^c	0,0000
56	0,04±0,00^c	0,03±0,00 ^{bc}	0,02±0,00 ^b	0,01±0,01 ^a	0,02±0,00 ^b	0,00±0,00 ^a	0,25±0,02 ^d	0,25±0,02 ^d	0,24±0,02 ^d	0,22±0,00*	0,32±0,00*	0,25±0,00*	0,0000
57	0,19±0,01^d	0,17±0,05 ^{cd}	0,19±0,00^d	0,07±0,01 ^b	0,08±0,00 ^b	0,15±0,00 ^e	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
58	0,12±0,01*	0,06±0,02*	0,00±0,00*	0,28±0,00*	0,36±0,00*	0,30±0,02*	0,53±0,00 ^b	0,56±0,00*	0,52±0,00 ^b	0,49±0,05*	0,63±0,00*	0,59±0,01*	0,0000
59	0,06±0,00 ^{cd}	0,05±0,01 ^{bc}	0,00±0,00 ^a	0,04±0,00 ^b	0,05±0,02 ^{bc}	0,09±0,00^{fg}	0,07±0,00 ^{de}	0,09±0,02 ^{fg}	0,00±0,00 ^a	0,08±0,01 ^{ef}	0,10±0,00^g	0,10±0,00^g	0,0000
60	0,00±0,00 ^a	0,07±0,02*	0,00±0,00 ^a	0,11±0,02 ^c	0,15±0,00*	0,23±0,00*	0,10±0,01 ^{bc}	0,10±0,00 ^{bc}	0,10±0,00 ^{bc}	0,09±0,00 ^b	0,11±0,01 ^c	0,28±0,00*	0,0000
61	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,10±0,01 ^b	0,15±0,05*	0,07±0,01*	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,10±0,00^b	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000
62	16,17±0,05*	18,73±0,05*	16,92±0,02*	14,00±0,00*	12,32±0,05*	10,14±0,00*	21,37±0,06*	26,88±0,07*	27,05±0,03*	24,06±0,02*	29,14±0,01*	27,67±0,00*	0,0000
63	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
64	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
65	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
66	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ns
67	0,33±0,00*	0,31±0,01*	0,29±0,01*	0,15±0,00*	0,09±0,00*	0,05±0,00*	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,0000

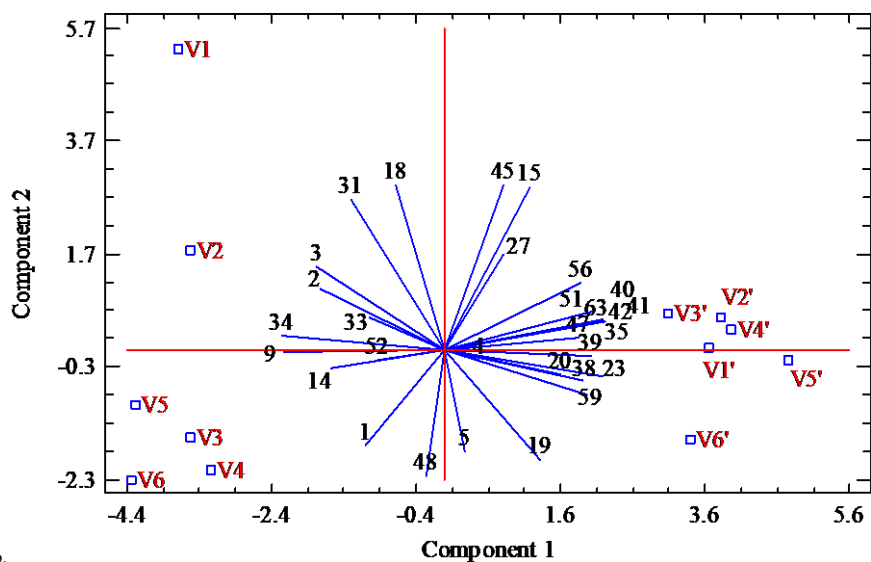
50 - 3-metilbutil butandioat de etil; 51 - 1-fenil etanol; 52 - N-etil acetamidă; 53 - Hidroxibutandioat de dietil; 54 - Acid octanoic (acid caprilic); 55 - 2-[etil(metil)amino]etanol; 56 - 1-Docosen; 57 - Hexadecanoat de etil; 58 - 9-hexadecanoat de etil; 59 - Acid decanoic; 60 - 2,4-Diterț-butilfenol; 61 - Hexaoxaciclooctadecan; 62 - 11-Octadecenal; 63 - 1,6-Anhidro-2,3,4-trimetilgalactoză; 64 - Octadecanoat de etil; 65 - 4-Hidroxi benzenetanol; 66 - 9-Octadecenoat de etil; 67 - 9,12-Octadecadienoat de etil; 68 - N-(2-feniletil)acetamidă.

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Toate probele au fost analizate în duplicat. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistică semnificativă ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență semnificativă din punct de vedere statistic față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).



a.

1 - 1-Propanol; 2 - Butanoat de etil; 3 - 3-Metil-1-propanol; 4 - Acetat de 3-metilbutil; 5 - 1-Butanol; 8 - 3-Metil-1-butanol; 9 - Hexanoat de etil; 15 - 2-Hidroxipropanoat de etil; 16 - 1-Hexanol; 17 - 3-Etoxi-1-propanol; 19 - Octanoat de etil; 23 - 3-Hidroxibutanoat de etil; 24 - 2,3-Butandiol; 25 - 1,3-Butandiol; 26 - Acid 2-metilpropanoic; 28 - Decanoat de etil; 30 - Butandioat de dietil; 33 - Acid 3-metilbutanoic; 36 - 2-Propanil acetat; 37 - Etil-4-hidroxibutanoat; 43 - Acid hexanoic; 44 - Acetat de butil; 45 - 1-Fenil etanol; 47 - Dietil 2,3-dihidroxibutandioat; 48 - Acid octanoic; 49 - 4-Etenil-2-metoxifenol; 52 - Acid decanoic; 56 - 4-Etenilfenol; 58 - Butandioat de dimetil; 70 - Acid octadecanoic.



b.

1 - 1-Propanol; 2 - Butanoat de etil; 3 - 2,6-Dimetildecane; 4 - 3-Metil-1-propanol; 5 - 3-Metilbutil acetat; 9 - 3-Metil-1-butanol; 14 - 2-Metildecane; 15 - 3-Hidrox-2-butanonă; 18 - 3-Metil-2-pentanol; 19 - Etil 2-hidroxipropanoat; 20 - 1-Hexanol; 23 - Octanoat de etil; 27 - Acid acetic; 31 - 2,3-Butandiol; 33 - Acid 2-metilpropanoic; 34 - Etil acetamidă; 35 - Decanoat de etil; 38 - Butandioat de dietil; 39 - Acid 3-metilbutanoic; 40 - 3-metilsulfanil-1-propanol; 41 - Acetat de 2-propanil; 42 - 4-Hidroxibutanoat de etil; 45 - 1-Octadecenă; 47 - N-(3-metilbutil)acetamidă; 48 - Acid hidroxibutiric; 51 - 1-Fenil etanol; 52 - N-etil acetamidă; 56 - 1-Docosen; 59 - Acid decanoic; 63 - 1,6-Anhidro-2,3,4-trimetilgalactoză.

Figura 7.3: Analiza componentelor principale pentru compușii volatili preponderenți în vinurile obținute: a - Fetească regală; b - Sauvignon blanc

7.6. Influența tratamentelor enzimatiche asupra caracteristicilor organoleptice a vinurilor analizate

În ceea ce privește consumatorul, caracteristicile organoleptice ale unui produs alimentar constituie factorul decisiv în alegerea acestora. Aprecierea organoleptică debutează cu examinarea proprietăților vizuale, fiind apreciată culoarea și gradul de limpiditate al probelor. Acești indicatori sunt dependenți de soiul strugurilor, stadiul de viață al vinului, condițiile de prelucrare și păstrare. Limpiditatea și caracteristicile de culoare ale vinurilor albe constituie elemente importante în definirea calității generale a acestora, indicând informații asupra stării de sănătate, stabilității fizice, chimice și biologice (Vararu, 2015).

În scopul reducerii erorii la analiză, toți degustătorii au folosit pahare de același fel și au beneficiat de un grad similar de luminozitate (Pertuiset, 1995).

Prin analiza olfactivă se obțin informații importante despre calitatea produselor alimentare și a băuturilor. Mirosul este datorat prezenței substanțelor volatile, care pot proveni de la materia primă (denumite arome primare) sau pot constitui produși de reacție formați în timpul fermentației alcoolice. Proprietățile senzoriale finale ale unui vin constituie rezultatul numeroaselor interacțiuni dintre constituenții volatili existenți dar și cu substanțele nevolatile, solubile în amestecul de apă – alcool. Analiza gustativă este definită de 4 senzații: dulce, sărat, amar, acru (Jackson, 2009).

Rezultatele privind analiza organoleptică a probelor experimentale obținute sunt centralizate în Tabelul 7.17. În cazul probelor experimentale analizate, se pot observa diferențe organoleptice majore în funcție de tipul de tratament administrat dar și de particularitățile soiului. Toate vinurile rezultate au fost apreciate ca fiind echilibrate, cu o aciditate excelentă, imprimând astfel prospețime și o bună textură.

În cazul soiului Fetească regală, proba martor s-a caracterizat prin arome bogate de flori de câmp, fructe verzi, fân și discrete note vegetale. Varianta V1 s-a remarcat prin gust fructat (fructe coapte) și note de flori de câmp, cu o aciditate și textură excelente. Notele de citrice au fost dominante în proba V2, completate de nuanțe fructate (fructe exotice, fructe coapte) și florale (flori de câmp), gust ușor fenolic și o aciditate ridicată. Variantele V3 și V4 s-au remarcat prin arome fructate (fructe coapte, fructe uscate), cu note de fân proaspăt cosit și o bună aciditate. Aroma de fructe verzi a fost bine evidențiată la proba V5, cu nuanțe de fructe exotice și citrice, o bună textură și onctuozitate, dar și aciditate ridicată.

În corelație cu substanțele volatile identificate în probele obținute, se poate considera că profilul organoleptic al vinurilor Fetească regală este definit în special de prezența compușilor: octanoat de etil, acetat de 3-metilbutil, acid hexanoic, acetat de 2-propanil, decanoat de etil ș.a.

La probele obținute din soiul Sauvignon blanc, caracterul vegetal și mineral au fost predominante la variantele V2 și V6, iar cele mai reduse intensități au fost percepute în cazul probei V1. Varianta V3 s-a remarcat prin cele mai intense note fructate (de citrice, fructe exotice, fructe verzi), condimentate, onctuozitate ridicată,

gust ușor fenolic, o bună aciditate și textură. Caracterul floral (aroma de trandafir) și fructat (fructe uscate) a fost apreciat la proba V5. Varianta V6 a fost apreciată pentru notele dulci de miere, aroma de flori de câmp și fân proaspăt cosit.

Conform datelor determinate prin gaz cromatografie, compușii 3-metil-1-propanol, 1,6-anhidro-2,3,4-trimetilgalactoză, 3-metil-1-butanol, butandioat de dietil, 1-fenil etanol și acid acetic prezintă ponderi importante, contribuind în cea mai mare măsură la definirea profilului senzorial al vinurilor Sauvignon blanc.

Probele tratate cu bentonită au indicat o reducere a intensității aromelor și a acidității probelor analizate.

În concordanță cu rezultatele obținute, Bakker ș.a. (1999) au raportat, de asemenea, o creștere semnificativă a intensității descriptorilor senzoriali la probele tratate cu enzime pectolitice comparativ cu proba martor.

Administrarea tratamentelor enzimactice a determinat diferențe semnificative între descriptorii urmăriți ($p < 0,05$), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele (intensitatea descriptorilor senzoriali) ar prezenta valori egale. Pentru a evidenția care sunt mediile diferite din punct de vedere statistic, analiza post hoc LSD indică grupurile omogene, între care nu există o diferență semnificativă ($p > 0,05$) (notate cu litere superscript în Tabelul 7.17). Astfel, mediile obținute au arătat diferențe semnificative între majoritatea perechilor de variabile. Cele mai ridicate concentrații pentru majoritatea compușilor au fost obținute în cazul variantei V1 la ambele soiuri analizate. Cel mai bogat profil senzorial a fost apreciat în cazul variantei V1 pentru soiul Fetească regală și V3 pentru Sauvignon blanc.

Pentru analiza în componente principale, în cazul vinurilor Fetească regală, au fost extrase 5 componente principale, însumând 88,16 % din variabilitatea datelor inițiale. S-au obținut diferite corelații pozitive între variabile, de exemplu: între intensitatea aromei vegetale și cea de fructe exotice, fân cosit sau flori de câmp, între nota minerală și textură, între senzația de amar și cea de dulce etc. De cealaltă parte, corelații negative s-au realizat între aroma de vegetal și senzația de amar, între aroma de fructe exotice și gustul fenolic, precum și între notele de flori câmp și senzația de amar.

La soiul Sauvignon blanc, au fost observate 6 componente principale, însumând 87,80 % din totalul variabilității datelor inițiale. Se pot observa numeroase corelații pozitive între descriptorii senzoriali analizați, de exemplu: între aroma fructată de citrice și cea de fructe verzi, fructe exotice și trandafiri, fructe uscate și senzația de acid ș.a. De asemenea, orientate în direcții opuse centrului, corelații negative se remarcă între aroma de flori de câmp și senzația de amar, gustul condimentat și de miere dar și între descriptorii dulce și amar.

Tabelul 7.16/ Table 7.16

Rezultatul analizei senzoriale a vinurilor Fetească regală obținute/ The results of sensory analysis of the Fetească regală wines

Descriptorii senzoriali	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
Vegetal	2,00±0,02 [*]	1,70±0,02 [*]	1,82±0,02 [*]	1,91±0,02 ^a	1,90±0,01 ^a	2,10±0,02^b	2,18±0,01 ^c	2,10±0,01 ^b	2,60±0,01[*]	2,27±0,02 [†]	2,18±0,02 ^c	2,18±0,02 ^e	0,0000
Mineral	1,82±0,02 ^{ab}	1,90±0,02 ^{bc}	1,91±0,01 ^{bc}	1,91±0,01 ^{bc}	1,70±0,01 ^a	2,00±0,01^c	2,27±0,03 ^d	2,60±0,03^c	2,50±0,01 ^e	2,55±0,02 [†]	2,27±0,02 ^d	2,55±0,03 ^e	0,0000
Citric	1,82±0,02 ^{ab}	2,30±0,02^{def}	2,27±0,02 ^{de}	2,09±0,02 ^{bcd}	2,10±0,02 ^{bcd}	2,00±0,02 ^{abc}	2,73±0,02^c	2,30±0,02 ^{def}	2,60±0,01 ^f	2,36±0,02 ^{def}	2,55±0,02 ^{ef}	2,18±0,02 ^{cd}	0,0000
Fructe coapte	3,00±0,04[*]	2,10±0,02 [*]	2,82±0,03 [*]	2,73±0,03 [*]	2,20±0,03 [*]	2,30±0,03 [*]	2,91±0,03^b	2,70±0,03 ^a	2,70±0,01 ^a	2,91±0,03^b	2,64±0,04 [*]	3,18±0,04 [*]	0,0000
Fructe exotice	2,27±0,04^{bc}	2,00±0,02 ^{ab}	1,73±0,01 ^c	1,82±0,02 [*]	2,10±0,03 [*]	2,00±0,03 [*]	2,70±0,05 [*]	2,30±0,03 [*]	2,70±0,01 [*]	2,00±0,02 ^a	2,36±0,02 [*]	2,91±0,03^a	0,0000
Fructe uscate	1,82±0,03[*]	1,50±0,02 ^b	1,64±0,02 ^c	1,73±0,02 ^d	1,70±0,02 ^{cd}	1,40±0,01 ^a	1,91±0,02 ^e	1,40±0,02 ^a	1,50±0,01 ^b	2,09±0,02[*]	1,55±0,02 ^b	1,91±0,03 ^e	0,0000
Fructe verzi	1,36±0,02 ^a	1,40±0,01 ^{ab}	1,45±0,02 ^b	1,64±0,02 ^c	2,20±0,02^c	2,10±0,02 ^d	1,82±0,02 [*]	1,60±0,02 ^c	2,40±0,01[*]	1,36±0,01 ^a	2,18±0,03 ^{de}	1,64±0,01 ^e	0,0000
Fân cosit	2,09±0,01 ^a	1,50±0,01 [*]	1,64±0,01 [†]	1,91±0,02 [*]	1,80±0,02 [*]	2,20±0,02[*]	1,73±0,01 [†]	2,10±0,02 ^a	2,20±0,01 ^b	2,00±0,02 [†]	2,18±0,02 ^b	2,27±0,02[†]	0,0000
Flori de câmp	2,36±0,02^b	1,50±0,02 [*]	1,40±0,01 [†]	1,82±0,02 ^a	1,60±0,01 [*]	2,10±0,02 [*]	2,36±0,03 ^b	1,80±0,02 ^a	2,90±0,01[*]	2,27±0,03 [†]	2,18±0,03 [*]	2,45±0,03 [†]	0,0000
Trandafir	1,18±0,01[†]	0,60±0,00 ^a	0,64±0,01 ^{ab}	0,64±0,01 ^{ab}	0,70±0,01 ^b	0,60±0,01 ^a	1,00±0,01[*]	0,80±0,01 ^c	0,70±0,01 ^b	0,36±0,00	0,64±0,00 ^{ab}	0,82±0,01 ^c	0,0000
Condimentat	0,82±0,01 [†]	0,60±0,01 [*]	1,00±0,01 ^b	1,09±0,01 ^c	1,10±0,01^c	1,00±0,01 ^b	1,09±0,01 ^c	0,90±0,01 ^a	0,90±0,01 ^a	0,91±0,01 ^a	1,27±0,02 ^d	1,27±0,02^d	0,0000
Miere	1,36±0,01[†]	0,70±0,00 ^a	0,45±0,00 [†]	0,82±0,01 [†]	0,90±0,01 ^b	1,00±0,01 [*]	1,10±0,01 [†]	0,70±0,00 ^a	1,20±0,01^c	0,91±0,01 ^b	1,18±0,01 ^c	0,91±0,01 ^b	0,0000
Acid	2,73±0,03^b	2,60±0,03 ^a	2,55±0,02 ^a	2,73±0,03^b	2,50±0,02 ^a	2,50±0,01 ^a	2,55±0,01 ^a	2,50±0,02 ^a	0,00±0,00 [†]	2,27±0,01 [†]	2,73±0,02^b	3,10±0,02 [†]	0,0000
Dulce	1,82±0,02[*]	0,90±0,01 [*]	0,82±0,00 [†]	1,18±0,01 ^a	1,40±0,02 ^c	1,20±0,01 ^a	2,00±0,02	1,30±0,02 ^b	1,30±0,01 ^b	1,36±0,01 ^c	1,09±0,01 [†]	1,60±0,02 [†]	0,0000
Amar	0,82±0,01 ^{bc}	1,50±0,02[*]	1,00±0,01 ^{de}	1,09±0,01 ^e	1,00±0,01 ^{de}	1,00±0,01 ^{de}	0,73±0,00 ^{ab}	1,00±0,01^{de}	0,70±0,01 ^a	0,64±0,01 ^a	0,91±0,01 ^{cd}	0,90±0,01 ^{cd}	0,0000
Fenolic	1,55±0,02 ^b	2,00±0,02 ^{de}	2,09±0,02 ^{ef}	2,18±0,02^f	1,78±0,01 ^c	1,70±0,01 ^c	1,45±0,01 ^a	1,33±0,01 ^a	1,20±0,01	1,91±0,03^d	1,64±0,01 ^b	1,70±0,01 ^c	0,0000
Onctuos	2,82±0,03^c	1,60±0,02 ^a	1,60±0,01 ^a	1,90±0,02	2,10±0,02	2,30±0,02 ^b	3,18±0,03	2,20±0,02	2,90±0,01 ^c	2,36±0,02 ^b	2,40±0,03	3,00±0,02	0,0000
Textură	2,91±0,04 ^{bc}	1,60±0,02 [*]	2,27±0,02 ^a	2,30±0,02 ^a	2,20±0,02 ^a	3,00±0,02^{cd}	3,45±0,03 ^{ef}	2,78±0,02 ^b	3,60±0,01^f	2,80±0,02 ^b	3,10±0,02 ^d	3,33±0,02 ^e	0,0000

