

**UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI  
FACULTATEA DE ȘTIINȚA ȘI INGINERIA ALIMENTELOR**



**Teza de doctorat**  
**Cercetări privind optimizarea tehnologiei de  
producere a vinurilor roșii cu denumire de origine  
“Bujoru”**

**Conducători științifici:**

**Prof.dr.ing. Mircea Bulancea**

**Prof. dr. ing. Gabriela Elena BHRIM**

**Doctorand: ing. Nicolaie Bîrliga**

**GALAȚI**

**2011**



Către,

Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați vă face cunoscut că în data de \_\_\_\_\_ ora \_\_\_\_\_ în sala \_\_\_\_\_ va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată **„Cercetări privind optimizarea tehnologiei de producere a vinurilor roșii cu denumire de origine Bujoru”**, elaborată de **dl.ing. Bîrliga Nicolaie**, în vederea conferirii titlului științific de doctor în Domeniul de doctorat – **Inginerie industrială**.

**Comisia de doctorat are următoarea componență:**

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. Președinte             | <u>Prof.dr.ing. Petru ALEXE</u><br>Decan-Facultatea de Știința și Ingineria Alimentelor<br>Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați |
| 2. Conducător de doctorat | <u>Prof.dr.ing. Gabriela BAHMIM</u><br>Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați   |
| 3. Referent oficial       | <u>Prof.dr.ing. Violeta NOUR</u><br>Universitatea din Craiova  |
| 4. Referent oficial       | <u>Prof.dr. ing. Ovidiu ȚIȚA</u><br>Universitatea Lucian Blaga din Sibiu   |
| 5. Referent oficial       | <u>Conf.dr.ing. Gabriela RÂPEANU</u><br>Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați  |

Cu această ocazie vă transmitem rezumatul tezei de doctorat și vă invităm să participați la susținerea publică. În cazul în care doriți să faceți eventuale aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării, vă rugăm să le transmiteți în scris pe adresa Universității, str. Domnească nr.47, 800008- Galați, Fax-0236/461353.

**RECTOR,**

*Prof. dr.ing. Viorel MÎNZU*

**SECRETAR DOCTORAT,**

*Ing. Luiza AXINTE*

## **Mulțumiri**

*Demarate în anul 2004 sub îndrumarea profesorului doctor inginer Mircea Balanța de la Universitatea “Dunărea de Jos” Galați, personalitate științifică recunoscută a oenologiei românești, cercetările privind optimizarea tehnologiei de producere a vinurilor roșii cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului” au fost realizate în cadrul Stațiunii de cercetare – dezvoltare pentru viticultură și vinificație “Bujoru”, unde îmi desfășor activitatea din anul 1986. Recunoștința mea se îndreaptă, în aceste momente, spre distinsul profesor, de la a cărui dispariție fulgerătoare au trecut deja trei ani.*

*Mulțumesc domnule profesor pentru competența, bunătatea, indulgența și încurajările dumneavoastră, fără de care nu aș fi reușit niciodată să duc această lucrare la bun sfârșit.*

*Mulțumesc doamnei prof. dr. ing. Gabriela Bahrim, care a acceptat să preia conducerea științifică a tezei de doctorat, după nefericita dispariție a regretatului profesor. Experiența și competența științifică și didactică a doamnei profesor au contribuit enorm la continuarea și finalizarea lucrării.*

*Mulțumesc, deasemenea, doamnei conf. dr. ing. Gabriela Râpeanu din cadrul Facultății de știința și ingineria alimentelor de la aceeași universitate, pentru recomandările utile și pentru răbdarea de care a dat dovadă pe parcursul elaborării și finalizării lucrării.*

*Țin să mulțumesc, în aceeași măsură, doamnei Violeta Nour, profesor la Universitatea din Craiova și domnului Ovidiu Țița, profesor la Universitatea “Lucian Blaga” din Sibiu, care au acceptat să examineze această lucrare în calitate de referenți.*

*Multe mulțumiri domnului profesor Petru Alexe, decanul Facultății de știința și ingineria alimentelor din cadrul Universității “Dunărea de Jos”, care mi-a făcut onoarea de a asigura președinția comisiei de doctorat.*

*Tot pe această cale adresez mulțumiri colegului meu, dr. biolog Ciubucă Aurel, cercetător principal I, secretar științific la Stațiunea de cercetare – dezvoltare pentru viticultură și vinificație “Bujoru”, care m-a ajutat în identificarea cromatografică și dozarea enzimatică a acizilor organici din vin și mi-a acordat sprijinul său ori de câte ori am avut nevoie.*

*Deasemenea, doresc să mulțumesc doamnelor Vlase Veronica, laborant și Donici Alina, cercetător la SCDVV Bujoru, pentru sprijinul acordat în efectuarea analizelor fizico – chimice din cadrul experiențelor efectuate.*

*Nu în ultimul rând, adresez mulțumiri familiei mele, care încurajându-mă să perseverez în munca mea, m-a ajutat să finalizez, după mai multe tentative de abandon, studiul început cu șapte ani în urmă.*

*Ing. Nicolaie Bîrliga*

|  |     |
|--|-----|
| INTRODUCERE.....   | V   |
| <b>I. STUDIU DOCUMENTAR</b>  |     |
| <b>1. Caracteristicile podgoriei “Dealul Bujorului”</b> .....  | 1   |
| 1.1. Scurt istoric al podgoriei “Dealul Bujorului” .....   | 1   |
| 1.2. Condițiile fizico-geografice specifice podgoriei “Dealul Bujorului” .....   | 4   |
| 1.3. Caracterizarea principalelor elemente climatice din podgoria “Dealul Bujorului” .....   | 6   |
| 1.3.1. Radiațiile solare .....   | 6   |
| 1.3.2. Temperatura aerului .....   | 7   |
| 1.3.3. Nebulozitatea și insolația .....  | 8   |
| 1.3.4. Precipitațiile și umiditatea atmosferică .....  | 9   |
| 1.3.5. Regimul vânturilor .....  | 10  |
| 1.4. Caracterizarea solurilor din podgoria “Dealul Bujorului” .....  | 10  |
| 1.5. Rețeaua hidrografică .....  | 11  |
| 1.6. Vegetația spontană .....  | 12  |
| 1.7. Aptitudinea oenoclimatică a podgoriei “Dealul Bujorului” .....  | 12  |
| 1.8. Tipurile de vinuri roșii cu denumire de origine controlată “Bujoru” și arealele pentru producerea acestora .....  | 13  |
| <b>2. Compușii fenolici din struguri, must și vin</b> .....  | 17  |
| 2.1. Generalități .....  | 17  |
| 2.2. Acizii fenolici .....   | 20  |
| 2.3. Fenolii volatili .....  | 22  |
| 2.4. Resveratrolul .....   | 23  |
| 2.5. Antocianii .....  | 27  |
| 2.6. Flavanolii .....  | 33  |
| 2.7. Flavonolii .....  | 37  |
| 2.8. Flavanonolii .....  | 38  |
| <b>3. Tehnologia de producere a vinurilor roșii de calitate</b> .....  | 39  |
| <b>II. REZULTATE EXPERIMENTALE</b>   |     |
| <b>4. Valorile principalilor indicatori ecoclimatici din perioada 2007 – 2010</b> .....  | 52  |
| <b>5. Studiul evoluției compușilor fenolici în perioada de maturare a strugurilor pentru obținerea vinurilor roșii DOC în podgoria “Dealul Bujorului”</b> .....                                  | 54  |
| 5.1. Introducere .....   | 54  |
| 5.2. Materiale și metode de analiză .....  | 55  |
| 5.3. Rezultate și discuții .....   | 58  |
| 5.4. Concluzii parțiale .....  | 78  |
| <b>6. Optimizarea procesului de extracție a compușilor polifenolici la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului” prin utilizarea delestajului</b> .....              | 79  |
| 6.1. Introducere .....   | 79  |
| 6.2. Materiale și metode de analiză .....  | 80  |
| 6.3. Rezultate și discuții .....   | 87  |
| 6.4. Concluzii parțiale .....  | 95  |
| <b>7. Studiul impactului unor factori tehnologici asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului”</b> ..... | 96  |
| 7.1. Introducere .....   | 96  |
| 7.2. Materiale și metode de analiză .....  | 97  |
| 7.3. Rezultate și discuții .....   | 113 |
| 7.3.1. Influența sulfitației asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine controlată din podgoria “Dealul Bujorului” .....               | 113 |
| 7.3.2. Influența duratei de macerare asupra declanșării fermentației malolactice la vinurile cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului” .....  | 121 |
| 7.3.3. Influența temperaturii asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului” .....                         | 128 |
| 7.3.4. Influența pH-ului asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului” .....                              | 134 |
| 7.3.5. Modelarea matematică a biotransformării acidului malic în cursul fermentației malolactice .....   | 140 |
| 7.4. Concluzii parțiale .....  | 144 |
| <b>8. Concluzii generale</b> .....   | 147 |
| <b>9. Contribuții originale și perspective de continuare a cercetărilor</b> .....  | 149 |
| <b>10. Diseminarea rezultatelor cercetărilor</b> .....   | 151 |
| <b>Referințe bibliografice</b> .....   | 153 |
| <b>Anexe</b> .....   | 170 |