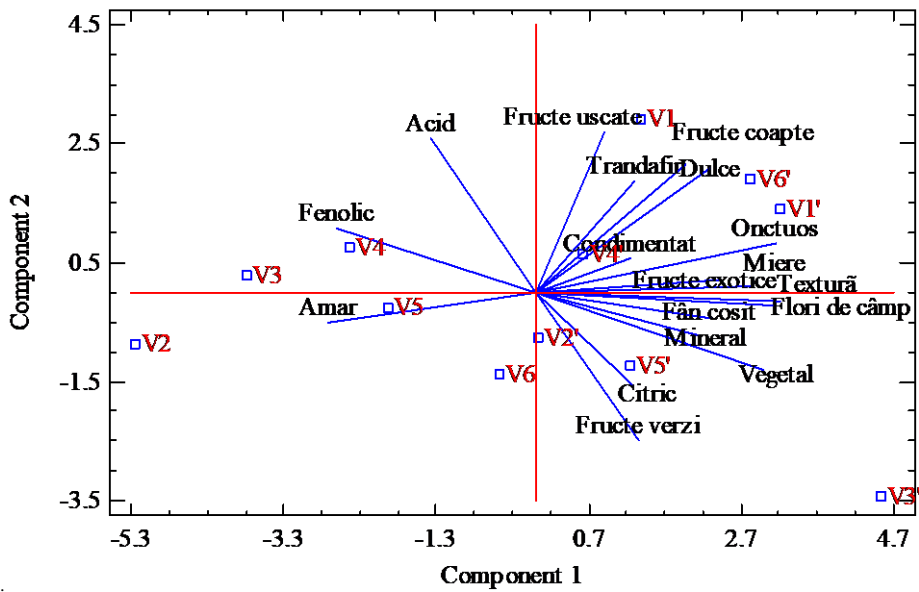
Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistic semnificativă ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență semnificativă din punct de vedere statistic față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).

Tabelul 7.17/ Table 7.17

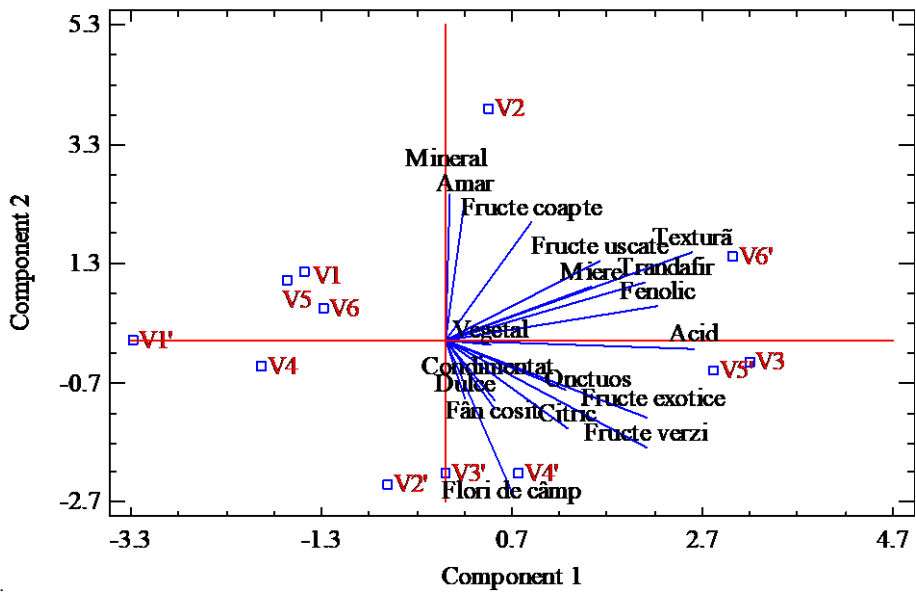
Rezultatul analizei senzoriale a vinurilor Sauvignon blanc obținute fără adaos de bentonită/ The results of sensory analysis of the Sauvignon blanc wines obtained without the addition of bentonite clay

Descriptorii senzoriali	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V1'	V2'	V3'	V4'	V5'	V6'	p
Vegetal	1,62±0,01 ^a	2,27±0,01^a	1,73±0,01 ^a	2,00±0,01 ^b	1,73±0,01 ^a	2,10±0,01 ^a	2,46±0,01 ^a	2,30±0,01 ^a	2,00±0,01 ^b	1,90±0,01 ^a	2,80±0,01^a	2,20±0,01 ^a	0,0000
Mineral	2,08±0,01 ^a	2,73±0,01^f	2,55±0,01 ^{de}	2,36±0,01 ^c	2,27±0,01 ^b	2,60±0,01 ^{bef}	2,46±0,01^{cd}	2,00±0,01 ^a	1,60±0,01 ^a	2,10±0,01 ^a	2,10±0,01 ^a	2,40±0,01 ^{ef}	0,0000
Citric	1,69±0,01 ^a	1,91±0,01 ^{abcde}	2,09±0,01^{cdefg}	1,80±0,01 ^{abc}	1,91±0,02 ^{abcde}	1,70±0,01 ^{bcdef}	1,73±0,01 ^{ab}	2,20±0,01^{efg}	1,90±0,01 ^{abcde}	1,90±0,01 ^{abcde}	2,10±0,01 ^{cdefg}	1,70±0,01 ^{fg}	0,0000
Fructe coapte	2,46±0,01 ^b	2,73±0,01^d	2,45±0,01 ^b	2,46±0,02 ^b	2,09±0,02 ^a	2,70±0,01 ^c	2,27±0,02 ^a	2,20±0,01 ^a	2,30±0,01 ^a	2,00±0,01 ^a	2,70±0,01^{cd}	2,50±0,01 ^b	0,0000
Fructe exotice	1,69±0,01 ^a	1,73±0,01 ^a	2,00±0,01^a	1,73±0,02 ^a	1,73±0,01 ^a	1,80±0,01 ^a	1,64±0,01 ^a	2,10±0,02^a	1,80±0,01 ^b	1,80±0,01 ^b	2,20±0,01 ^a	1,90±0,01 ^b	0,0000
Fructe uscate	1,69±0,01 ^b	1,90±0,01 ^c	1,73±0,01 ^b	1,46±0,01 ^a	1,91±0,02^a	1,80±0,01 ^c	1,46±0,01 ^a	1,50±0,01 ^a	1,90±0,01 ^c	1,80±0,01 ^b	1,70±0,01 ^b	2,20±0,02^a	0,0000
Fructe verzi	1,38±0,01 ^{bc}	1,45±0,01 ^{cd}	1,82±0,01^c	1,36±0,01 ^b	1,27±0,01 ^a	1,10±0,01 ^a	1,27±0,01 ^a	1,70±0,01 ^a	1,60±0,01 ^a	2,00±0,01^a	1,90±0,01 ^c	1,50±0,01 ^d	0,0000
Fân cosit	2,08±0,02 ^b	1,82±0,02 ^a	2,00±0,01 ^a	1,91±0,01 ^a	1,64±0,01 ^a	2,10±0,01^b	2,36±0,01 ^a	2,00±0,01 ^a	2,00±0,01 ^a	2,20±0,01 ^a	2,40±0,01^a	2,10±0,01 ^b	0,0000
Flori de câmp	1,77±0,01 ^a	1,55±0,01 ^a	2,18±0,01 ^a	2,36±0,01 ^c	1,64±0,01 ^a	2,40±0,01^c	2,00±0,01 ^a	2,30±0,01 ^b	2,40±0,01 ^a	2,60±0,01^a	2,20±0,01 ^a	2,30±0,01 ^b	0,0000
Trandafir	0,38±0,01 ^b	0,45±0,01 ^c	0,45±0,01 ^c	0,36±0,01 ^b	0,46±0,01^c	0,30±0,00 ^b	0,09±0,00 ^a	0,40±0,01 ^{bc}	0,10±0,00 ^a	0,40±0,01 ^{bc}	0,70±0,01^a	0,60±0,01 ^a	0,0000
Condimentat	0,85±0,01 ^b	0,82±0,01 ^b	1,18±0,01^d	1,18±0,01^d	0,82±0,01 ^b	0,80±0,01 ^b	0,64±0,01 ^a	1,30±0,01^a	1,00±0,01 ^c	0,70±0,01 ^a	0,70±0,01 ^a	1,00±0,01 ^c	0,0000
Miere	0,92±0,01 ^a	0,91±0,01 ^a	0,91±0,01 ^a	0,64±0,01 ^a	0,91±0,01 ^a	1,10±0,01^a	1,00±0,01 ^b	0,70±0,01 ^a	0,90±0,01 ^a	1,00±0,01 ^b	1,20±0,01 ^a	1,30±0,01^a	0,0000
Acid	2,23±0,01 ^b	2,27±0,01 ^{bc}	2,82±0,01^c	2,10±0,01 ^a	2,00±0,01 ^{abc}	2,20±0,01 ^c	1,55±0,01 ^a	2,10±0,01 ^a	2,56±0,01 ^a	2,40±0,01 ^d	2,30±0,01 ^d	2,78±0,01^{de}	0,0000
Dulce	1,62±0,01 ^c	1,36±0,01 ^a	1,82±0,01^f	1,55±0,01 ^b	1,64±0,01 ^c	1,80±0,01 ^c	1,82±0,01^f	1,40±0,01 ^a	1,67±0,02 ^{cd}	1,70±0,01 ^{de}	1,80±0,01 ^f	1,56±0,01 ^b	0,0000
Amar	2,00±0,02 ^a	2,55±0,02^a	1,60±0,01 ^c	1,40±0,02 ^b	1,27±0,02 ^a	1,00±0,01 ^a	1,55±0,01 ^c	1,60±0,01^c	1,11±0,01 ^a	1,10±0,01 ^a	1,40±0,01 ^b	1,56±0,01 ^c	0,0000
Fenolic	1,31±0,01 ^a	1,82±0,02 ^d	2,67±0,01^a	1,70±0,01 ^{cd}	1,36±0,01 ^a	1,50±0,01 ^c	1,46±0,01 ^{ab}	1,30±0,01 ^a	1,67±0,01 ^{cd}	1,50±0,01 ^b	1,70±0,01^{cd}	2,11±0,01 ^a	0,0000
Onctuos	2,38±0,01 ^b	2,36±0,01 ^b	2,73±0,01^c	2,18±0,01 ^a	2,18±0,02 ^a	2,20±0,01 ^b	2,27±0,01 ^a	2,30±0,01 ^b	2,78±0,01^c	2,70±0,01 ^c	2,00±0,01 ^a	2,67±0,01 ^c	0,0000
Textură	2,31±0,01 ^b	2,91±0,01^d	2,88±0,01 ^d	2,00±0,02 ^a	2,37±0,01 ^{bc}	2,00±0,02 ^b	1,91±0,01 ^a	1,90±0,02 ^a	2,22±0,02 ^b	2,50±0,01 ^c	2,90±0,01^d	2,90±0,01^d	0,0000

Rezultatele constituie mediile valorilor obținute în urma determinărilor de laborator și deviația standard. Literalele superscript indică grupurile omogene, între care nu există o diferență statistic semnificativă ($p > 0,05$) în corelație cu testul Fisher LSD; * - prezintă diferență semnificativă din punct de vedere statistic față de toate variantele analizate; ns - nesemnificativ ($p > 0,05$).



a.



b.

Figura 7.4: Analiza componentelor principale pentru descriptorii senzoriali analizați: a - Fetească regală; b - Sauvignon blanc
 Figure 7.4: Principal components analysis of followed sensory descriptors: a - Fetească regală; b - Sauvignon blanc variety

CONCLUZII

Administrarea tratamentelor enzimaticice a prezentat o influență minoră asupra proprietăților fizico-chimice ale probelor finale, obținându-se multiple grupuri omogene, între care nu a existat o diferență statistic semnificativă ($p > 0,05$).

Rezultatele obținute evidențiază diferențe semnificative între valorile **parametrilor cromatici** ai probelor analizate, în funcție de tratamentul enzimatic administrat. Toate probele de Fetească regală au prezentat o valoare ridicată a **clarității**, cu nuanțe predominante de galben și roșu, cu excepția probei V1, care a fost definită prin culoarea verde și galben. Nivelul clarității în cazul variantei V1 este semnificativ mai ridicată față de restul eșantioanelor studiate ($p < 0,05$).

Astfel, probele de Fetească regală au prezentat cea mai mare diferență colorimetrică și de tonalitate ($p < 0,05$) în cazul variantei V1 comparativ cu proba martor. Pentru cea de-a doua categorie de probe, valorile ΔE au manifestat scăderi semnificative ($p < 0,05$). La soiul Sauvignon blanc, cea mai mare diferență colorimetrică și de tonalitate a fost obținută la proba V5 comparativ cu proba martor. Tratamentul cu bentonită a determinat o reducere a principalilor parametri cromatici (**claritate, cromaticitate, saturație**), dar și o creștere a valorilor în cazul **tonalității**. Astfel, pe baza datelor obținute, este confirmată acțiunea majoră a tratamentului cu bentonită asupra limpidității și aspectului vinului.

Probele analizate au prezentat variații diferite ale conținutului în **compuși fenolici**, atât în funcție de tipul de enzimă administrat cât și de soiul strugurilor utilizați la vinificație. Majoritatea vinurilor Fetească regală s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în acid protocatehic și cafeic. Concentrațiile cele mai ridicate au fost obținute la varianta V1, probele martor înregistrând cea mai mică concentrație în compuși fenolici. Tratamentul cu bentonită a condus la o diminuare semnificativă a concentrațiilor compușilor fenolici comparativ cu celelalte variante, cu excepția acidului ferulic, ale cărui concentrații au crescut.

Probele Sauvignon blanc s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în acid protocatehic, caftaric, dar și în *trans*- și *cis*-resveratrol. Variantele condiționate prin administrarea de bentonită s-au caracterizat prin scăderea concentrațiilor compușilor analizați comparativ cu variantele fără bentonită.

Administrarea tratamentelor enzimaticice a determinat diferențe semnificative între concentrațiile principalilor compuși fenolici identificați ($p < 0,05$) (cu excepția acidului *p*-cumaric, ferulic și quercitinei), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele ar prezenta valori egale.

Datele obținute demonstrează o variație importantă a profilului de aminoacizi în funcție de soiul de struguri și de tratamentul enzimatic aplicat. În ceea ce privește concentrația în aminoacizi, vinurile Fetească regală s-au caracterizat printr-un conținut ridicat în prolină, arginină și alanină. Vinurile Sauvignon blanc s-au remarcat printr-un conținut ridicat în aminoacizii prolină, alanină, acid glutamic, acid aspartic și respectiv,

serină. De cealaltă parte, cele mai mici cantități au fost înregistrate în cazul cisteinei și cisteinei.

Administrarea tratamentelor enzimactice au determinat diferențe semnificative între concentrațiile principalilor **aminoacizi** identificați ($p < 0,05$), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele ar prezenta valori egale. Cele mai ridicate concentrații pentru majoritatea compușilor au fost obținute în cazul variantei V1 la soiul Fetească regală și V5 la Sauvignon blanc.

În cazul vinurilor Fetească regală s-au stabilit numeroase corelații pozitive între variabile precum: arginină – histidină; arginină – metionină; lizină – glutamină; histidină – glicină; histidină – izoleucină; cistină – serină; cistină – triptofan; glicină – alanină; glicină – tirozină; glicină – 4-hidroxi-prolină; asparagină – acid aspartic; alanină – glutamină; alanină – tirozină; alanină – fenilalanină; glutamină – valină; valină – metionină; leucină – izoleucină; leucină – tirozină; treonină – acid aspartic; triptofan – tirozină; izoleucină – tirozină; acid glutamic – fenilalanină; metionină – tirozină, metionină – fenilalanină, prolină – 4-hidroxi-prolină ș.a.