## INTRODUCERE

Denumirea vinului evocă ideea de calitate corelată cu un teritoriu determinat: Bordeaux, Champagne, Cotnari, Murfatlar, Dealu Mare sunt exemplele cele mai grăitoare. O podgorie este un ecosistem foarte complex, care rezultă din asocierea mai multor elemente biotice și abiotice, și anume: solul, subsolul, condițiile climatice, plantele (soiul și portaltioiul) și, factorul hotărâtor, omul.

Geologia și pedologia își au rolul lor în obținerea de vinuri de calitate, dar nu servesc la nimic dacă nu există condiții climatice specifice, care să le permită crearea unui mediu favorabil constituirii unor podgorii de calitate.

Decisivă, însă, în funcționarea ecosistemului viticol este intervenția umană. Omul contribuie la obținerea vinurilor superioare în aceeași măsură cu solul, climatul și soiul. El controlează toate aceste elemente diferite care determină caracteristicile și calitatea fiecărei podgorii. Important în amenajarea ecosistemului, factorul uman este decisiv pentru, cultivarea și întreținerea viței de vie, recoltatul și prelucrarea strugurilor, tratamentele și condiționarea vinurilor.

De-a lungul anilor omul a identificat cele mai bune soluri pentru viticultură, soiurile cele mai bine adaptate la anumite zone și condiții de mediu, a stabilit cele mai adecvate tehnologii de vinificație, aducând pe piață produse unice, ale căror caracteristici de calitate sunt strâns corelate cu teritoriul, soiul și tehnologia de prelucrare. S-a ajuns astfel la noțiunea de *denumire de origine controlată* - DOC, pe care se bazează organizarea actuală a sectorului viti-vinicol.

Primul act normativ în care sunt înscrise măsuri referitoare la producerea vinurilor cu denumire de origine în țara noastră a fost "Legea pentru regulamentul plantațiilor de vii" din 1932. "Legea pentru apărarea viticulturii" din anul 1936 și "Legea privitoare la organizarea și încurajarea agriculturii" din anul 1937, aduc noi precizări privind delimitarea arealelor viticole și condițiile de atribuire a denumirilor de origine. În baza acestor legi au primit dreptul de a purta denumire de origine vinurile produse în 21 zone viticole delimitate din țara noastră (Oșlobeanu și colab., 1991).

Înterupt odată cu naționalizarea proprietății private, procesul a fost reluat în anii '70. Prin Legea 21/1971 se stabilesc, pentru prima oară după cel de-al II-lea război mondial, categoriile de vinuri cu denumire de origine ce pot fi produse în țara noastră. După anul 1990, prin Ordinul nr.7 din 22.02.1993 al Ministrului Agriculturii și alimentației s-au aprobat "Normele tehnice pentru producerea vinurilor de calitate superioară cu denumire de origine".

Conform acestui ordin organizarea producerii vinurilor cu denumire de origine urma a fi realizată sub coordonarea Oficiului național al viei și vinului, cu participarea directă a Institutului de cercetari pentru viticultură și vinificație Valea Calugărească și a stațiunilor de cercetări viti-vinicole. În aceste condiții, în anul 1994 sunt aprobate primele 29 decizii privind acordarea dreptului de producere a vinurilor cu denumire de origine, printre care și "Bujoru", în a căror elaborare și doctorandul a fost direct implicat.

Prin înființarea Oficiului național al denumirilor de origine pentru vinuri și alte produse vitivinicole (ONDOV), în anul 2003, întreaga activitate legată de elaborarea deciziilor privind acordarea dreptului de producere a vinurilor cu denumire de origine a trecut în sarcina acestui organism. Prin deciziile sale, ONDOV stabilește toate condițiile producerii vinurilor cu denumire de origine: arealul, soiurile, producția maximă de struguri admisă, randamentul, practicile agrotehnice și oenologice admise, conținutul minim în zahăr al strugurilor la recoltare, caracteristicile vinurilor în momentul comercializării, controlul analitic și senzorial. La aceste competențe decizionale se adaugă funcții consultative pentru tot ce are legatură cu domeniul viticol al denumirilor de origine: îmbunătățirea calității, regularizarea producției, măsuri tehnice și de reconversie folositoare îmbunătățirii calității vinurilor etc.

În acest context, s-a evidențiat ca fiind de maximă importanță pentru viticultura și vinificația din țara noastră a unor cercetări care să permită optimizarea tehnologiei de producere a vinurilor roșii cu denumire de origine "Bujoru", vinuri care să prezinte toate caracteristicile impuse de legislația în vigoare, dar în același timp care să se distingă prin autenticitatea, naturalețea și specificitatea lor.

În acest sens, pentru a elucida unele aspecte, mai puțin studiate, din tehnologia de obținere a acestor vinuri, studiile vizate prin realizarea tezei de doctorat am avut în vedere următoarele obiective științifice:

- Estimarea maturității fenolice la soiurile de struguri pentru vinurile roșii cu denumire de origine controlată "Bujoru".
- Optimizarea procesului de extracție a compușilor polifenolici la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria "Dealul Bujorului", prin utilizarea unei tehnici moderne de recirculare a mustului, delestajul.
- Studiul influenței unor parametri tehnologici asupra declanșării și derulării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumirea de origine controlată "Bujoru", precum: gradul de sulfitare al mustuielii, durata de macerare pe boștină, temperatura de păstrare în timpul fermentației malolactice, pH-ul vinului și rolul culturilor starter de bacterii lactice selecționate.

Teza de doctorat, elaborată în cadrul Stațiunii de cercetare – dezvoltare pentru viticultură și vinificație "Bujoru", este structurată în două părți distincte: I) Studiul documentar; II) Partea experimentală.

**În studiul documentar**, structurat în trei capitole (1, 2 și 3), se prezintă date din literatura de specialitate cu referire la arealul de producere a vinurilor cu denumire de origine "Bujoru", la compoziția în compuși fenolici din struguri, must și vin și implicațiile acestora asupra sănătății consumatorului, precum și particularitățile tehnologice de obținere a vinurilor roșii de calitate.

### *Rezumatul tezei de doctorat*

În capitolul 1, intitulat "Caracteristicile podgoriei "Dealul Bujorului" este prezentat un scurt istoric al viticulturii din zona de nord – est a județului Galați și sunt caracterizate principalele elemente climatice din această zonă geografică, care influențează calitatea producției viticole: radiațiile solare, temperatura, precipitațiile, nebulozitatea și insolația, regimul vânturilor. De asemenea, sunt prezentate tipurile de sol și caracteristicile acestora, rețeaua hidrografică și vegetația spontană din podgorie.

În subcapitolul 1.8. sunt descrise principalele caracteristici fizico – chimice ale vinurilor cu denumire de origine controlată ce pot fi produse în podgoria "Dealul Bujorului", precum și arealul de producere al acestora.

În capitolele 2 și 3 al studiului documentar sunt prezentate date din literatura de specialitate privind compușii fenolici din struguri, must și vin cât și tehnologia de producere a vinurilor roșii de calitate.