În cazul probelor Sauvignon blanc, s-au obținut diferite corelații pozitive între mediile variabilelor, cum ar fi: lizină – treonină; histidină – izoleucină; glutamină – 4-hidroxi-prolină; serină – fenilalanină; serină – 4-hidroxi-prolină, leucină – izoleucină, triptofan – fenilalanină, acid aspartic – tirozină, acid aspartic – fenilalanină ș.a. De cealaltă parte, corelații negative au fost obținute între variabilele arginină – izoleucină, arginină – metionină, cisteină – alanină, glicină – treonină, glicină – fenilalanină ș.a.

Administrarea tratamentelor enzimactice a determinat diferențe semnificative între proporțiile **compușilor volatili** identificați ($p < 0,05$), fiind respinsă ipoteza nulă, conform căreia toate variabilele ar prezenta valori egale. Cele mai ridicate valori ale ponderii ale majorității compușilor au fost obținute în cazul variantei V1 la ambele soiuri analizate.

La soiul Fetească regală, s-au obținut corelații pozitive între numeroase perechi de compuși, precum: 1-propanol – 3-metil-1-butanol; 1-propanol – 2-hidroxi-propanoat de etil; 1-propanol – 3-etoxi-1-propanol; 3-metilbutil acetat – hexanoat de etil; 3-metilbutil acetat – decanoat de etil; 3-metilbutil acetat – acetat de 2-feniletil; 3-metilbutil acetat – acid hexanoic; 1-butanol – acid octadecanoic, hexanoat de etil – octanoat de etil, acetat de 2-feniletil – acid decanoic; 4-hidroxi-butanoat de etil – 4-etenilfenol; acid hexanoic – 4-etenilfenol ș.a.

Corelații negative au fost înregistrate între perechile de variabile: 1-propanol – 3-metilbutil acetat; 1-propanol – acetat de 2-feniletil; 1-propanol – acid hexanoic; 1-propanol – acid decanoic; 1-propanol – 4-etenilfenol; acetat de 3-metilbutil–2-hidroxi-propanoat de etil; hexanoat de etil – 2-hidroxi-propanoat de etil; 2-hidroxi-propanoat de etil – decanoat de etil; 3-hidroxi-butanoat de etil – acetat de 2-feniletil ș.a.

În cazul variantelor obținute din soiul Sauvignon blanc s-au remarcat numeroase perechi care prezintă corelații pozitive, precum: butanoat de etil – 3-metil-1-butanol; butanoat de etil – etil acetamidă; hexanoat de etil – undecan; 3-hidroxi-butanoat de etil – 1,3-ditiolan; 3-hidroxi-butanoat de etil – 3-metilbutil decanoat etc. Perechile de

variabile 1-propanol – 3-hidroxi-butanoat de etil; 3-metil-1-propanol – 3-hidroxi-butanoat de etil; hexanoat de etil – 1,3-ditiolan; hexanoat de etil – dodecanoat de etil etc. au prezentat o corelație negativă.

În cazul probelor experimentale analizate, se pot observa diferențe **organoleptice** semnificative în funcție de tipul de tratament administrat dar și de particularitățile soiului. Toate vinurile rezultate au fost apreciate ca fiind echilibrate, cu o aciditate optimă, imprimând astfel prospețime și o bună textură. În cazul soiului Fetească regală, proba martor s-a caracterizat prin arome bogate de flori de câmp, fructe verzi, fân și discrete note vegetale. Varianta V1 s-a remarcat prin gust fructat (fructe coapte) și note de flori de câmp, cu o aciditate și textură excelente. Notele de citrice au fost dominante în proba V2, cu nuanțe fructate (fructe exotice, fructe coapte) și florale (flori de câmp), gust ușor fenolic și o aciditate ridicată. Variantele V3 și V4 s-au remarcat prin arome fructate (fructe coapte, fructe uscate), cu note de fân proaspăt cosit și o bună aciditate. Aroma de fructe verzi a fost bine evidențiată la proba V5, cu nuanțe de fructe exotice și citrice, o bună textură și onctuoșitate, dar și aciditate ridicată.

În corelație cu substanțele volatile identificate în probele obținute, se poate considera că profilul organoleptic al vinurilor Fetească regală este definit în special de prezența compușilor: octanoat de etil, acetat de 3-metilbutil, acid hexanoic, acetat de 2-propanil, decanoat de etil ș.a.

La probele obținute din soiul Sauvignon blanc, caracterul vegetal și mineral au fost predominante la varianta V2, urmată de V6, iar cele mai reduse nivele au fost percepute în cazul probei V1. Varianta V3 s-a remarcat prin cele mai intense note fructate (de citrice, fructe exotice, fructe verzi), condimentate, onctuoșitate ridicată, gust ușor fenolic, o bună aciditate și textură. Caracterul floral (aroma de trandafir) și fructat (fructe uscate) a fost apreciat în special la proba V5. Varianta V6 s-a evidențiat pentru note dulci de miere, parfum de flori de câmp și fân proaspăt cosit.

Conform datelor înregistrate prin gaz cromatografie, compușii 3-metil-1-propanol, 1,6-anhidro-2,3,4-trimetilgalactoză, 3-metil-1-butanol, butandioat de dietil, 1-fenil etanol și acid acetic prezintă ponderi importante, contribuind în cea mai mare măsură la definirea profilului senzorial al vinurilor Sauvignon blanc.

Administrarea bentonitei a condus la o reducere a intensității aromelor și a senzației de acid în probele analizate.

Cele mai mari valori ale intensității descriptorilor urmăriți au fost obținute în cazul variantei V1 pentru soiul Fetească regală și V3 pentru Sauvignon blanc. S-au obținut diferite corelații pozitive între variabile, de exemplu: între aroma vegetală și cea de fructe exotice; fân cosit și flori de câmp; nota minerală și textură; senzația de amar și cea de dulce etc. De cealaltă parte, corelații negative au fost obținute între aroma de vegetal și senzația de amar, între aroma de fructe exotice și gustul fenolic, precum și între nota de flori câmp și senzația de amar.

La soiul Sauvignon blanc s-au obținut numeroase corelații pozitive între descriptorii senzoriali analizați, de exemplu: între aroma fructată de citrice și cea de fructe verzi, fructe exotice și trandafiri, fructe uscate și senzația de acid ș.a. De

asemenea, orientate în direcții opuse centrului, corelații negative se remarcă între aroma de flori de câmp și senzația de amar, gustul condimentat și de miere dar și între descriptorii dulce și amar.

Varianta V1 a prezentat cele mai mari concentrații ale aminoacizilor, compușilor fenolici și volatili identificați, indiferent de soi.

În concluzie, rezultatele au confirmat impactul pozitiv al utilizării enzimelor asupra calității probelor finale, obținându-se concentrații semnificativ mai mari pentru majoritatea compușilor fenolici, aminoacizi, dar și îmbogățirea profilul volatil și senzorial. Altfel spus, datele contribuie la dezvoltarea strategiilor de optimizare a procesului de producție în vederea îmbunătățirii structurii și compoziției chimice a produsului final și implicit a caracteristicilor senzoriale.

CONCLUSIONS

The administration of enzymes showed a minor influence on the physico-chemical properties of the final samples, obtaining multiple homogeneous groups, between which there was no statistically significant difference ($p > 0.05$).

Significant differences between the values of the chromatic parameters were obtained, depending on the type of administrated enzyme. All Fetească regală wines showed a high level of **clarity** parameter, with predominant shades of yellow and red, except V1 sample, which was defined by the green and yellow color. The **clarity** level was significantly higher in V1 comparing to the rest of the samples ($p < 0.05$). Thus, Fetească regală samples showed the highest colorimetric and tonality difference ($p < 0.05$) in the V1 variant comparing to the control sample. For the second category of samples, ΔE values showed significant decreases ($p < 0.05$). Regarding the Sauvignon blanc variety, the largest colorimetric and tonality difference was obtained between V5 and the control sample (V6). It can be observed that the bentonite treatment determined a significant reduction of the main chromatic parameters (**clarity, chromaticity, saturation**), but also an important increase of tonality.

The analyzed samples showed different variations on the levels of the phenolic compounds, depending on the variety characteristics and the type of administrated enzymes. Most of the Fetească regală wines were characterized by a high content of protocatechuic and caffeic acid. Best results were obtained in the V1 variant while control samples registered the lowest concentration in phenolic acids. A significant reduction of phenolic compounds concentrations was generated by the bentonite treatment, except for ferulic acid whose concentrations increased.

Sauvignon blanc samples were characterized by a high content of protocatechuic acid, caftaric acid, *trans*- and *cis*-resveratrol. Bentonite treatment conducted on a significant reduction of the analyzed phenolic acids concentrations.

The administration of enzymatic treatments determined significant differences between the concentrations of the main identified **phenolic compounds** ($p < 0.05$) (except *p*-coumaric acid, ferulic acid and quercetine), rejecting the null hypothesis that all variables would have equal values.

The results show an important variation of the **amino acid** concentrations depending on the grape variety and the administrated treatments. Enzymes determined significant differences between the concentrations of the main identified amino acids. Fetească regală wines were characterized by a high content of proline, arginine and alanine. Sauvignon blanc wines were distinguished by a high content of proline, alanine, glutamic acid, aspartic acid and serine, respectively. On the other hand, the lowest amounts were recorded for cystine and cysteine.

The highest concentrations of the majority of amino acid compounds were recorded in the V1 sample for Fetească regală wines and V5 for Sauvignon blanc.

Regarding the Fetească regală wines, many positive correlations can be observed between different pairs of compounds, for example: arginine – histidine; arginine –

metionine; lysine – glutamine; histidine – glycine; histidine – isoleucine; cystine – serine; cystine – tryptophan; glycine – alanine; glycine – tyrosine; glicine – 4-hydroxyproline; asparagine – aspartic acid; alanine – glutamine; alanine – tyrosine; alanine – phenylalanine; glutamine – valine; valine – methionine; leucine – isoleucine; leucine – tyrosine; threonine – aspartic acid; tryptophan – tyrosine; isoleucine – tyrosine; glutamic acid – phenylalanine; methionine – tyrosine, methionine – phenylalanine, proline – 4-hidroxi-proline ş.a. Regarding Sauvignon blanc samples, different positive correlations were obtained between the averages of many variables, such as: lysine – threonine; histidine – isoleucine; glutamine – 4-hydroxyproline; serine – phenylalanine; serine – 4-hydroxyproline, leucine – isoleucine, tryptophan – phenylalanine, aspartic acid – tyrosine, aspartic acid – phenylalanine ş.a. On the other hand, negative correlations were obtained between arginine – isoleucine, arginine – methionine, cysteine – alanine, glicine – threonine, glycine – phenylalanine ş.a.

The administration of enzymatic treatments determined significant differences between the concentrations of the identified **volatile compounds** ($p < 0.05$), the null hypothesis is rejected, according to which all variables would present equal values. The highest concentrations for most compounds were obtained on V1 variant in both varieties analyzed. In the Fetească regală variety, positive correlations were obtained between variables such as 1-propanol – 3-methyl-1-butanol; 1-propanol – ethyl 2-hidroxypropanoate; 1-propanol – 3-ethoxy-1-propanol; 3-methylbutyl acetate – ethyl hexanoate; 3-methylbutyl acetate – ethyl decanoate; 3-methylbutyl acetate – 2-phenylethyl acetate; 3-methylbutyl acetate – acid hexanoic; 1-butanol – acid octadecanoic, ethyl hexanoate – ethyl octanoate; 2-phenylethyl acetate – decanoic acid; ethyl 4-hidroxybutanoate – 4-ethenylphenol; hexanoic acid – 4-ethenylphenol ş.a. Negative correlations were recorded between the pairs of variables 1-propanol – 3-methylbutyl acetate; 1-propanol – 2-phenylethyl acetate; 1-propanol – hexanoic acid; 1-propanol – decanoic acid; 1-propanol – 4-ethenylphenol; 3-methylbutyl acetate – ethyl 2-hidroxypropanoate; ethyl hexanoate – ethyl 2-hidroxypropanoate; ethyl 2-hidroxypropanoate – ethyl decanoate; ethyl 3-hidroxybutanoate – 2-phenylethyl acetate ş.a. etc. In the case of variants obtained from the Sauvignon blanc variety, there are many pairs that have positive correlations, such as: ethyl butanoate – 3-methyl-1-butanol; ethyl butanoate – ethylacetamide; ethyl hexanoate – undecane; ethyl 3-hidroxybutanoate – 1,3-dithiolane; ethyl 3-hidroxybutanoate – 3-methylbutyl decanoate and so on. The following pairs of variables: 1-propanol – ethyl 3-hidroxybutanoate; 3-metil-1-propanol – ethyl 3-hidroxybutanoate; ethyl hexanoate – 1,3-dithiolane; ethyl hexanoate – ethyl dodecanoate etc. showed a negative correlation.

Significant **organoleptic** differences were established depending on the type of treatment administered but also on the variety particularities. All wines were appreciated as balanced, with excellent acidity, thus imprinting freshness and a good texture.

The olfactory analysis provides important information on the quality of food and beverages. Major organoleptic differences can be observed depending on the type of

administered treatments but also on the variety particularities. All wines were appreciated as balanced, with excellent acidity, thus gives freshness and a good texture. In the case of the Fetească regală variety, the control sample was characterized by wildflowers rich aromas, green fruits, hay and discreet vegetable notes. The V1 variant stood out for its fruity taste (ripe fruit) and wildflowers notes, with excellent acidity and good texture. Citrus notes were dominant in the V2 sample, with fruity (exotic fruits, ripe fruits) and floral (wildflowers) shades, slightly phenolic taste and high acidity. V3 and V4 variants were distinguished by delicate fruity flavors (ripe fruit, dried fruit), with freshly mown hay notes and good acidity. The aroma of green fruits was well highlighted in the V5 sample, with exotic and citrus fruits shades, a good texture and also high acidity.

In correlation with the identified volatile substances, it can be considered that the organoleptic profile of Fetească regală wines is especially defined by the presence of ethyl octanoate, 3-methyl butyl acetate, hexanoic acid, 2-propyl acetate and ethyl decanoate. In the Sauvignon blanc variety, the vegetal and mineral character were predominant in the V2 variant, followed by V6, while the lowest levels were perceived on the V1 sample. V3 variant was distinguished by the most intense fruity notes (citrus, exotic fruits, green fruits), spicy, slightly phenolic taste, good acidity and texture. The floral (rose flavor) and fruity (dried fruit) character was appreciated in the V5 sample. V6 variant was appreciated for its sweet notes of honey, wildflowers scent and freshly mowed hay. According to gas chromatography data, 3-methyl-1-propanol, 1,6-anhydrous-2,3,4-trimethyl galactose, 3-methyl-1-butanol, diethyl butandioate, 1-phenyl ethanol and acetic acid have an important contribution in defining the sensory profile of Sauvignon blanc wines.

The highest intensities of the followed descriptors were obtained on V1 variant for the Fetească regală variety and V3 for the Sauvignon blanc. Various positive correlations were obtained between the variables, for example: between the vegetable aroma and that of exotic fruits; hay and wildflowers; mineral note and texture; bitter sensation and the sweet, etc. On the other hand, negative correlations were obtained between the vegetable aroma and the bitter sensation, between the exotic fruit aroma and the phenolic taste, as well as between the wildflower note and the bitter sensation. For Sauvignon blanc variety, numerous positive correlations were obtained between the analyzed sensory descriptors, such as the fruity citrus and green fruit aroma, exotic fruits and roses, dried fruits with the acid sensation etc. Also, oriented in opposite directions to the center, negative correlations can be noticed between the aroma of wildflowers and the feeling of bitterness, the spicy and honey taste but also between the sweet and bitter descriptors.

The results confirmed the positive impact of using enzymes on the quality of the final samples, obtaining significantly higher concentrations for most phenolic compounds, amino acids, but also enriching the volatile and sensory profile. Also, the data contribute to the development of strategies for optimizing the technological process to improve the quality of the final product.