**Partea experimentală**, care cuprinde rezultatele cercetărilor realizate de doctorand pe parcursul derulării stagiului doctoral, este structurată în cinci capitole, după cum urmează:

Capitolul 4, *Valorile principalelor indicatori ecoclimatici din perioada 2007 – 2010*, prezintă date privind indicatorii climatici precum bilanțul termic în perioada de vegetație, suma orelor de strălucire efectivă a soarelui în perioada de vegetație, suma precipitațiilor în perioada de vegetație, indicele bioclimatic al viței de vie, indicele aptitudinii oenoclimatice, suma precipitațiilor anuale, temperatura medie din luna cea mai caldă, temperatura medie anuală, accidentele climatice

Capitolul 5, intitulat *Studiul evoluției compușilor fenolici în perioada de maturare a strugurilor pentru obținerea vinurilor roșii DOC în podgoria "Dealul Bujorului"*, este structurat în patru subcapitole și descrie materialele și metodele de analiză utilizate în vederea evaluării momentului maturității depline și fenolice a strugurilor destinați obținerii vinurilor roșii de calitate superioară, precum și rezultatele obținute în urma cercetărilor efectuate cu valoare de cercetare fundamentală și aplicativă, cu impact deosebit asupra calității și valorii nutritive și funcționale a vinurilor roșii produse în podgoria "Dealul Bujorului".

Capitolul 6 este intitulat *Optimizarea procesului de extracție a compușilor polifenolici la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria "Dealul Bujorului" prin utilizarea delestajului*, și prezintă rezultatele investigațiilor ce au vizat evaluarea influenței unei noi metode de extracție a compușilor fenolici din struguri asupra calității vinurilor roșii, comparativ cu metodele clasice de extracție (macerarea în căzi din lemn, macerarea în cisterne verticale din inox cu remontarea tradițională a mustului și macerarea în cisterne rotative metalice). Rezultatele obținute evidențiază influența benefică pe care o are delestajul asupra calității vinurilor roșii din podgoria "Dealul Bujorului".

Capitolul 7, *Studiul impactului unor factori tehnologici asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria "Dealul Bujorului"*, structurat în patru subcapitole, prezintă rezultatele obținute în urma studiului asupra principalilor factori tehnologici, care influențează demararea și desfășurarea acestui proces atât de important în vinificația în roșu. Pentru stabilirea condițiilor optime de declanșare și desfășurare a fermentației malolactice au fost urmărite următoarele aspecte: gestionarea operației de sulfitare, temperatura de păstrare în timpul fermentației malolactice, durata macerării pe boștină, valoarea pH-ului, precum și efectul utilizării culturilor starter de bacterii lactice comerciale.

Capitolul 8, prezintă concluziile generale rezultate din studiile efectuate pe parcursul derulării cercetărilor și care descriu condițiile optime pentru principalele etape tehnologice în procesul de obținere a vinurilor roșii cu denumire de origine din podgoria "Dealul Bujorului".

Rezultatele originale obținute prin realizarea tezei de doctorat au fost valorificate prin elaborarea a 13 lucrări științifice, dintre care două în calitate de primautor, publicate în reviste indexate în baze de date internaționale sau comunicate și publicate la manifestări de prestigiu din țară și străinătate.

Realizarea tezei de doctorat aduce un plus important de valoare în extinderea competențelor profesional științifice ale autorului, drd. ing. Nicolaie Bârliga, în prezent inginer șef la Stațiunii de cercetare – dezvoltare pentru viticultură și vinificație "Bujoru", cu importanță deosebită pentru garanția calității vinurilor roșii obținute în această podgorie importantă a țării noastre.

## III. REZULTATE EXPERIMENTALE

## CAPITOLUL 4. Valorile principalilor indicatori ecoclimatici din perioada 2007 – 2010

Determinarea valorilor principalelor elemente climatologice s-a bazat pe observațiile făcute la stația meteorologică a Stațiunii de cercetare-dezvoltare pentru viticultură și vinificație “Bujoru”, pentru anii 2007 și 2008 și pe datele înregistrate de sistemul electronic AgroExpert, instalat la aceeași unitate, pentru anii 2009 și 2010.

**Tabelul 4.1.** Valorile principalilor indicatori ecoclimatici pentru perioada 2007-2010

| Indicatori ecoclimatici  | Anul de recoltă                              |                      |  |   |
|--|--|----------------------|--|---|
|  | 2007   | 2008                 | 2009                                       | 2010  |
| Bilanțul termic în perioada de vegetație (01.04 – 30.09):                            |  |                      |  |   |
| - global ( $\sum t^{\circ}g$ )   | 3678,0                                       | 3436,2               | 3405,1                                     | 3389,8                                      |
| - activ ( $\sum t^{\circ}a$ )  | 3555,4                                       | 3389,9               | 3310,7                                     | 3271,5                                      |
| - util ( $\sum t^{\circ}u$ )   | 1865,4                                       | 1620,5               | 1590,7                                     | 1571,5                                      |
| Suma orelor de strălucire efectivă a soarelui în perioada de vegetație ( $\sum ir$ ) | 1477,4                                       | 1332,7               | 1560,6                                     | 1358,0                                      |
| Suma precipitațiilor în perioada de vegetație ( $\sum mm$ )                          | 254,5  | 252,5                | 174,6                                      | 419,6                                       |
| Indicele bioclimatic al viței de vie (Ibcv)  | 11,3   | 9,8                  | 16,2                                       | 5,78  |
| Indicele aptitudinii oenoclimatice (IAOe)  | 5028,3                                       | 4720,0               | 4946,2                                     | 4459,9                                      |
| Suma precipitațiilor anuale, mm  | 554,4  | 364,7                | 356,6                                      | 569   |
| Temperatura medie din luna cea mai caldă, °C   | Iulie<br>26,0                                | August<br>24,1       | Iulie<br>23,7                              | August<br>24,0                              |
| Temperatura medie anuală, °C   | 12,5   | 11,9                 | 11,2                                       | 10,6  |
| Accidente climatice  | Grindină<br>28 iunie<br>Secetă<br>1-30 iulie | Grindină<br>27 iunie | Brumă<br>23 aprilie<br>Secetă<br>1-30 aug. | Temperat.<br>minimă<br>26 ianuarie<br>-25.2 |

Deoarece la stația meteorologică SCDVV “Bujoru” se fac observații numai de trei ori pe zi, la orele 8, 14 și 20, temperaturile medii zilnice pentru anii 2007 și 2008 au fost corectate cu ajutorul formulei:

$$T_{mc} = T_m - K(T_m - T_{min.})$$

în care:

$T_{mc}$  = temperatura medie corectată;

$T_m$  = media aritmetică a celor trei valori orare;

$T_{min.}$  = temperatura minimă din cursul zilelor respective;

$K$  = un coeficient a cărui valoare variază de la lună la lună și de la o regiune la alta.

Din analiza datelor prezentate în tabelul 4.1. se observă că în toți anii studiați au fost condiții climatice favorabile obținerii unor vinuri roșii de calitate excepțională.

Această afirmație se bazează pe valorile principalilor indicatori ecoclimatici analizați, care în fiecare an, s-au situat aproape de limita superioară, considerată a fi optimă pentru producerea acestui tip de vinuri.

#### CAPITOLUL 5. Studiul evoluției compușilor fenolici în perioada de maturare a strugurilor pentru obținerea vinurilor roșii DOC în podgoria “Dealul Bujorului”

##### 5.1. Introducere

Gradul de maturare al strugurilor are un rol esențial în definirea caracteristicilor organoleptice ale vinurilor roșii de calitate. Stabilirea datei începerii recoltatului este un element cheie în reușita unui an viticol, ce determină trăsăturile specifice podgoriei și soiului.

Data începerii recoltării strugurilor a fost o preocupare constantă a viticultorilor de-a lungul timpului. Urmărirea ciclului vegetativ al viței-de-vie este una din căile de determinare a momentului maturității depline.

În practică, fixarea datei recoltatului se face, de cele mai multe ori, în mod empiric, în funcție de unele caractere ale strugurilor: gradul de dulce și aciditate, fermitatea bobului și rezistența sa la desprindere de rahis, culoarea boabelor și a ciorchinilor etc.

Tendința generală este de a recolta prea devreme, ceea ce determină, în cele mai multe cazuri, compromiterea iremediabilă a calității vinului obținut.

În consecință, urmărirea maturării strugurilor, pentru a determina data optimă a recoltării, a devenit o verigă tehnologică indispensabilă în producerea vinurilor de calitate. Principalii indicatori utilizați în acest sens sunt: conținutul în zahăr, aciditatea totală și greutatea a 100 boabe. Determinarea acestor parametri la intervale regulate de timp permite stabilirea momentului maturității depline a strugurilor.