BIBLIOGRAFIE REFERENCES

1. Abada E., 2019 – *Application of microbial enzymes in the dairy industry*; editat de Kuddus M., 2019 – *Enzymes in Food Biotechnology, Production, Application, and Future Prospects*, Editura Academic Press
2. Aehle W., 2004 – *Enzymes in industry*, Editura Wiley, Weinheim
3. Agustini B. C., Lima D. B. D., Bonfim T. M. B., 2014 – *Composition of amino acids and bioactive amines in common wines of Brazil*, *Acta Scientiarum Health Science*, vol. 36, cap. 2, p. 225, <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v36i2.20187>
4. Alcalde M., 2007 – *Laccases: Biological functions, molecular structure and industrial applications*; editat de Polaina J., MacCabe A., 2007 – *Industrial Enzymes, Structure, function and application*, Editura Springer
5. Antalick G., Perello Marie-Claire, 2014 – *Esters in wines: new insight through the establishment of a database of french wines*, *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 65, p. 293 – 304
6. Antoce A. O., Călugăru L. L., 2017 – *Evolution of grapevine surfaces in Romania after accession to European Union – period 2007–2016*, *BIO Web of Conferences*, vol. 9, nr. 03018, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20170903018>
7. Aranda A., Matallana E., li del Olmo M., 2011 – *Molecular Wine Microbiology*; editat de Carracosa A. V., Munoz R., Gonzales R., 2011 – *Saccharomyces yeasts I: primary fermentation*, ediția 1, p. 1 – 24, Editura Academic Press
8. Arapitsas P., Guella G, Mattivi F., 2018 – *The impact of SO₂ on wine flavanols and indoles in relation to wine style and age*, *Scientific Reports*, vol. 8, cap. 1, <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19185-5>
9. Armada L., Fernandez E., Falque E. 2010 – *Influence of several enzymatic treatments on aromatic composition of white wines*, *LWT Food Science and Technology*, vol. 43, p. 1517 – 1525
10. Arnous A., Meyer A. S., 2010 – *Discriminated release of phenolic substances from red wine grape skins (Vitis vinifera L.) by multicomponent enzymes treatment*, *Biochemical Engineering Journal*, vol. 49, cap. 1, p. 68 – 77, <https://doi.org/10.1016/j.bej.2009.11.012>
11. Bartowski E. J., Costello P. J., Villa A., Henschke P. A. 2004 – *The chemical and sensorial effects of lysozyme addition to red and white wines over six months' cellar storage*, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, vol. 10, p. 143 – 150, <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2004.tb00017.x>
12. Bartowsky E. J., 2009 – *Bacterial spoilage of wine and approaches to minimize it*, *Letters in Applied Microbiology*, vol. 48, p. 149 – 156, <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2008.02505.x>

13. Batista A. C. F., Silva T. A., Vieira A. T., Oliviera M. F., 2013 – *Biotechnological application of lipases in biodiesel production*; editat de Lourde P. M., Mahendra R., 2013 – *Fungal enzymes*, Editura CRC Press
14. Bautista-Ortin A. B., Jimenez-Pascual E., Busse-Valverde N., Lopez-Roca J. M., Ros-Garcia J. M., Gomez-Plaza E., 2011 – *Effect of wine maceration enzymes on the extraction of grape seed proanthocyanidins*, *Food Bioprocess Tehnology*, vol. 6, p. 2207 – 2212, <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0768-3>
15. Bautista-Ortin A. B., Martinez-Cutillas A., Ros-Garcia J. M., Lopez-Roca J. M., Gomez-Plaza E., 2005 – *Improving colour extraction and stability in red wines: the use of maceration enzymes and enological tannins*, *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 40, cap. 8, p. 867 – 878, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01014.x>
16. Bayindirh A., 2010 – *Introduction to enzymes*; editat de Bayindirh A., 2010 – *Enzymes in fruit and vegetable processing*, Editura CRC Press
17. Bădulescu L., 2010 – *Biochimie horticolă*, USAMV București
18. Belitz H. D., Grosch W., Schieberle P., 2009 – *Food chemistry*, Editura Springer-Verlag, Germania
19. Beltran G., Novo M., Rozes N., Mas A., Guillamon J., 2004 - *Nitrogen catabolite repression in during wine fermentations*, *FEMS Yeast Research*, vol. 4, cap. 6, p. 625 – 632, <https://doi.org/10.1016/j.femsyr.2003.12.004>
20. Bennett J. W., Klich M., 2003 – *Mycotoxins*, *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 16, cap. 3, p. 497 – 516, <https://doi.org/10.1128/cmr.16.3.497-516.2003>
21. Beral E., Zapan M., 1973 – *Chimie organică*, Editura Informația, p. 589, București
22. Bergdahl B., Heer D., Sauer U., Hahn-Hägerdal B., van Niel E. W., 2012 – *Dynamic metabolomics differentiates between carbon and energy starvation in recombinant Saccharomyces cerevisiae fermenting xylose*, *Biotechnology for Biofuels*, vol. 5, cap. 1, p. 34, <https://doi.org/10.1186/1754-6834-5-34>
23. Berger R. G. 2007 – *Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability*, Editura Springer
24. Boulton R. B., Singleton V. L., Bisson L. F., Kunkee R. E., 1999 – *Principles and practices of winemaking*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York
25. Boursiquot J. M., 2010 – *About Sauvignon and its clonal development programs in France', presentation at variety focus: Sauvignon blanc*, <http://iv.ucdavis.edu>
26. Boyer P. D., 1970 – *The enzymes, Structure and control*, vol. 1, Editura Academic Press, New York
27. Bozaran A. A., Bozan B., 2013 – *The influence of pectolytic enzyme addition and prefermentative mash heating during the winemaking process on the phenolic composition of Okuzgozu red wine*, *Food Chemistry*, vol. 138, cap. 1, p. 389 – 395

28. Brinch-Pedersen H., Hatzack F., Stoger E., Arcalis E., Holm P. B., 2006 – *Heat stable phytases intransgenic wheat (Triticum aestivum L.): deposition pattern, thermostability and phytate hydrolysis*, Journal of Agricultural and Food Chemistry
29. Burin V. M., Caliarì V., Bordignon-Luiz M. T., 2016 – *Nitrogen compounds in must and volatile profile of white wine: influence of clarification process before alcoholic fermentation*, Food Chemistry, vol. 202, p. 417 – 425, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.096>
30. Buttner A., 2017 – *Springer handbook of odor*, Editura Springer
31. Caliarì V., Burin V. M., Rosier J. P., Bordignon-Luiz M. T., 2014 – *Aromatic profile of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape varieties*, Food Research International, vol. 62, p. 965 – 973, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.013>
32. Caliarì V., Panceri C. P., Rosier J. P., Bordignon-Luiz M. T., 2015 – *Effect of the Traditional, Charmat and Asti method production on the volatile composition of Moscato Giallo sparkling wines*, LWT - Food Science and Technology, cap. 61, cap. 2, p. 393 – 400, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.039>
33. Callejón R. M., Troncoso A. M., Morales M. L., 2010 – *Determination of amino acids in grape-derived products: a review*, Talanta, vol. 81, cap. 4 – 5, p. 1143 – 1152, <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.02.040>
34. Carrau F. M., Medina K., Farina L., Boido E., Henschke P. A., Dellacassa E., 2008 – *Production of fermentation aroma compounds by Saccharomyces cerevisiae wine yeasts: effects of yeast assimilable nitrogen on two model strains*, FEMS Yeast Research, vol. 8, cap. 7, p. 1196 – 1207, <https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2008.00412.x>
35. Chandrasekaran M., Basheer S. M., Chellappan S., Krishna J. G., Beena P. S., 2016 – *Enzymes in food and beverage production: an overview*; Editat de Chandrasekaran M., 2016 - *Enzymes in food and beverage processing*, Editura CRC Press
36. Chandrasekaran M., 2018 – *Enzymes in Food and Beverage Processing*, Editura CRC Press
37. Charpentier N., Maujean A., 1981 – *Sunlight flavours in champagne wines*, Proceedings of the 3rd Weurman Symposium, p. 609 – 615, Berlin
38. Chowdhary P., More N., Yadav A., Bharagava R. N., 2019 – *Ligninolytic enzymes: an introduction and applications in the food industry*; editat de Kuddus M., 2019 – *enzymes in food biotechnology, production, application, and future prospects*, Editura Academic Press
39. Claus H., Mojsov K., 2018 – *Enzymes for wine fermentation: current and perspective applications*, Fermentation, vol. 4, cap. 52, <https://doi.org/10.3390/fermentation4030052>
40. Coetzee C., du Toit W. J., 2012 – *A comprehensive review on Sauvignon blanc aroma with a focus on certain positive volatile thiols*, Food Research International, vol. 45, cap 1, p. 287 – 298, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.017>

41. Coetzee C., du Toit W. J., 2015 – *Sauvignon blanc wine: contribution of ageing and oxygen on aromatic and non-aromatic compounds and sensory composition : A review*, South African Journal of Enology and Viticulture, vol. 36, cap. 3, <https://doi.org/10.21548/36-3-968>
42. Cojocaru G. A., Antocea A. O., 2019 – *Influence of glutathione and ascorbic acid treatments during vinification of Feteasca regală Variety and their antioxidant effect on volatile profile*, Biosensors, vol. 9, cap. 4, p. 140, <https://doi.org/10.3390/bios9040140>
43. Constantinescu G., Negreanu E., 1957 – *Studiul însușirilor tehnologice ale soiurilor de viță roditoare*, Editura Academiei Republicii Populare Române, București
44. Copeland R. A., 2000 – *Enzymes: A practical Introduction to Structure, Mechanism, and Data Analysis*, Editura Wiley-VCH, USA
45. Cordonnier R., Bayonove C., 1974 – *Mise en évidence dans la baie de raisin, var. Muscat d' Alexandrie, de monoterpènes liés, révélables par une ou plusieurs enzymes du fruit*, Compte Rendus Academie des Sciences Paris, vol. 278, p. 3387 – 3390
46. Cosme F., Andrea-Silva J., Ribeiro L. F., Moreira A., Malheiro A., Coimbra M., Domingues R., Nunes F., 2018 – *The origin of pinking phenomena in white wines: an update*, Bio Web of Conferences, vol. 12, nr. 02013, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191202013>
47. Cotea D. V., 1985 – *Tratat de Oenologie. Îngrijirea, stabilizarea și îmbutelierea vinurilor, construcții și echipamente vinicole*, vol 2, Editura Ceres, București
48. Cotea D. V., Zănoagă C., Cotea V. V., 2009 – *Tratat de oenochimie*, Editura Academiei Române, București
49. Cotea V. D., Barbu N., Grigorescu C. C., Cotea V. V., 2003 – *Podgoriile și vinurile României*, Editura Academiei Române, București
50. Cotea V. D., Barbu N., Grigorescu C., Cotea V.V., 2000 – *Podgoriile și vinurile României*, Editura Academiei Române, București
51. Croitoru C., 2009 – *Tratat de știință și inginerie oenologică - produse de elaborare și maturare a vinului*, Editura AGIR, București
52. Curioni A., Vincenzi S., Flamini R., 2008 – *Proteins and peptides in grapes in wine*; editat de Flamini R., 2008 – *Hyphenated technique in grape and wine chemistry*, Editura John Wiley & Sons, Ltd
53. Christie W. W., Han X., 2010 – *Lipid analysis: isolation, separation, identification and lipidomic analysis*, Editura Oily Press, USA
54. Dalton R. D., 2017 – *The chemistry of wine*, Editura Oxford University Press, USA
55. Damian D., Rotaru L., Nechita A., Savin C., 2011 – *Ampelografie. Metode și metodologii de descriere și recunoaștere a soiurilor de viță de vie*, Editura PIM, Iași
56. de Orduña R., Patchett M. L., Liu S. Q., Pilone G. J., 2001 – *Growth and arginine metabolism of the wine lactic acid bacteria Lactobacillus buchneri and Oenococcus oeni at different pH values and arginine concentrations*, Applied and

Environmental Microbiology, vol. 67, cap. 4, p. 1657 – 1662, <https://doi.org/10.1128/aem.67.4.1657-1662.2001>

57. de Souza Nascimento A., de Souza J.; dos Santos Lima M., Pereira G., 2018 – *Volatile profiles of sparkling wines produced by the traditional method from a semi-arid region*, Beverages, vol. 4, cap. 4, p. 103, <https://doi.org/10.3390/beverages4040103>

58. Díaz G. A., Yañez L., Latorre B. A., 2011 – *Low occurrence of patulin-producing strains of Penicillium in grapes and patulin degradation during winemaking in Chile*, American Journal of Enology and Viticulture, vol. 62, cap. 4, p. 542 – 546

59. Dinu D., 2003 – *Enzimologie*, Editura Ars Docendi, București

60. Dinu V., Truția E., Popa-Cristea E., Popescu A., 1998 – *Biochimie medicală*, Editura Medicală, București

61. Dobrei A., Rotaru L., Dobrei A., 2017 – *Viticultură, ampelografie, oenologie*, Editura Solness, Timișoara

62. Ducasse M. A., Canal-Llauberes R. M., de Lumley M., Williams P., Souquet J. M., Fulcrand H., Doco T., Cheynier V., 2010 – *Effect of macerating enzyme treatment on the polyphenol and polysaccharide composition of red wines*, Food Chemistry, vol. 118, p. 369 – 376

63. El Darra N., Turk M. F., Ducasse M. A., Grimi N., Maroun R. G., Louka N., Vorobiev E., 2016 – *Changes in polyphenol profiles and color composition of freshly fermented model wine due to pulsed electric field, enzymes and thermovinification pretreatments*, Food Chemistry, vol. 194, p. 944 – 950

64. Facchini F. D. A., Pereira M. G., Vici A. C., 2013 – *Lipases: Imperative fat-degrading enzymes*; editat de Lourde P. M., Mahendra R., 2013 – *Fungal enzymes*, Editura CRC Press

65. Fernández-González M., Úbeda J. F., Cordero-Otero R. R., Thanvanthri G. V., Briones A. I., 2005 – *Engineering of an oenological Saccharomyces cerevisiae strain with pectinolytic activity and its effect on wine*, International Journal of Food Microbiology, vol. 102, p. 172 – 183, <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.12.012>

66. Ferreira R. B., Monteiro S., Piçarra-Pereira M. A., Tanganho M. C., Loureiro V. B., Teixeira A. R., 2000 – *Characterization of the proteins from grapes and wines by immunological methods*, American Journal of Enology and Viticulture, vol. 51, p. 22 – 28

67. Ferreira V., Fernandez P., Gracia J. P., Cacho J. F., 1995 – *Identification of volatile constituents in wines from Vitis vinifera var vidadillo and sensory contribution of the different wine flavour fractions*, Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 69, p. 299 – 310

68. Fleming A., 1922 – *On a remarkable bacteriolytic element found in tissues and secretions*, Proceedings of the Royal Society of London, nr. B39, p. 306 – 317

69. Fleming A., 1929 – *A bacteriolytic ferment found normally in tissues and secretions*, Lancet, vol. 1, p. 217 – 220

70. Fleming A., 1932 – *Lysozyme*, Proceedings of the Royal Society of London, nr. B26, p. 71 – 84
71. Fleming A., Allison V. D., 1923 – *Further observations on a bacteriolytic element found in tissues and secretions*, Proceedings of the Royal Society of London, vol. 44, p. 142 – 151
72. Fleming A., Allison V. D., 1925 – *On the specificity of the protein of human tears*, British Journal of Experimental Pathology, vol. 6, p. 87 – 90
73. Fleming A., Allison V. D., 1927 – *On the development of strains of bacteria resistant to lysozyme action and the relation of lysozyme action to intracellular digestion*, British Journal of Experimental Pathology, vol. 8, p. 214 – 218
74. Fleming A., Allison V. D., 1922 – *Observations on a bacteriolytic substance – Lysozyme found in secretions and tissues*, British Journal of Experimental Pathology, vol. 3, p. 252 – 260
75. Frisvad J. C., Larsen T. O., de Vries R., Meijer M., Houbraeken J., Cabanes F. J., Ehrlich K., Samson R. A., 2007 – *Secondary metabolite profiling, growth profiles and other tools for species recognition and important Aspergillus mycotoxins*, Studies in Mycology, vol. 59, p. 31 – 37
76. Fujita J., Fukuda H., Yamance Y., Kizaki Y., Shigeta S., Ono K, Suzuki O, Wakabayashi S, 2001 – *Critical importance of phytase for yeast growth and alcohol fermentation in Japanese sake brewing*, Biotechnology Letters, vol. 23, p. 867 – 871
77. Garde-Cerdán T., Ancín-Azpilicueta C., 2008 – *Effect of the addition of different quantities of amino acids to nitrogen-deficient must on the formation of esters, alcohols, and acids during wine alcoholic fermentation*, LWT - Food Science and Technology, vol. 41, cap. 3, p. 501 – 510, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.03.018>
78. Garret R. H., Grisham C. M., 1999 – *Biochemistry*, Editura Cengage
79. Garrido J., Borges F., 2011 – *Wine and grape polyphenols – A chemical perspective*, Food Research International, vol. 44, cap. 10, p. 3134 – 3148, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.08.010>
80. Gómez García-Carpintero E., Sánchez-Palomo E., Gómez Gallego M. A., González-Vinas M.A., 2012 – *Free and bound volatile compounds as markers of aromatic typicalness of Moravia Dulce, Rojal and Tortosí red wines*, Food Chemistry, vol. 131, p. 90 – 98
81. Gómez-Plaza E., Romero-Cascales I., Bautista-Ortín A. B., 2010 – *Use of enzymes for wine production. Enzymes in fruit and vegetable processing – Chemistry and engineering applications*, Editura CRC Press, U.S.A.
82. Gómez-Plaza E., Romero-Cascales I., Bautista-Ortín A. B., 2010 – *Use of enzymes for wine production*; editat de: Bayindirli A., 2010 – *Enzymes in fruit and vegetable processing*, Chemistry and engineering applications, Editura CRC Press, Boca Ratón, p. 215 – 243
83. Gomez-Plaza E., Roomero-Cascales I., Bautista-Ortín B., 2010 – *Use of enzymes for wine production*; editat de Bayindirli A., 2010 – *Enzymes in fruit and vegetable processing*, Editura CRC Press

84. Gonzalez R., Morales P., 2017 – *Wine secondary aroma: understanding yeast production of higher alcohols*, Microbial Biotechnology, vol. 10, cap. 6, p. 1449 – 1450, <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12770>
85. González-Centeno M. R., Chira K., Miramont C., Escudier J. L., Samson A., Salmon J. M., Ojeda H., Teissedre P. L., 2019 – *Disease resistant bouquet vine varieties: assessment of the phenolic, aromatic, and sensory potential of their wines*, Biomolecules, vol. 9, cap. 12, p. 793, <https://doi.org/10.3390/biom9120793>
86. González-Centeno M. R., Chira K., Miramont C., Escudier J. L., Samson A., Salmon J. M., Ojeda H., Teissedre P. L., 2019 – *Disease resistant bouquet vine varieties: assessment of the phenolic, aromatic, and sensory potential of their wines*, Biomolecul, vol. 9, p. 793, <https://doi.org/10.3390/biom9120793>
87. González-Neves G., Gil G., Favre G., Baldi C., Hernández N., Traverso S., 2013 – *Influence of winemaking procedure and grape variety on the colour and composition of young red wines*, South African Journal for Enology and Viticulture, vol. 34, cap. 1, p. 138 – 146
88. Grainger K., Tattersall H., 2005 – *Wine production: vine to bottle (Food industry briefing)*, Editura Blackwell Publishing Ltd
89. Grainger K., Tattersall H., 2016 – *Wine production and quality*, Editura Wiley-Blackwell
90. Green J. L., Watson B. T., Daeschel M. A., 1995 – *Efficacy of lysozyme in preventing malolactic fermentation in Oregon Chardonnay and Pinot Noir wines (1993 and 1994 vintages)*, ASEV 46th Annual Meeting Abstracts, American Journal of Enology and Viticulture, vol 46, p. 410
91. Guerin P. L., Anneraud C., Davaux F., Solanet D., Vinsonneau E., Chatelet V. P., 2010 – *Les enzymes en oenologie*, Revue française d'oenologie
92. Gupta R., Beg Q. K., Lorenz P., 2002 – *Bacterial alkaline proteases: molecular approaches and industrial applications*, Applied Microbiology and Biotechnology., vol. 59, p. 15 – 32
93. Haros M., Rosell C. M., Benedito C., 2001 – *Use of fungal phytase to improve breadmaking performance of whole wheat bread*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 49, p. 5450 – 5454
94. Hazelwood L. A., Daran J. M., van Maris A. J. A., Pronk J. T., Dickinson J. R., 2008 – *The Ehrlich pathway for fusel alcohol production: a century of research on Saccharomyces cerevisiae metabolism*, Applied and Environmental Microbiology, vol. 74, cap. 12, p. 3920, <https://doi.org/10.1128/aem.00934-08>
95. Herbert P., Barros P., Ratola N., Alves A., 2000 – *HPLC determination of amino acids in musts and port wine using OPA/FMOC Derivatives*, Journal of Food Science, vol. 65, cap. 7, p. 1130 – 1133, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10251.x>
96. Hernández-Orte P., Ibarz M., Cacho J., Ferreira V., 2006 – *Addition of amino acids to grape juice of the Merlot variety: Effect on amino acid uptake and aroma generation during alcoholic fermentation*, Food Chemistry, vol. 98, cap. 2, p. 300 – 310, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.073>

97. Hornedo Ortega R. Gonzalez-Centeno M. R., Chira K., Jourdes M., Teissedre P. L., 2020 – *Phenolic compounds of grapes and wines: key compounds and implications in sensory perception*, <https://doi.org/10.5772/intechopen.93127>
98. Hornsey I., 2007 – *The chemistry and biology of winemaking*, Editura RSC Publishing, UK
99. Hui Y. H., 2010 – *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*, Editura John Wiley & Sons, <https://doi.org/10.1002/9780470622834>
100. Jackson R. S., 2008 – *Wine science: principles and applications*, Food Science and Technology, ediția a 3-a, Editura Academic Press
101. Jackson R. S., 2009 – *Wine tasting – a professional handbook*, 2nd edition, Academic Press, USA
102. Jagatić Korenika A. M., Preiner D., Tomaz I., Jeromel A., 2020 – *Volatile profile characterization of Croatian commercial sparkling wines*, *Molecules*, vol. 25, cap. 18, p. 4349, <https://doi.org/10.3390/molecules25184349>
103. Jollès P., 1995 – *Lyzozymes: Model enzymes in biochemistry and biology*, Editura Birkhiiuser Verlag, Elveția
104. Jules M., Guillou V., François J., Parrou J. L., 2004 – *Two distinct pathways for trehalose assimilation in the yeast Saccharomyces cerevisiae*, *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 70, cap. 5, p. 2771 – 2778, <https://doi.org/10.1128/aem.70.5.2771-2778.2004>
105. Kantz K., Singleton V. L., 1991 – *Isolation and determination of polymeric polyphenols in wines using Sephadex LH-20*, *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 42, p. 309 – 316
106. Kelebek H., Canbas A., Cabaroglu T., Selli S., 2007 – *Improvement of anthocyanin content in the cv, Öküzgözü wines by using pectolytic enzymes*, *Food Chemistry*, vol. 105, p. 334 – 339
107. Kelebek H., Canbas A., Selli S., 2009 – *Effects of different maceration times and pectolytic enzyme addition on the anthocyanin composition of Vitis vinifera cv., Kalecik karasi wines*, *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 33, p. 296 – 311
108. Kosseva M. R., Joshi V. K., Panekar P. S., 2017 – *Science and technology of fruit wine production*, Academic Press
109. Krause M., Wierenga R. K., 2016 – *Toward new nonnatural tim-barrel enzymes using computational design and directed evolution approaches*; editat de Svendsen A., 2016 - *Understanding enzymes, Function, design, engineering and analysis*, Editura CRC Press
110. Kuddus M., 2019 – *Introduction to Food Enzymes*; editat de Kuddus M., 2019 - *Enzymes in food biotechnology, production, application, and future prospects*, Editura Academic Press
111. Kumar V. A., Prakash S. P., 2018 – *Science and technology of aroma flavor, and fragrance in rice*, Editura Apple Academic Press, USA

112. Kurbanoglu S., Erkmen C., Uslu B., 2020 – *Frontiers in electrochemical enzyme based biosensors for food and drug analysis*, TrAC Trends in Analytical Chemistry, vol. 124, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115809>
113. Lambri M., Dordoni R., Silva A., de Faveri D. M., 2010 – *Effect of bentonite fining on odor-active compounds in two different white wine styles*, American Journal of Enology and Viticulture, vol. 61, p. 225 – 233
114. Larcher R., Nicolini G., 2008 – *Elements and inorganic anions in winemaking: analysis and applications*; editat de Flamini R., 2008 – *Hyphenated techniques in grape and wine chemistry*, Editura John Wiley & Sons, Ltd
115. Lea A. G. H., 1995 – *Enzymes in the production of beverages and fruit juices*; editat de Tucker G. A., Woods L. F. J., 1995 – *Enzymes in food processing*, Editura Springer science+Business media
116. Lei X. G., Porres J. M., Mullaney E. J., Brinch-Pedersen H., 2007 – *Phytase: source, structure and application*; editat de Polaina J., MacCabe A., 2007 – *Industrial Enzymes, structure, function and application*, Editura Springer
117. Leitão M. C., Marques A. P., San Romão M. V., 2005 – *A survey of biogenic amines in commercial Portuguese wines*, Food Control, vol. 16, p. 199 – 204
118. Lengyel E., Silkolya L., 2014 – *Authenticity tests of hite wines from the apold depression, management of sustainable development*, Sibiu, România, <https://doi.org/10.1515/msd-2015-0007>
119. Li H., Tao Y. S., Wang H., Zhang L., 2007 – *Impact odorants of Chardonnay dry white wine from Changli County (China)*, European Food Research and Technology, vol. 227, cap. 1, p. 287 – 292, <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0722-9>
120. Lin T. F., Watson S., Suffet I. H., 2019 – *Taste and odour in source and drinking water: causes, controls, and consequences*, Editura IWA Publishing, UK
121. Linskens H. F., Jackson J. F., 2014 – *Wine analysis*, Editura Springer-Verlag, Germania
122. Lîsîi L., Ivasi G., Bobkova S., Şterfiţă M., Ambros A., Tagadiuc O., Horneţ V., Stratulat S., Stratulat I., Protopop S., Bandalac V., 2002 – *Biochimie*, USMF Nicoale Testemiţanu, Chişinău
123. Logrieco A., Ferracane R., Haidukowsky M., Cozzi.G., Visconti A., Ritieni A., 2009 – *Fumonisin B2 production by Aspergillus niger from grapes and natural occurrence in must*, Food Additives & Contaminants, vol. 26, p. 1495 – 1500
124. Lubbers S., Voilley A., Feuillat M., Charpentier C., 1994 – *Influence of mannoproteins from yeast on the aroma intensity of a model wine*, Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, vol. 27, p. 108 – 114
125. Luchian C. E., Scutaraşu E. C., Colibaba L. C., Cotea V. V., Vlase L., Toiu A. M., 2019 – *Evaluation of by products from the wine-making industry by identification of bioactive compounds*, BIO Web of Conferences, 12, nr. 04007, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191204007>

126. Luchian C. E., Cotea V. V., Scutarașu E. C., Colibaba L. C., 2021 – *Metode și tehnici de analiză a calității băuturilor*, Editura „Ion Ionescu de la Brad”, Iași
127. Maciel M. J. M., Silva A. C., Ribeiro H. C. T., 2010 – *Industrial and biotechnological applications of ligninolytic enzymes of the basidiomycota: a review*, *Electronic Journal of Biotechnology*, vol. 13, cap. 6, <https://doi.org/10.2225/vol13-issue6-fulltext-2>
128. Madhavan N., K., Jino T. G., Roopesh K., Szakacs G., Nagy V., Soccol C. R., Pandey A., 2004 – *Thermostable phytase production by *Thermoascus aurantiacus* in submerged fermentation*, *Biotechnology and Applied Biochemistry*, vol. 118, p. 205 – 214
129. Maheswari M. U., Chandra T. S., 2000 – *Production and potential application of a xylanase from a new strain of *Streptomyces cupidosporus**, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, vol. 16, 257 – 263
130. Main G. L., Morris J. R., 2007 – *Effect of macerating enzymes and postfermentation grape-seed tannin on the color of Cynthiana wines*, *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 58, cap. 3, p. 365 – 372
131. Maitan-Alfenas G. P., 2018 – *Enzymes and dairy products*; editat de Budak Ş. Ö., Akal C., 2018 – *Microbial cultures and enzymes in dairy technology*, Editura IGI Global, USA
132. Mandl K., Silhavy-Richter K., Korntheuer K., Prinz M., Patzl-Fischerleitner E., Eder R., 2017 – *Influence of different yeasts on the amino acid pattern of rosé wine*, *BIO Web of Conferences*, vol. 9, nr. 02014, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20170902014>
133. Marais, 1983 – *Terpenes in the aroma of grapes and wines: a review*, *South African Journal for Oenology and Viticulture*, vol. 4, p. 49 – 58
134. Marangoni A. G., 2003 – *Enzyme kinetics*, Editura Jon Wiley & Sons, New Jersey
135. Marchal R., Jeandet P., 2009 – *Use of enological additives for colloid and tartrate salt stabilization in white wines and for improvement of sparkling wine foaming properties*; editat de Moreno-Arribas M. V., Polo M. C., 2009 – *Wine chemistry and biochemistry*, Editura Springer Science+Business Media
136. Margalit Y., 2014 – *Concepts in Wine Chemistry*, Editura Board and Bench Publishing
137. Martínez-Pinilla O., Guadalupe Z., Hernández Z., Ayestarán B., 2013 – *Amino acids and biogenic amines in red varietal wines: the role of grape variety, malolactic fermentation and vintage*, *European Food Research and Technology*, vol. 237, cap. 6, p. 887 – 895, <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2059-x>
138. Masino F., Montevecchi G., Arfelli G., Antonelli A., 2008 – *Evaluation of the combined effects of enzymatic treatment and aging on lees on the aroma of wine from Bombino bianco grapes*, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, p. 9495 – 9501, <https://doi.org/doi/10.1021/jf8015893>

139. Masino F., Montevocchi G., Arfelli G., Antonelli A., 2008 – *Evaluation of the combined effects of enzymatic treatment and aging on lees on the aroma of wine from Bombino bianco grapes*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 56, cap. 20, p. 9495 – 9501
140. Mateo J. J., Di Stefano R., 1997 – *Description of the β -glucosidase activity of wine yeasts*. Food Microbiology, vol. 14, cap. 6, p. 583 – 591, <https://doi.org/10.1006/fmic.1997.0122>
141. McKinnon A., 2013 – *The impact of amino acids on growth performance and major volatile compound formation by industrial wine yeast*, <http://scholar.sun.ac.za>
142. Merkytė V., Longo E., Windisch G., Boselli E., 2020 – *Phenolic Compounds as Markers of Wine Quality and Authenticity*, Foods, vol. 9, cap. 12, p. 1785, <https://doi.org/10.3390/foods9121785>
143. Miettinen-Oinonen A., 2007 – *Cellulases in the textiles industry*; editat de Polaina J., MacCabe A., 2007 – *Industrial Enzymes, Structure, function and application*, Editura Springer
144. Minussi R. C., Pastore G. M., Durán N., 2002 – *Potential applications of laccase in the food industry*, Trends in Food Science and Technology, vol. 13, p. 205 – 216
145. Mirás-Avalos J. M., Bouzas-Cid Y., Trigo-Córdoba E., Orriols I., Falqué E., 2020 – *Amino acid profiles to differentiate white wines from three autochthonous galician varieties*, Foods, vol. 9, cap. 2, p. 114, <https://doi.org/10.3390/foods9020114>
146. Mirás-Avalos J. M., Bouzas-Cid Y., Trigo-Córdoba E., Orriols I., Falqué E., 2020b – *Amino acid profiles to differentiate white wines from three autochthonous galician varieties*, Foods, vol. 9, cap. 2, p. 114, <https://doi.org/10.3390/foods9020114>
147. Mogensen J. M., Larsen T. O., Nielsen K. F., 2010 – *Widespread occurrence of the mycotoxin fumonisin B2 in wine*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 58, p. 4853 – 4857
148. Mojsov K., 2013 – *Use of enzymes in wine making*, International Journal of Management Technology, vol. 3, cap. 9, <http://www.ijmra.us>
149. Moreno J., Peinado R., 2012 – *Enological chemistry* (ediția 1), Editura Academic Press
150. Moreno-Arribas M. V., Polo M. C., 2008 – *Occurrence of lactic acid bacteria and biogenic amine in biologically aged wines*, Food Microbiology, vol. 25, p. 875 – 881
151. Moreno-Arribas M. V., Polo M. C., 2009 – *Wine chemistry and biochemistry*, Editura Springer Science+Business Media
152. Moroșanu A. M., Colibaba C., Niculaua M., Nechita B. C., Zamfir C., Cotea V. V., Tarțian A. C., 2016 – *The influence of some prefermentative treatments on compositional and organoleptic features of Fetească Albă wines*, Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Horticulture, vol. 73, cap. 1, <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:11398>

153. Moroșanu A. M., Luchian C. E., Niculaua M., Colibaba C. L., Tarțian A. C., Cotea V. V., 2018 – Assessment of major volatile and phenolic compounds from ‘Fetească regală’ wine samples after pre-fermentative treatments using GC-MS Analysis and HPLC analysis, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 46, cap. 1, p. 247 – 259, <https://doi.org/10.15835/nbha46110889>

154. Moss M. O., Long M. T., 2002 – *Fate of patulin in the presence of the yeast Saccharomyces cerevisiae*, *Food Additives & Contaminants*, vol. 19, p. 387 – 399

155. Murguescu I. G., Oncescu T., Segal E., 1981 – *Introducere în chimia fizică, CINETICĂ CHIMICĂ ȘI CATALIZĂ*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București

156. Mustea M., 2004 – *Viticultura, bazele biologice, înființarea și întreținerea plantațiilor tinere de vii roditoare*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași

157. Neacșu I., Cotea V. V., Zănoagă C., Cotea D. V., 2012 – *Oenologie, biologie celulară și microbiologie*, Editura Academiei Române, București

158. Nicolau I., 2012 – *Sinteza de noi inhibitori pentru enzime și sisteme celulare enzimo-defective, aplicații în biochimie și chimia macromoleculară*, Teză de doctorat, Universitatea din București

159. Norman B. E., 1981 – *New developments in starch syrup technology*; editat de Birch G. G. Blakebrough N., Parker K. J., 1981 - *Enzymes and food processing*, Editura Applied Science Publishers

160. Nygaard M., Petersen L., Pilatte E., Lagarde G., 2002 – *Prophylactic use of lysozyme to control indigenous lactic acid bacteria during alcoholic fermentation*, ASEV 53rd Annual Meeting, Oregon

161. OIV, 2015 – *Review document on sensory analysis of wine*, <https://www.oiv.int/public/medias/3307/review-on-sensory-analysis-of-wine.pdf>

162. OIV, 2020 – *International Oenological Codex*, Paris, <https://www.oiv.int/public/medias/7790/codex-2021-en.pdf>

163. OIV, 2020 – *International Code of Oenological Practices*, <https://www.oiv.int/public/medias/7713/en-oiv-code-2021.pdf>

164. Ojha B. C., Singh P. K., Shrivastava N., 2019 – *Enzymes in the animal feed industry*; editat de Kuddus M., 2019 – *Enzymes in food biotechnology, production, application, and future prospects*, Editura Academic Press

165. Olteanu I., Cichi D., Cistea D. C., Mărăcineanu L. C., 2003 – *Viticultura specială*, Editura Universitaria, Craiova

166. Ong B. Y., Nagel C. W. 1978 – *High-pressure liquid chromatographic analysis of hydroxycinnamic acid tartaric acid esters and their glucose esters in Vitis vinifera*, *Journal of Chromatography*, vol. 157, p. 345 – 355

167. Oprea A., 2019 – *Viticultură și imunologie – Compendium*, Editura Academiei Române, București

168. Ory R. L., Angelo A. J. S., 1977 – *Enzymes in food and beverages processing*, ACS Symposium Series, American Chemical Society, Washington, DC