Pentru determinarea maturității tehnologice este utilizată adesea valoarea raportului zaharuri/aciditate totală (Z/A). Bazat pe procesul de maturare al strugurilor, creșterea concentrației zaharurilor fermentescibile (g/L) și scăderea acidității totale (g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/L), raportul Z/A sau indicele glucoacidimetric, cunoaște o largă utilizare începând cu anii '60. Valori ale raportului Z/A cuprinse între 35 și 50 evidențiază o calitate foarte bună a recoltei, valorile superioare corespunzând unor ani excepționali.

Pentru obținerea vinurilor roșii, urmărirea conținutului în zaharuri fermentescibile și a acidității nu este suficientă pentru a exprima calitatea recoltei. Această metodă are marele neajuns de a se baza în exclusivitate pe evoluția calitativă a pulpei, în timp ce calitatea vinurilor roșii este corelată în mod esențial cu cea a pielii (compuși fenolici, arome).

Fără a se substitui sub nici o formă maturării tehnologice, urmărirea maturării fenolice este singura metodă prin care se poate stabili data optimă de recoltare a strugurilor pentru vinuri roșii. Realizarea sa completează maturitatea tehnologică, care rămâne larg și prioritar utilizată în teren. Se cunoaște că în procesul normal de maturare al strugurilor, evoluția antocianilor urmează o cinetică aproximativ aceeași, atingând un maximum, după care se evidențiază o scădere. Această scădere corespunde supramaturării recoltei.

Recoltarea strugurilor atunci când antocianii au atins nivelul maxim este calea de a obține vinul cel mai intens colorat. În practică, însă, nu totdeauna strugurii cu cel mai ridicat conținut de antociani conduc la obținerea celor mai colorate și extractive vinuri.

Din acest motiv, s-a studiat maturarea la soiurile de struguri roșii obținuți în podgoria "Dealul Bujorului", evaluându-se conținutul substanțelor polifenolice a vinurilor rezultate precum și caracteristicile lor senzoriale.

## 5.2. Materiale și metode de analiză

În perioada 2007 - 2009 în parcelele experimentale ale Stațiunii de cercetare-dezvoltare pentru viticultură și vinificație "Bujoru" s-a urmărit procesul de maturare la următoarele soiuri pentru struguri roșii: Merlot, Cabernet-Sauvignon, Fetească neagră, Burgund mare și Băbească neagră.

În acest scop s-au recoltat probe de struguri din cinci în cinci zile, începând de la pârghă și până la supramaturare.

La probele prelevate s-au realizat următoarele determinări: masa a 100 boabe, conținutul în zahăr fermentescibil, aciditatea totală și conținutul în antociani.

### • Recoltarea probelor

S-a urmărit, pe cât posibil, ca probele recoltate să fie cât mai omogene și mai reprezentative pentru fiecare din cele cinci soiuri analizate.

În fiecare an, probele au fost prelevate de aceeași persoană, la aceeași oră a zilei și de pe aceleași rânduri, eliminându-se marginile parcelelor. Probele de struguri s-au recoltat cu ajutorul forfecuței de cizelat decupând de fiecare dată, câte 200 boabe de la 100 de butuci repartizați uniform în toată parcela. Strugurii de la care s-au prelevat boabele au fost amplasați pe mijlocul cordonului, atât pe partea însoțită, cât și în interiorul butucului. Boabele recoltate au fost introduse în pungi de plastic, etichetate și transportate la laborator într-o geantă frigorifică, evitându-se zdrobirea și încălzirea lor.

### • Determinarea greutății a 100 boabe

Cu ajutorul forfecuței de laborator sunt îndepărtate, prin tăiere deasupra buretului, resturile de ciorchini, astfel încât boabele să rămână intacte și să nu se piardă mustul din interior. Dacă recoltarea s-a realizat după ploaie, boabele sunt zvântate pe o hârtie de filtru și apoi uscate. Boabele sunt numărate și cântărite cu o balanță tehnică de laborator, stabilindu-se masa a 100 boabe. Calculul se realizează cu următoarea formulă:

$$\text{Greutatea a 100 boabe (g)} = \frac{\text{Masa totală a boabelor}}{\text{Numărul de boabe cântărite}} \cdot 100$$

- **Determinarea conținutului de zahăr din struguri (SR 6182 – 25:2009)**
- **Determinarea acidității totale (SR 6182 - 1: 2008). Metoda titrimetrică**
- **Dozarea antocianilor din struguri și determinarea indicelui de polifenoli totali (Metoda I.T.V.)**

## 5.3. Rezultate și discuții

Pentru a stabili momentul maturității depline a strugurilor, pe baza indicatorilor analizați conținut în zahăr, aciditatea totală, greutatea a 100 boabe, s-a urmărit dinamica acestor caracteristici pentru fiecare dintre soiurile studiate (figurile 5.1 - 5.15). De asemenea, a fost calculat indicele glucoacidimetric, parametru important pentru determinarea maturității tehnologice (tabelele 5.1. – 5.15), (Anexa 1).