169. Osete-Alcaraz A., Gómez-Plaza E., Martínez-Pérez P., Weiller F., Schückel J., Willats W. G. T., Moore J. P., Ros-García J. M, Bautista-Ortín A. B., 2020 – *The impact of carbohydrate-active enzymes on mediating cell wall polysaccharide-tannin interactions in a wine-like matrix*, Food Research International, vol. 12, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108889>
170. Oşlobeanu M., Macici M., Georgescu M., Stoian V., 1991 – *Zonarea soiurilor de viță de vie în România*, Editura Ceres, București
171. Oşlobeanu M., Macici M., Georgescu M., Stoian V., 1992 – *Zonarea soiurilor de viță de vie în România*, Editura Ceres, București
172. Ottone C., Romero O., Aburto C., Illanes A., Wilson L., 2020 – *Biocatalysis in the winemaking industry: Challenges and opportunities for immobilized enzymes*, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, vol. 19, cap. 2, p. 595 – 621, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12538>
173. Ough C. S., 1991 – *Winemaking basics*, CRC Press
174. Ough C., Corison C., 1980 – *Measurement of patulin in grapes and wines*, Journal of Food Science, vol. 45, cap. 3, 476 – 478
175. Oyama K., Nishimura S., Nonaka Y., Kihara K., Hasimoto T., 1981 – *Synthesis of an aspartame precursor by an immobilized thermolysin in an organic solvent*, The Journal of Organic Chemistry, vol. 46, p. 5241 – 5242
176. Palmer T., Bonner P., 2007 – *Enzymes – Biochemical, Biotechnology and Clinical Chemistry*, 2nd edition, Editura Woodhead publishing, UK
177. Pannippara M. A., Kesav S., 2016 – *Enzyme inhibitors in regulating enzyme processing of food and beverages*; editat de Chandrasekaran Muthusamy, 2016 – *Enzymes in food and beverage processing*, Editura CRC Press
178. Parameswaran B., Varjani S., Raveendran S., 2019 – *Green bio-processes. Enzymes in industrial food processing*, Editura Springer, Singapore
179. Pardo F., Salinas M. R., Alonso G. L., Navarro. G., Huerta M. D. 1999 – *Effect of diverse enzyme preparations on the extraction and evolution of phenolic compounds in red wines*, Food Chemistry, vol. 67, cap. 2, p. 135 – 142, [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(99\)00080-1](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(99)00080-1)
180. Pardo F., Salinas M. R., Alonso G. L., Navarro. G., Huerta M. D., 1999 – *Effect of diverse enzyme preparations on the extraction and evolution of phenolic compounds in red wines*, Food Chemistry, vol. 67, cap. 2, p. 135 – 142, [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(99\)00080-1](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(99)00080-1)
181. Patel A. K., Singhanian R. R., Pandey A., 2017 – *Production, Purification, and application of microbial enzymes*; editat de Brahmachari G., Demain L., Demain A., Jose A., 2017 – *Biotechnology of microbial enzymes*, Editura Academic Press
182. Peleg H., Noble A. C. 1995 – *Perceptual properties of benzoic acid derivatives*, Chemical Senses, vol. 20, p. 393 – 400
183. Pereira V., Pereira A. C., Pérez-Trujillo J. P., Cacho J., Marques J. C., 2015 – *Amino acids and biogenic amines evolution during the Estufagem of fortified wines*, Journal of Chemistry, p. 1 – 9, <https://doi.org/10.1155/2015/494285>

184. Pérez-Navarro J., Izquierdo-Cañas P., Mena-Morales A., Chacón-Vozmediano J., Martínez-Gascuña J., García-Romero E., Hermosín-Gutiérrez I., Gómez-Alonso S., 2020 – *Comprehensive chemical and sensory assessment of wines made from white grapes of vitis vinifera cultivars Albillo Dorado and Montonera del Casar: a comparative study with Airén*, *Foods*, vol. 9, cap. 9, p. 1282. <https://doi.org/10.3390/foods9091282>
185. Pérez-Olivero S. J., Pérez-Pont M. L., Conde J. E., Pérez-Trujillo J. P., 2014 – *Determination of lactones in wines by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography coupled with mass spectrometry*, *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, <https://doi.org/10.1155/2014/863019>
186. Pertuiset G., 1995 – *La degustation du vin*, Editura Quintette, Paris
187. Pilu R., Panzeri D., Gavazzi G., Rasmussen S. K., Consonni G., Nielsen E., 2003 – *Phenotypic, genetic and molecular characterization of a maize low phytic acid mutant (Ipa241)*, *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 107, p. 980 – 987
188. Pinu F. R., Edwards P. J., Gardner R. C., Villas-Boas S. G., 2014 – *Nitrogen and carbon assimilation by Saccharomyces cerevisiae during Sauvignon blanc juice fermentation*, *FEMS Yeast Research*, vol. 14, cap. 8, p. 1206 – 1222, <https://doi.org/10.1111/1567-1364.12222>
189. Pinu F. R., Jouanneau S., Nicolau L., Gardner R. C., Villas-Boas S. G., 2012 – *Concentrations of the volatile thiol 3-Mercaptohexanol in Sauvignon blanc wines: no correlation with juice precursors*, *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 63, cap. 3, p. 407 – 412, <https://doi.org/10.5344/ajev.2012.11126>
190. Polaina J., MacCabe A., 2007 – *Industrial enzymes, structure, function and application*, Editura Springer
191. Pomohaci N., Stoian V., Gheorghită M., Sîghi C., Cotea V. V., Nămoșanu I., 2000 – *Oenologie – Prelucrarea strugurilor și producerea vinurilor*, vol 1, Editura Ceres, București
192. Punekar N. S., 2018 – *Enzymes: Catalysis, kinetics and mechanisms*, Editura Springer Nature, Singapore, vol. 15.
193. Ramadan M. F., 2019 – *Enzymes in fruit processing*; editat de Kuddus M., 2019 – *Enzymes in food biotechnology, production, application, and future prospects*, Editura Academic Press
194. Rensburg P., Pretorius I. S., 2000 – *Enzymes in winemaking: harnessing natural catalysts for efficient biotransformations*, *South African Journal for Enology and Viticulture*, vol. 21, p. 52 – 73
195. Rentzsch M., Wilkens A., Wilkens, Winterhalter, 2009 – *Non-flavonoid phenolic compounds*; editat de Moreno-Arribas M. V., Polo M. C., 2009 – *Wine chemistry and biochemistry*, Editura Springer Science+Business Media
196. Reynolds A. G., 2010 – *Managing wine quality: oenology and wine quality*, *Food Science, Technology and Nutrition*, nr. 192, Editura Woodhead Publishing Limited, Marea Britanie
197. Ribéreau-Gayon J. 1974 – *The chemistry of red wine color*, *Advances in Chemistry*, vol. 137, cap. 3, p. 50 – 87

198. Ribéreau-Gayon P., Dubordieu D., Donèche B., Lonvaud Aline, 2006 – *Handbook of Enology, volume 1: The microbiology of wine and vinifications*, 2nd edition, ed, John Wiley & Sons, Ltd
199. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D., 2006 – *Handbook of enology*, vol. 2, Editura Wiley
200. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D., 2006 – *Handbook of enology*, Editura Wiley
201. Rocha S. M., Coutinho P., Delgadillo I., Cardoso A. D., Coimbra M. A., 2005 – *Effect of enzymatic aroma release on the volatile compounds of white wine presenting different aroma potentials*, Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 85, p. 199 – 205, Portugalia, <https://doi.org/10.1002/jsfa.1937>
202. Rocha S. M., Rodrigues F., Coutinho P., Delgadillo I., Coimbra M. A., 2004 – *Volatile composition of Baga red wine assessment of the identification of the would-be impact odourants*, Analytica Chimica Acta, vol. 513, 257 – 262
203. Roland A., Cavelier F., Scheinder R., 2012 – *Les thiols varietaux dans les vins: Point sur les voies de biogenese et incidence des itineraires de production et d'elaboration*, Colloques Internationaux sur les aromes du vin (Project Vinaromas), Toulouse et Saragose
204. Romano P., Brandolini V., Ansaloni C., Menziani E., 1998 – *The production of 2,3-butandiol as a differentiating character in wine yeasts*, World Journal of Microbiology & Biotechnology, vol. 14, p. 649 – 653
205. Rotaru L., 2009 – *Soiuri de viță de vie pentru struguri de vin*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași
206. Rusjan D., Srlič M., Košmer T., Prosen H., 2009 – *The response of monoterpenes to different enzyme preparations in Gewürztraminer (Vitis vinifera L.) wines*, South African Journal for Enology and Viticulture, vol. 30, cap. 1, p. 56 – 64
207. Rusjan D., Srlič M., Košmer T., Prosen H., 2012 – *Contribution of enzyme preparations to the linalool content of wines made from the non-aromatic grapevine variety Furmint (Vitis vinifera L.)*, Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, vol. 46, cap. 2, p. 139 – 143
208. Rusu E., Bălănuță A., Drăgan V., 2016 – *Vinificația secundară - Tratamentele enzimatic*, Editura Universul, Chișinău
209. Sahay S., 2019 – *Wine enzymes: Potencial and practices*; editat de Kuddus M., 2019 – *Enzymes in food biotechnology, production, application, and future prospects*, Editura Academic Press
210. Samoticha J., Wojdyło A., Chmielewska J., Politowicz J., Antoni S., 2017 – *The effects of enzymatic pre-treatment and type of yeast on chemical properties of white wine*, Lebensmittel-Wissenschaft Technologie, p. 78 – 83, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.016>
211. Sampietro D. A., Díaz C. G., Gonzalez V., Vattuone M. A., Ploper L. D., Catalán C. A., Ward T. J., 2011 – *Species diversity and toxigenic potential of Fusarium graminearum complex isolates from maize fields in northwest Argentina*, International Journal of Food Microbiology, vol. 145, cap. 1, p. 359 – 364

212. Sampietro D. A., Vattuone M. A., Presello D. A., Fauguel C. M., Catalán C. A. N., 2009 – *The pericarp and its surface wax layer in maize kernels as resistance factors to fumonisin accumulation by Fusarium verticillioides*, Crop Protection, vol. 28, 196 – 200
213. Sanborn M., Edwards C. G. Ross C. F., 2010 – *Impact of fining on chemical and sensory properties of Washington State Chardonnay and Gewurztraminer wines*, American Journal of Enology and Viticulture, vol. 61, p. 31 – 41
214. Sanchez S., Demain L. A., 2017 – *Useful microbial enzymes – an introduction*; editat de Brahmachari G., Demain L., Jose A., Demain A., 2017 – *Biotechnology of microbial enzymes*, Editura Academic Press
215. Sandulachi E., 2012 – *Caracteristica enzimelor pectolitice utilizate la fabricarea sucurilor*, Universitatea tehnică a Moldovei, Moldova
216. Satyanarayana T., Kunze G., 2009 – *Yeast biotechnology: diversity and applications*; Editura Springer, Berlin
217. Sclifos A., Covaci E., Stratan E., 2019 – *Wine production from local varieties of grapes in microwinery conditions*, Journal of Engineering Science, vol. XXVI, nr. 1, p. 106 – 113, <https://doi.org/doi/10.5281/zenodo.2640054>
218. Serra R., Abrunhosa L., Kozakiewicz Z., Venâncio A., 2003 – *Black Aspergillus species as ochratoxin A producers in Portuguese wine grapes*, International Journal of Food Microbiology, vol. 88
219. Singh P., Kumar S., 2019 – *Microbial enzyme in food biotechnology*; editat de Kuddus M., 2019 - *Enzymes in Food biotechnology, production, application, and future prospects*, Editura Academic Press
220. Smith G. M., 1995 – *The nature of enzymes*; editat de Rehm H. J., Reed G., 1995 – *Biotechnology*, vol. 9, Editura VCH, Weinheim
221. Soufleros E., Bouloumpasi E., Tsarchopoulos C., Biliaderis C., 2003 – *Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage*, Food Chemistry, vol. 80, cap. 2, p. 261 – 273, [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(02\)00271-6](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(02)00271-6)
222. Soufleros E. H., Bouloumpasi E., Zotou A., Loukou Z., 2007 – *Determination of biogenic amines in Greek wines by HPLC and ultraviolet detection after dansylation and examination of factors affecting their presence and concentration*, Food Chemistry, vol. 101, p. 704 – 716
223. Spence D. W., Ramsden M., 2007 – *Penicillin acylases*; editat de Polaina J., MacCabe A., 2007 – *Industrial Enzymes. Structure, function and application*, Editura Springer
224. Stevenson-Paulik J., Bastidas R. J., Chiou S. T., Frye R. A., York. J. D., 2005 – *Generation of phytate-free seeds in Arabidopsis through disruption of inositol polyphosphate kinases*, Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 102, p. 12612 – 12617
225. Stines A., Grubb J., Gockowiak H., Henschke P., Høj P., Heeswijck R., 2000 – *Proline and arginine accumulation in developing berries of Vitis vinifera L. in*

Australian vineyards: Influence of vine cultivar, berry maturity and tissue type, Australian Journal of Grape and Wine Research, vol. 6, cap. 2, p. 150 – 158, <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2000.tb00174.x>

226. Stroe M., 2012 – *Ampelografie*, suport de curs, USAMV București

227. Subin S.R., Bhar S. G., 2016 – *Enzymes: concepts, nomenclature, mechanism of action and kinetics, characteristics and sources of food-grade enzymes*; editat de Chandrasekaran M., 2016 – *Enzymes in food and beverage processing*, Editura CRC Press

228. Suzuki H., 2015 – *How enzymes work, from structure to function*, Editura CRC Press, SUA

229. Swiegers J. H, Bartowsky E. J., Henschke P. A., Pretorius I. S., 2008 – *Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour*, Australian Journal of Grape and Wine Research, <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00285.x>

230. Swiegers J. H., Capone D. L., Pardon K. H., Gordon M. E., Sefton M. A., Francis L. I., Pretorius I. S., 2007 – *Engineering volatile thiol release in Saccharomyces cerevisiae for improved wine aroma*, Wiley InterScience, Australia, <https://doi.org/10.1002/yea.1493>

231. Sydenham E. W., Shephard G. S., Thiel P. G., Marasas W. F. O., Stockenstrom S., 1991 – *Fumonisin contamination of commercial cornbased human foodstuffs*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 39, p. 2014 – 2018

232. Taillandier P., Bonnet J., 2005 – *Le vin - Composition et transformation chimique*, Editura Lavoisier, Paris

233. Tapre A. R, Jain R. K., 2014 – *Pectinases: Enzymes for fruit processing industry*, International Food Research Journal vol. 21, cap. 2, p. 447 – 453, www.ifrj.upm.edu.my

234. Târdea C, 2007 – *Chimia și analiza vinului*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași

235. Terrier N., Poncet-Legrand C., Chenyier V., 2009 – *Flavanols, flavonols and dihydroflavanols*; ; editat de Moreno-Arribas M. V., Polo M. C., 2009 – *Wine chemistry and biochemistry*, Editura Springer Science+Business Media

236. Tominaga T., Furrer A., Henry R., Dubourdieu D. 1998 – *Identification of new volatile thiols in the aroma of Vitis vinifera L. var. Sauvignon blanc wines*, Flavour and Fragrance Journal, vol. 13, p. 159 – 162

237. Tominaga T., Furrer A., Henry R., Dubourdieu D., 1998 – *Identification of new volatile thiols in the aroma of Vitis vinifera L. var. Sauvignon blanc wines*. Flavour and Fragrance Journal, vol. 13, cap. 3, p. 159 – 162, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1026\(199805/06\)13:3<159::AID-FFJ709>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1026(199805/06)13:3<159::AID-FFJ709>3.0.CO;2-7).

238. Tucker G. A., 1995 – *Fundamentals of enzyme activity*, editat de Tucker G.A., Woods L. F. J., 1995 – *Enzymes in food processing*, Editura Springer Science + Business media

239. Turdean M. S., 2010 – *Statistica*, Editura Pro Universitaria, București

240. Țârdea C., Sârbu G., Țârdea A., 2000 – *Tratat de vinificație*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași
241. Țițan E., Ghiță S., Trandaș C., 2002 – *Bazele statisticii*. Meteora Press, București
242. Ugliano M., 2009 – *Wine chemistry and biochemistry*, Springer Science, New York, <https://doi.org/10.1007/978-0-387-74118-5>
243. Uzuner S., Cekmecelioglu D., 2019 – *Enzymes in the beverage industry*; editat de Kuddus M., 2019 – *Enzymes in food biotechnology, production, application, and future prospects*, Editura Academic Press
244. Valero E., Millán C., Ortega J. M., Mauricio J. C., 2003 – *Concentration of amino acids in wine after the end of fermentation by Saccharomyces cerevisiae strains*. Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 83, cap. 8, p. 830 – 835, <https://doi.org/10.1002/jsfa.1417>
245. Van Oort M., Canal-Llaubères R. M., 2002 – *Enzymes in wine production*; editat de Whitehurst Robert J., Law B. A. 2002 – *Enzymes in food technology*, Editura Sheffield Academic Press
246. Vararu F., 2015 – *Cercetări privind influența unor sușe de levuri asupra conținutului de compuși volatili și amine biogene din vinurile albe*, Teză de doctorat, USAMV Iași
247. Vararu F., Moreno-Garcia J., Cotea V., Moreno J., 2015 – *Grape musts differentiation based on selected aroma compounds using SBSE-GC-MS and statistical analysis*, Vitis vol. 54, p. 97 – 105
248. Vararu F., Moreno-Garcia J., Moreno J., Niculaua M., Nechita B., Zamfir C., Colibaba C., Dumitriu G. D., Cotea V., 2014 – *Effect of acidic hydrolysis on the content of some aroma compounds of musts from 4 grape varieties*, OIV Congress, Mendoza, Argentina
249. Vázquez E. S., Segade S. R., Gomez E. F., 2013 – *Incidence of the winemaking technique on metal content and phenolic composition of red wines*, International Journal of Food Properties, vol. 16, p. 622 – 633
250. Vela E., Hernández-Orte P., Castro E., Ferreira V., Lopez R., 2016 – *Effect of bentonite fining on polyfunctional mercaptans and other volatile compounds in Sauvignon blanc wines*, American Journal of Enology and Viticulture, vol. 68, cap. 1, p. 30 – 38, <https://doi.org/10.5344/ajev.2016.16052>
251. Velisek J., Koplik R., Cejpek K., 2020 – *The Chemistry of Food*, ediția 2, Editura Wiley-Blackwell
252. Versini G., Dellacassa E., Carlin Silvia, Fedrizzi B., Magno F., 2008 – *Analysis of aroma compounds in wine*; editat de Flamini R., 2008 – *Hyphenated technique in grape and wine chemistry*, Editura John Wiley & Sons, Ltd
253. Vincenzi S., Panighel A., Gazzola D., Flamini R., Curioni A., 2015 – *Study of combined effect of proteins and bentonite fining on the wine aroma loss*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 63, cap. 8, p. 2314 – 2320, <https://doi.org/10.1021/jf505657h>

254. Visan V. L., Tamba-Berehoiu R. M., Popa C. N., Danaila-Guidea S. M., 2017 – *Identification of the main volatile compounds responsible for the aroma of Sauvignon blanc wines*, Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, vol. 17, cap. 4, p. 357 – 365
255. Vlase L., Kiss B., Leucuta S. E., Gocan S., 2009 – *A Rapid Method for Determination of Resveratrol in Wines by HPLC-MS*, Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies, vol. 32, p. 2105 – 2121
256. Vohra A., Satyanarayana T., 2003 – *Phytases: microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications*, Critical Reviews in Biotechnology, vol. 23, p. 29 – 60
257. Voit E. O., Martens H. A., Omholt S. W., Nussinov R., 2015 – *150 years of the mass action law*, PLOS Computational Biology, vol. 11, <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1004012>
258. Volpe M. G., La Cara F., Volpe F., De Mattia A., Serino V., Petitto F., Zavalloni C., Limone F., Pellecchia R., De Prisco P. P., Di Stasio M., 2009 – *Heavy metal uptake in the enological food chain*, Food Chemistry, vol. 117, p. 553 – 560
259. Wang Y. Q., Ye D. Q., Liu P. T., Duan L. L., Duan C. Q., Yan G. L., 2016 – *Synergistic effects of branched-chain amino acids and phenylalanine addition on major volatile compounds in wine during alcoholic fermentation*, South African Journal of Enology and Viticulture, vol. 37, cap. 2, p. 169 – 175, <https://doi.org/10.21548/37-2-683>
260. Waterhouse A. L., Sacks G. L., Jeffery D. W., 2016 – *Understanding wine chemistry* (1st ed), Editura Wiley
261. Webb E. C., 1992 – *Recommendations of the nomenclature committee of the international union of biochemistry and molecular biology on the nomenclature and classification of enzymes*, Editura Academic Press, USA
262. Zamfir C. I., 2009 – *Studiul autenticității și tipicității vinurilor roșii obținute din soiuri autohtone*, Teză de doctorat, USAMV Iași
263. Zanoelo F. F., Gianessi G. C., Cabral H., 2013 – *Proteolytic Enzymes: Biochemical properties, production and biotechnological application*; editat de De Lourde P. M., Mahendra R., 2013 – *Fungal enzymes*, editura CRC Press
264. Zhang H., Shimizu K., Yao S., 2003 – *Metabolic flux analysis of Saccharomyces cerevisiae grown on glucose, glycerol or acetate by labeling experiments*, Biochemical Engineering Journal, vol. 16, cap. 3, p. 211 – 220, [https://doi.org/10.1016/s1369-703x\(03\)00070-6](https://doi.org/10.1016/s1369-703x(03)00070-6)
265. Zhang L., Tao Y. S., Wen Y., Wang H., 2016 – *Aromae evaluation of young chinese Merlot wines with denomination of origin*, South African Journal of Enology and Viticulture, vol. 34, cap. 1, p. 46 – 53, <https://doi.org/10.21548/34-1-1080>
266. Zhao P., Gao J., Qian M., Li H., 2017 – *Characterization of the key aroma compounds in chinese syrah wine by gas chromatography-olfactometry-mass spectrometry and aroma reconstitution studies*, Molecules, vol. 22, cap. 7, p. 1045, <https://doi.org/10.3390/molecules22071045>
267. Zoecklein B. 1995 – *Wine analysis & production*, Editura Springer

268. ***ISO 3591:1977 – *Sensory Analysis. Apparatus. Wine-tasting glass*
269. ***ISO 8589: 2010 – *Sensory Analysis. General guidance for the design of test room*
270. ***Regulamentul (CE) nr. 2066/2001 de modificare a Regulamentului (CE) nr. 1622/2000 în ceea ce privește utilizarea lizozimei în produsele vitivinicole
271. ***Regulamentul (UE) nr. 1169/2011 privind informarea consumatorilor cu privire la produsele alimentare
272. ***Regulamentul (CE) nr. 1829/2003 privind produsele alimentare și furajele modificate genetic
273. ***Regulamentul (CE) nr. 1830/2003 privind trasabilitatea și etichetarea organismelor modificate genetic și trasabilitatea produselor destinate alimentației umane sau animale, produse din organisme modificate genetic
274. ***www.leffingwell.com
275. ***<http://www.thegoodscentcompany.com>
276. ***<http://www.enzyme-database.org/stats.php>
277. ***<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>
278. ***<https://www.anpm.ro>

Importanța compușilor fenolici identificați/ Effects of identified phenolic compounds
(Luchian ș.a., 2021 – *Metode și tehnici de analiză a calității băuturilor*)

Compuși fenolici	Funcții asupra organismului uman
Acid caftaric	Activitate antioxidantă ridicată
Acid cafeic	Importantă acțiune anti-trombotică; anti-hipertensivă; antivirală; anti-tumorală
Acid <i>p</i> -cumaric	Reducerea nivelului de LDL; importantă acțiune antioxidantă și capacitate antimicrobiană ridicată; luptă împotriva celulelor canceroase (cancer de col uterin)
Acid ferulic	Antioxidativă; luptă împotriva cancerului, diabetului și bolilor neurodegenerative; importantă activitate antimicrobiană, acționează împotriva drojdiilor și a bacteriilor Gram-pozitive și Gram-negative; are proprietăți antiparazitare și antiinflamatoare
Acid galic	Acțiune antioxidantă, antiinflamatoare; luptă împotriva HIV, VHC, HSV; importantă activitate antimicrobiană; poate potența activitatea antimicrobiană a altor antibiotice; prezintă acțiuni benefice împotriva celulelor canceroase, cardioprotective, gastroprotective și neuroprotectoare
Acid protocatehic	Antiinflamatoare, antihiperglicemice și antiapoptotice; luptă împotriva celulelor canceroase
Acid clorogenic	Luptă împotriva stresului oxidativ
Quercitină	Limitează creșterea celulelor canceroase; importante proprietăți cardiovasculare și antiinflamatoare; acțiune benefică împotriva astmului; proprietăți neuroprotectoare; efecte inhibitoare asupra acetilcolinesterazei; importantă activitate antivirală.
Resveratrol	Prezintă activitate antioxidantă ridicată, efect cardioprotector, antiinflamator, anticancer, anti-îmbătrânire, reducerea lipidelor LDL, efect vasorelaxant, fitoestrogenic, reducerea glicemiei și efecte neuroprotectoare, menținerea nivelului de ocludină și claudină din sânge
Acid gentisic	Manifestă acțiune benefică în bolile reumatologice ale omului, acționează împotriva radicalilor liberi, reglează sinteza moleculelor antioxidante, prezintă acțiune antiinflamatorie puternică
Acid siringic	Prezintă potențialul de a modula activitatea enzimelor, dinamica proteinelor și diferiți factori de transcripție implicați în diabet, inflamații, cancer și angiogeneză

Compuși volatili identificați în probele de vin (% din aria totală)/ Volatile compounds of wine samples (% of total area)

FR	SB	Denumire compus	Clasif.	CAS	T _R (min)	D.A.	Ref.
1	1	1-Propanol	Alcooli	71-23-8	11,46	Fructe coapte	Swiegers ș.a., 2008; Vararu ș.a., 2015
2	2	Butanoat de etil (butirat de etil)	Esteri	105-54-4	11,56	-	-
	3	2,6-Dimetildecen					
3	4	3-Metil-1-propanol (izobutanol)	Alcooli	78-83-1	13,44	Alcoolic, lac de unghii, miros înțepător	Vararu, 2015; Lin ș.a., 2019
4	5	Acetat de 3-metilbutil (acetat de izoamil)	Esteri	123-92-2	14,91	Fructat, banane, pere, acetona	Mojsov, 2013; Swiegers ș.a., 2008
5	6	1-Butanol	Alcooli	71-36-3	15,64	Alcoolic, spirituos	Swiegers ș.a., 2008
6	7	3-Penten-2-ol	Alcooli	1569-50-2	16,83	Kiwi, fructat	Vararu ș.a., 2014
34	8	Undecan (hendecan)	Hidrocarburi	1120-21-4	39,15	-	-
7		Dodecan (dihexil)	Hidrocarburi	112-40-3	18,16	Petrol	Kumar și Prakash, 2018
8	9	3-Metil-1-butanol (izoamilalcool)	Alcooli	123-51-3	18,54	Alcoolic, lac de unghii, banane	Swiegers ș.a., 2008
	10	Decan	Hidrocarduri	124-18-5	19,28	-	-
	11	5-etil-5-metil decan	Hidrocarduri	17312-74-2	19,60	-	-
9	12	Hexanoat de etil (caproat de etil)	Esteri	123-66-0	19,72	Fructat, banane, ananas	Hui, 2010; Mojsov ș.a., 2013; Swiegers ș.a., 2008
	13	2,4,6-Trimetil heptan	Hidrocarduri	2613-61-8	20,07	-	-
	14	2-Metildecen (izoundecan)	Hidrocarburi	6975-98-0	20,20	-	-
10		Dotriacontan	Hidrocarburi	544-85-4	20,21	Inodor	Swiegers ș.a., 2008
11		Acetat de hexil	Esteri	142-92-7	21,46	Fructat, pere	pubchem.ncbi.nlm.nih.gov
12	15	3-Hidroxi-2-butanonă (acetoină)	Compuși carbonilici	51555-24-9	22,19	Onctuos, lactat	www.thegoodscentscompany.com
	16	3,9-Dimetilundecan	Hidrocarburi	17301-31-4	22,39	-	-
	17	3,3-Dimetilhexan	Hidrocarburi	563-16-6	22,53	-	-
	18	3-Metil-2-pentanol	Alcooli	565-60-6	23,13	-	-
13		4-Metiltetradecan	Hidrocarburi	25117-24-2	22,39	Miros înțepător	Kumar și Prakash, 2018
14		2,6,10,14-Tetrametilhexadecan (fitan)	Hidrocarburi	638-36-8	22,55	-	-
15	19	2-Hidroxiopropanoat de etil (lactat de etil)	Esteri	97-64-3	24,7	Onctuos, eteric	Vararu, 2014; Vararu ș.a., 2015
16	20	1-Hexanol	Alcooli	111-27-3	24,98	Vegetal, fructat, coajă de măr verde	Berger, 2007; Mojsov ș.a., 2013
17	21	3-Etoxi-1-propanol	Hidroxieter	1589-49-7	26,03	Fructat	Hui, 2010
	22	Nonadecan	Hidrocarburi	629-92-5	28,27	-	-
18		Izotetradecan	Hidrocarburi	1560-96-9	26,97	-	-
19	23	Octanoat de etil (caprilat de etil)	Esteri	106-32-1	28,59	Fructat, banane, mere, ananas, pere, floral, săpun	Hui, 2010; Mojsov ș.a., 2013; Swiegers ș.a., 2008
	24	2,6,10-Trimetildodecan (farnesan)					
20	25	Eicosan	Hidrocarburi	112-95-8	28,98	Ceară, floral	www.thegoodscentscompany.com
	26	Octadecan	Hidrocarburi	593-45-3	29,46	-	-
21		1-Propilaziridină	Compuși cu azot	104549-74-8	30,43	-	-

Compuși volatili identificați în probele de vin (% din aria totală) - continuare/ Volatile compounds of wine samples (% of total area) - continued

FR	SB	Denumire compus	Clasif.	CAS	T _R (min)	D.A.	Ref.
22	27	Acid acetic	Acizi	64-19-7	30,44	Vegetal, rănced, acru	Vararu, 2015
	28	Pentacosan					
23.	29	3-Hidroxibutanoat de etil	Esteri	540-41-4	32,24	Fructat	
	30	Benzaldehidă (fenilmetanal)	Compuși carbonilici	100-52-7	32,53	Migdale, nuci, fructat	www.thegoodscentscompany.com
24	31	2,3-Butandiol	Alcooli	107-88-0	33,14	Fructat, proaspăt	Hui, 2010
25	32	1,3-butandiol (1,3-butilen glicol)	Alcooli	107-88-0	34,63	-	-
26	33	2-Metilpropanoic (acid izobutiric/izobutanoic)	Acizi	79-31-2	35,12	Fructat, înțepător, eteric, nuanță de rom	Mojsov, 2013; Vararu ș.a., 2015
	34	Etil acetamidă	Compuși cu azot	625-50-3	36,68	-	-
27		Acid hexadecanoic (acid palmitic)	Acizi	57-10-3	35,3		
28	35	Decanoat de etil (caprat de etil)	Esteri	110-38-3	36,92	Fructat, struguri, pere, mere, ceros, uleios	Cojocar și Antoce, 2019
	36	1,2-hidrazindicarboxaldehidă (1,2-diformilhidrazin)	Compuși carbonilici	628-36-4	37,13	-	-
	37	10-metilnonadecan	Hidrocarburi	56862-62-5	37,71	-	-
29		Acid butanoic (acid butiric)	Acizi	107-92-6	37,5	Brânză, rănced, dulce, animal	Mojsov ș.a., 2013;
30	38	Butandioat de dietil (succinat de dietil)	Esteri	123-25-1	38,48	Fructat, floral, ceros, prăfuit	Mojsov ș.a., 2013
31		Docosan	Hidrocarburi	629-97-0	38,78	Ceară	www.thegoodscentscompany.com
32		9-Decenoat de etil	Esteri	67233-91-4	38,95	Fructat, untos	-
33	39	Acid 3-metilbutanoic (acid izovaleric)	Acizi	503-74-2	39,02	Rănced, brânză, fructe fermentate	-
	40	3-metilsulfanil-1-propanol (metionol)	Compuși cu sulf	505-10-2	40,09	Sulfuros, ceapă, usturoi, cartof crud	www.thegoodscentscompany.com
35		1,3-Ditiolan	Hidrocarburi	4829-04-3	40,13	Dulce, sulfuros, ceapă prăjită	www.thegoodscentscompany.com
36	41	Acetat de 2-propanil (acetat de izopropil)	Esteri	108-21-4	40,92	Eteric, banane, dulce, mere coapte, fructe proaspete	Margalit, 2014
37	42	4-Hidroxibutanoat de etil	Esteri	999-10-0	43,3	Ananas, trandafiri, fructe tropicale, miere, cocos, nectar	Hui, 2010
38	43	Acetat de 2-feniletil	Esteri	103-45-7	43,69	Fructat, trandafir, miere, vegetal, polen, nectar	Berger, 2007; Vararu, 2015
39		Heneicosan	Hidrocarburi	629-94-7	44,03	Ceară	www.thegoodscentscompany.com
40	44	Dodecanoat de etil (laurat de etil; laurinat de etil)	Esteri	106-33-2	44,52	Floral, fructat, ierbos, lemnos	Yang ș.a., 2017
	45	1-Octadecenă	Hidrocarburi	112-88-9	44,63	-	-
41		Decanoat de 3-metilbutil (caprat de izoamil)	Esteri	2306-91-4	45,17	Banane, ceros, fructat, cognac, vegetal, onctuos	www.thegoodscentscompany.com
42	47	N-(3-metilbutil) acetamidă (izoamil acetamidă)	Compuși cu azot	13434-12-3	45,23	-	-
					45,40		
43	46	Acid hexanoic (acid caproic; acid capronic)	Acizi	142-62-1	±0,00	Brânză, fenolic, onctuos, fructe coapte, fructe tropicale	www.thegoodscentscompany.com
	48	Acid hidroxibutiric	Acizi	300-85-6	45,79	-	
					45,81		
44		Acetat de butil (etanoat de butil)	Esteri	123-86-4	±0,00	Fructat, ananas	González-Centeno ș.a., 2019
	49	1-Fenil metanol	Alcooli	100-51-6	45,95	Miere, bubble gum, fructat	Cliff ș.a., 2001
45	51	1-Fenil etanol	Alcooli	60-12-8	47,19	Trandafir, floral, miere	Vararu, 2015
	50	3-metilbutil butandioat de etil	Esteri	28024-16-0	46,66	Caramel, fructe uscate, mineral, medicinal, ars	Cliff ș.a., 2001

Compuși volatili identificați în probele de vin (% din aria totală) - continuare/ Volatile compounds of wine samples (% of total area) - continued

FR	SB	C.V.	Clasif.	CAS	T _R (min)	Descriptori	Ref.
	52	Etil acetamidă	Compuși cu azot	625-50-3	51,38	-	-
	53	Hidroxibutandioat de dietil (maleat de dietil)	Esteri	141-05-9	51,46	Caramel, fructat, vegetal	www.thegoodscentscompany.com
46		2,6-Dimetil-3-7-octadiene-2,6-diol	Terpene	13741-21-4	48,12	Citrice	www.leffingwell.com
47		2,3-Dihidroxibutandioat de dietil (tartrat de dietil)	Esteri	57968-71-5	51,44	Fructat, caramel, fructe roșii	www.thegoodscentscompany.com
48	54	Acid octanoic (acid caprilic)	Acizi	124-07-2	52,51	Brânză, rănced, gras, vegetal, dulce	Vararu, 2015
	55	2-[etil(metil)amino]etanol	Alcooli	2893-43-8	54,98	-	-
49		4-Etenil-2-metoxifenol (2-metoxi-4-vinilfenol; 4-vinilguaiaacol)	Compuși fenolici (Fenoli volatili)	7786-61-0	56,46	Lemn uscat, alune prăjite, chihlimbar	www.thegoodscentscompany.com
50		5-propil-2-oxolanonă (dihidro-5-propil-2-furanonă, γ -heptalactonă)	Lactone	105-21-5	57,8	Fructat, struguri	www.leffingwell.com
	56	1-Docosen	Hidrocarburi	1599-67-3	57,70	-	-
	57	Hexadecanoat de etil (palmitat de etil)	Esteri	628-97-7	57,83	Fructat	www.thegoodscentscompany.com
51	58	9-Hexadecanoat de etil	Esteri	54546-22-4	58,6	-	-
60	66	9-Octadecenoat de etil (oleat de etil)	Esteri	111-62-6	64,21	Prospețime, lemnos	Yang ș.a., 2017
52	59	Acid decanoic (acid capric)	Acizi	334-48-5	58,99	Rănced, acru, gras, neplăcut, lemn	Main și Morris, 2007; Vararu, 2015
53	60	2,4-Diterț-butilfenol	Fenoli	96-76-4	59,77	-	-
	61	Hexaoxaciclooctadecan	Hidrocarburi	17455-13-9	60,36	-	-
	62	11-Octadecenal	Compuși carbonilici	56554-95-1	60,56	-	-
54		3,7,11-trimetil-2,6,10-dodecatrienol (farnesol)	Terpene	4602-84-0	60,82	Flori de tei, grapefruit, piersică, anason, citrice, pere	www.thegoodscentscompany.com
	63	1,6-Anhidro-2,3,4-trimetilgalactoză	Zaharuri anhidre	-	62,50	-	-
55		5-(1-hidroxietil)-2-oxolanonă (5-(1-hidroxietil)-2-furanonă, solerolă)	Lactone	27610-27-1	61,98	-	-
56		4-Etenilfenol (4-vinilfenol)	Compuși fenolici	2628-17-3	62,35	Miros înțepător, fenolic, medicamente, gouache, medicinal, fenolic	Butner, 2017; Waterhouse ș.a., 2016
	57	2,3-dimetil-1-pentenă	Hidrocarburi	3404-72-6	62,73	-	-
	58	Butandioat de dimetil (succinat de dimetil)	Esteri	106-65-0	62,98	Fructat, dulce, fructe verzi, floral, ceros, săpun	www.thegoodscentscompany.com
59	64	Octadecanoat de etil (stearat de etil)	Esteri	111-61-5	63,64	Ceros	www.thegoodscentscompany.com
51	58	9-Hexadecanoat de etil	Esteri	54546-22-4	58,6	-	-
60	66	9-Octadecenoat de etil (oleat de etil)	Esteri	111-62-6	64,21	Prospețime, lemnos	Yang ș.a., 2017
52	59	Acid decanoic (acid capric)	Acizi	334-48-5	58,99	Rănced, acru, gras, neplăcut, lemn	Main și Morris, 2007; Vararu, 2015
53	60	2,4-Diterț-butilfenol	Fenoli	96-76-4	59,77	-	-
	61	Hexaoxaciclooctadecan	Hidrocarburi	17455-13-9	60,36	-	-
	62	11-Octadecenal	Compuși carbonilici	56554-95-1	60,56	-	-

Compuși volatili identificați în probele de vin (% din aria totală) - continuare/ Volatile compounds of wine samples (% of total area) - continued

FR	SB	C.V.	Clasif.	CAS	T _R (min)	Descriptori de aromă	Referințe
61		Metil-10-octadecenoat	Esteri	13038-45-4	64,43	-	-
62		Acid dodecanoic (acid lauric)	Acizi	143-07-7	64,92	Cocos, ceros, untos	www.thegoodscentscompany.com
63	67	9,12-octadecadienoat de etil (linoleat de etil)	Esteri	544-35-4	65,55	Dulce, prospețime	Yang ș.a., 2017
64		2,3,5,8-Tetrametil-1,5,9-decatrienă	Hidrocarburi	230646-72-7	66,55	-	-
65		Geranil linalool	Esteri	1113-21-9	66,55	Fructat, floral, trandafiri	Vararu, 2015
66		9-Octadecenamidă	Compuși cu azot	3322-62-1	66,78	-	-
67		Linoleolat de etil	Esteri		67,37	Fructos, untos	www.thegoodscentscompany.com
68		2-Metil-4-octanol	Alcooli	40575-41-5	70,17	-	-
69		Acid 1-tetradecanoic (acid miristic)	Acizi	544-63-8	71,01	Ceros, untos, ananas, coajă de citrice	www.thegoodscentscompany.com
70		Acid octadecanoic (acid stearic)	Acizi	57-11-4	72,09	Ceros, untos	www.thegoodscentscompany.com
	65	4-Hidroxi benzenetanol (tirosool)	Compuși fenolici (stilbeni)	501-94-0	64,01	Chimic, amar, miere, ceară, pâine prăjită, fum, cuișoare	Duarte ș.a., 2010; Korenika ș.a., 2020) Cotea ș.a., 2009
	68	N-(2-feniletil)acetamidă	Compuși cu azot	877-95-2	67,30	-	-

LISTA FIGURILOR

Figura 1.1: Etapele tehnologiei de obținere a vinurilor albe	23
Figura 2.1: Acidul galic, acidul trans-cafeic, trans-resveratrolul, cis-resveratrol	36
Figura 2.2: Structura chimică a acidului salicilic și gentisic	36
Figura 2.3: Compuși flavonici prezenți în struguri: quercitină, kaempferol, miricetină	38
Figura 2.4: Structuri pentru diferite substanțe odorante (derivați terpenici): citral, citronelol, limonen, linalool, geraniol, nerol	41
Figura 2.5: Structuri: 4-mercapto-4-metil-2-pentanonă, 3-mercapto-1-hexanol, acetat de 3-mercaptohexil	42
Figura 2.6: Structura chimică a leucinei, izoleucinei, valinei, prolinei, asparaginei, argininei	43
Figura 3.1: Mecanismul acțiunii enzimaticice	52
Figura 3.2: Ipoteza lacăt - cheie; Ipoteza ajustării induse	53
Figura 3.3: Activitatea unei enzime alosterice în prezența sau în absența activatorilor și inhibitorilor alosterici	55
Figura 3.4: Dependența vitezei de reacție de concentrație și de substrat	57
Figura 3.5: Modificarea concentrației substratului în raport cu timpul de reacție. Izomerizarea glucozei în fructoză și hidroliza sucrozei	57
Figura 3.6: Dependența vitezei de reacție de nivelul pH-ului și temperatură	58
Figura 4.1: Acțiunea tratamentelor enzimaticice asupra peretelui celular al celulelor pielitelor A: struguri de control, B: în urma administrării de preparate enzimaticice în etapa de macerație a strugurilor	76
Figura 5.1: Structura pedologică a județului Iași	78
Figura 5.2: Imagine de ansamblu din interiorul bibliotecii existente în cadrul laboratorului de Oenologie	83
Figura 5.3: Sistem de gaz cromatografie Shimadzu 2010	84
Figura 5.4: Sistem de lichid cromatografie Agilent Technologies 1220 Infinity (original)	85
Figura 5.5: Imagine din interiorul cramei experimentale	85
Figura 5.6: Fotografie din interiorul beciului Adamachi	86
Figura 6.1: Soiul Fetească regală	88
Figura 6.2: Soiul Sauvignon blanc	90
Figura 6.3: Determinarea caracteristilor senzoriale a probelor experimentale obținute	99
Figura 6.4: Recoltarea strugurilor în lădițe; operația de zdrobire-desciorchinare a boabelor	101
Figura 6.5: Presarea strugurilor	102

Figura 7.1: Analiza componentelor principale pentru compușii fenolici identificați	121
Figura 7.2: Analiza componentelor principale pentru aminoacizii identificați în vinurile obținute	136
Figura 7.3: Analiza componentelor principale pentru compușii volatili preponderenți în vinurile obținute	157
Figura 7.4: Analiza componentelor principale pentru descriptorii senzoriali analizați	162

LISTA TABELELOR

Tabelul 2.1: Principalii alcooli superiori întâlniți în vin și aminoacizii precursori	33
Tabelul 2.2: Principalii compuși rezultați în urma degradării bacteriene a vinului	33
Tabelul 2.3: Principalii acizi întâlniți în vin	35
Tabelul 2.4: Concentrațiile medii ale compușilor fenolici din vinurile albe și roșii	36
Tabelul 2.5: Principalii fenoli volatili întâlniți în vin	37
Tabelul 2.6: Antocianidine prezente în struguri	38
Tabelul 2.7: Exemple esteri întâlniți în vinurile albe	39
Tabelul 2.8: Aldehide și cetone întâlnite frecvent în vin	40
Tabelul 2.9: Principalii compuși din clasa isoprenoizilor întâlniți în vin/	41
Tabelul 2.10: Principalii tioli prezenți în vin	42
Tabelul 2.11: Zaharuri din vin și derivați ai acestora	45
Tabelul 3.1: Clasificarea enzimelor	50
Tabelul 4.1: Utilizarea enzimelor microbiene	68
Tabelul 4.2: Principalele preparate enzimatice utilizate în vinificație	72
Tabelul 5.1: Date meteorologice înregistrate la stația meteo Copou – S.C.D.V.V. Iași în perioada 2015 – 2019	81
Tabelul 5.2: Date meteorologice asupra solului înregistrate la Stația Meteo Copou – SCDVV Iași în perioada 2015 – 2019	82
Tabelul 6.1: Caracteristici de calitate ale levurilor selecționate utilizate în procesul de vinificație	91
Tabelul 6.2: Caracteristici generale de calitate ale preparatelor enzimatice utilizate	91
Tabelul 6.3: Structura și activitatea preparatelor enzimatice administrate	92
Tabelul 6.4: Condiții de lucru pentru administrarea eluției de tip gradient	98
Tabelul 6.5: Parametri de lucru pentru determinarea aminoacizilor	98
Tabelul 6.6: Principalii parametri ai mustului rezultat la presare	101
Tabelul 6.7: Variantele experimentale obținute	103
Tabelul 7.1: Parametri fizico-chimici ai vinurilor obținute	107
Tabelul 7.2: Parametri cromatici ai vinurilor obținute	110
Tabelul 7.3: Simularea computerizată a culorii pentru vinurile obținute	111
Tabelul 7.4: Monitorizarea evoluției unor polifenoli în timpul fermentației alcoolice la probele obținute din soiul Fetească regală	117
Tabelul 7.5: Evaluarea concentrației unor compuși fenolici în vinurile Fetească regală obținute	118
Tabelul 7.6: Monitorizarea evoluției unor compuși fenolici în timpul fermentației alcoolice la probele obținute din soiul Sauvignon blanc	119
Tabelul 7.7: Evaluarea concentrației unor compuși fenolici în vinurile obținute din soiul Sauvignon blanc	120

Tabelul 7.8: Evoluția aminoacizilor pe parcursul fermentației alcoolice la soiul Fetească regală	130
Tabelul 7.9: Evaluarea concentrației unor aminoacizi în vinurile Fetească regală (mg/L)	132
Tabelul 7.10: Evoluția aminoacizilor pe parcursul fermentației alcoolice la soiul Sauvignon blanc	133
Tabelul 7.11: Evaluarea concentrației unor aminoacizi în vinurile Sauvignon blanc (mg/L)	135
Tabelul 7.12: Evoluția compușilor volatili identificați pe parcursul fermentației alcoolice în variantele de Fetească regală	145
Tabelul 7.13: Evaluarea compușilor volatili din vinurile Fetească	148
Tabelul 7.14: Evoluția compușilor volatili identificați pe parcursul fermentației alcoolice în variantele de Sauvignon blanc	151
Tabelul 7.15: Evaluarea compușilor volatili din vinurile Sauvignon	154
Tabelul 7.16: Rezultatul analizei senzoriale a vinurilor Fetească regală obținute	160
Tabelul 7.17: Rezultatul analizei senzoriale a vinurilor Sauvignon blanc obținute fără adaos de bentonită	161

LISTA PUBLICAȚIILOR

Cărți

1. Luchian C. E., Cotea V. V., **Scutarașu E. C.**, Colibaba L. C., 2021 – *Metode și tehnici de analiză a calității băuturilor*, Editura „Ion Ionescu de la Brad”, ISBN: 978-973-147-372-7

Lucrări ISI

1. Popîrdă A., Luchian C. E., Cotea V. V., Colibaba L. C., **Scutarașu E. C.**, Toader A. M., 2021 – *A review of representative methods used in wine authentication*, Agriculture, vol. 11, cap. 3, p. 225, FI = 2,072, <https://doi.org/10.3390/agriculture11030225>

2. Cotea V. V., Focșa M. C., Luchian C. E., Colibaba L. C., **Scutarașu E. C.**, Marius N., Zamfir C. I., Popîrdă A., 2021 – *Influence of Different Commercial Yeasts on Volatile Fraction of Sparkling Wines*, Foods, vol. 10, cap. 2, p. 247, FI = 4,092, <https://doi.org/10.3390/foods10020247>

3. Călin I., Luchian C. E., Colibaba L. C., **Scutarașu E. C.**, Popîrdă A., Cimpoi V., Zamfir C. I., Cotea V. V., 2021 – *Study concerning the influence of sulphur dioxide and dimethyl dicarbonate treatments in wine*, Scientific Papers, Series B, Horticulture, vol. LXIV, vol. 2, p. 139 – 148

4. **Scutarașu E. C.**, Luchian C. E., Vlase L., Colibaba L. C., Gheldiu A. M., Cotea V. V. – 2020 – *Evolution of phenolic profile of white wines treated with enzymes*, Food Chemistry, nr. 127910, FI = 6,306, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127910>

5. Cimpoi V. I., Rotaru L., Colibaba L. C., **Scutarașu E. C.**, Călin I., Alexandru C. L., 2020 – *Influence of carbohydrate content on grafting in wine grape varieties 'Aromat de Iași' and 'Golia'*, Scientific Papers, Series B, Horticulture, vol. LXIV, nr. 1, p. 248 – 254

6. **Scutarașu E. C.**, Cotea V. V., Luchian C. E., Colibaba L. C., Katalin N., Oprean R., Niculaua M., 2019 – *Influence of enzymatic treatments on white wine composition*, BIO Web of Conferences, vol. 15, nr. 02032, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191502032>

7. Luchian C. E., **Scutarașu E. C.**, Colibaba L. C., Cotea V. V., Vlase L., Toiu A. M., 2019 – *Evaluation of byproducts from the wine-making industry by identification of bioactive compounds*, BIO Web of Conferences, vol. 12, nr. 04007, <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191204007>

8. **Scutarașu E. C.**, Luchian C. E., Colibaba L. C., Cotea V. V., Niculaua M., Călin I., Moraru I., 2019 – *Influence of enzymes treatment on physico-chemical*

parameters of Fetească regală wines, Scientific Papers, Series B, Horticulture, vol. LXIII, p. 253 – 258, http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2019/issue_1/Art36.pdf

9. Călin I., Cotea V. V., Luchian C. E., Colibaba L. C., Zamfir C. I., Tudose-Sandu-Ville Ș., Niculaua M., **Scutarașu E. C.**, 2019 – *Compositional and sensory characteristics of some aromatic and semi-aromatic wines from Iași Vineyard*, Scientific Papers, Series B, Horticulture, vol. LXIII, p. 271 – 276, http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2019/issue_1/Art39.pdf

10. Colibaba L. C., **Scutarașu E. C.**, Codreanu M., Călin I., Luchian C. E., Cotea V. V., 2019 – *Data on changes in wine phenolic compounds, biogenic amines and amino acids composition after treatment with carbon-based materials*, E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 1 – 4, <https://doi.org/0.1109/EHB47216.2019.8969922>

11. Luchian C. E., Popîrdă A., Colibaba L. C., Popa A. G., **Scutarașu E. C.**, Rotaru L., Cotea V. V., 2019 – *Quantitative determination of heavy metal in water and sediment from lakes in North Moldova, Romania*, E-Health and Bioengineering Conference, 1 – 4, <https://doi.org/10.1109/EHB47216.2019.8969910>

12. Nistor A. M., Grigorică L. G., **Scutarașu E. C.**, Cotan Ș. D., Cotea V. V., Niculaua M., 2018 – *Evaluating some olfactory characteristics of wine in the context of global warming in the “Plaiurile Drâncei” viticultural region*, Scientific Papers, Series B, Horticulture, vol. LXII, p. 331 – 335, <http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2018/Art55.pdf>

Lucrări BDI

1. **Scutarașu E. C.**, Luchian C. E., Colibaba L. C., Cotea V. V., Călin I., Andrieș M. T., Cimpoi V. I., 2019 – *Influence of enzymes treatment on the quality of Sauvignon blanc wines*, Lucrări Științifice Seria Horticultură, vol. 62, nr. 1, 133 – 138, http://www.uaiasi.ro/revista_horti-en/files/Nr1_2019/19.%20Scutarasu%20E.C..pdf

2. Cimpoi V. I., Rotaru L., Colibaba L. C., Călin I., **Scutarașu E. C.**, Alexandru L. C., 2019 – *Influence of carbohydrate content on grafting in table grape varieties Gelu and Paula*, Lucrări Științifice Seria Horticultură, vol. 62, nr. 1, p. 119 – 126, http://www.uaiasi.ro/revista_horti-en/files/Nr1_2019/17.%20Cimpoi%20V..pdf

3. Călin I., Cotea V. V., Luchian C. E., Colibaba L. C., Zamfir C. I., **Scutarașu E. C.**, Cimpoi V. I., 2019 – *Influence of sulphur dioxide and dimethyl dicarbonate on white wines quality*. Lucrări Științifice Seria Horticultură, vol. 62, nr. 1, p. 127 – 132, http://www.uaiasi.ro/revista_horti-en/files/Nr1_2019/18.%20Calin%20I..pdf

4. Luchian C. E., **Scutarașu E. C.**, Cotea V. V., Popîrdă A., Colibaba L. C., 2018 – *Analiza unor parametri fizico-chimici și senzoriali pentru vinuri românești și cipriote*, Lucrări Științifice, vol. 47, p. 335 – 340, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/88111

5. **Scutarașu E. C.**, Luchian C. E., Popîrdă A., Tudose-Sandu-Ville Ș., Cotea V. V., Niculaua M., Colibaba L. C., Nistor A. M., 2018 – *Identificarea unor compuși volatili*

din vinurile albe obținute în Podgoria Iași, *Lucrări Științifice*, vol. 47, p. 331 – 335, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/88110

6. **Scutarașu E. C.**, Cotea V., Cotea V. V., Niculaua M., Luchian C. E., Colibaba L. C., Nistor A. M., 2018 – *Evaluation of phenolic compounds by ecological spectrometric methods*, *Lucrări Științifice Seria Horticultură*, vol. 61, nr. 2, p. 123 – 128, http://www.uaiasi.ro/revista_horti/files/Nr2_2018/19.%20Scutarasu%20E.C..pdf

7. Buzdugan V., Niculaua M., Luchian C. E., Popîrdă A., Colibaba L. C., **Scutarașu E. C.**, Cotea V. V., 2018 – *Evaluation of the aroma and sensory characteristics of plum distillates obtained in the Arges region*. *Lucrări Științifice Seria Horticultură*, vol. 61, nr. 2, p. 99 – 104, <https://repository.uaiasi.ro/xmlui/handle/20.500.12811/434>