Analizând rezultatele obținute se constată că cel mai târziu, din punct de vedere al atingerii momentului maturității depline, s-a dovedit a fi, în condițiile ecoclimatice date, soiul Burgund (figurile 5.10 – 5.12), urmat de Cabernet Sauvignon (figurile 5.1 – 5.3) și Băbeasca neagră (figurile 5.13 - 5.15), iar dintre cele mai timpurii soiul Merlot (figurile 5.4 – 5.6) și soiul Feteasca neagră (figurile 5.7 – 5.9).



Rezumatul tezei de doctorat

În condițiile climatice deosebite ale anului 2009, soiurile studiate ating maturitatea deplină foarte timpuriu (05.09 – 15.09), fenomen destul de neobișnuit chiar și pentru podgoria “Dealul Bujorului”, caracterizată prin bogate resurse heliotermice.

Cantitățile de zahăr fermentescibil acumulate la maturitatea deplină a strugurilor depășesc frecvent 200 g/L la soiurile Cabernet Sauvignon, Merlot și Fetească neagră, în timp ce soiurile Burgund și Băbeasca neagră nu reușesc să acumuleze decât 184,0 – 196,4 g/L.

Aciditatea totală, destul de echilibrată, rămâne constantă de la un an la altul la toate cele cinci soiuri studiate.

Indicele glucoacidimetric are, în majoritatea cazurilor, valori care permit obținerea unor vinuri de calitate superioară.

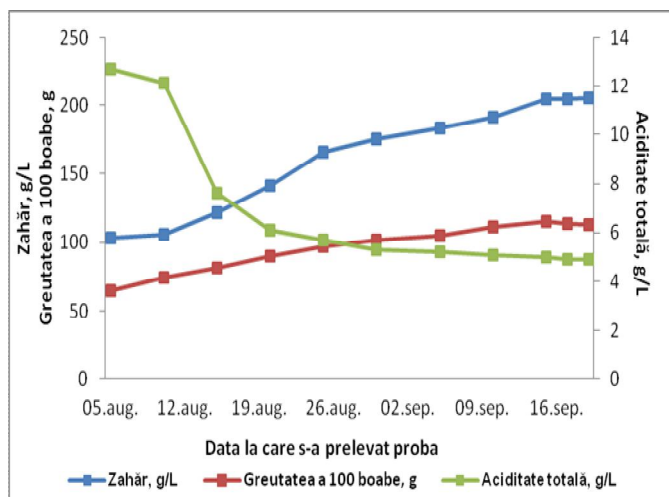


Figura 5.1. Evoluția maturării strugurilor la soiul Cabernet Sauvignon, recolta 2007

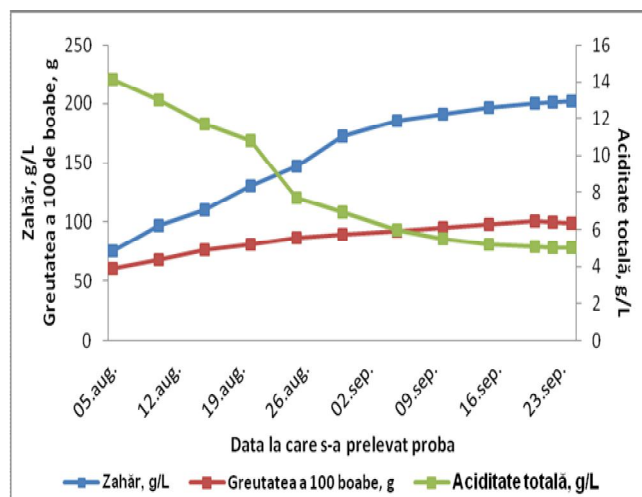


Figura 5.2. Evoluția maturării strugurilor la soiul Cabernet Sauvignon, recolta 2008

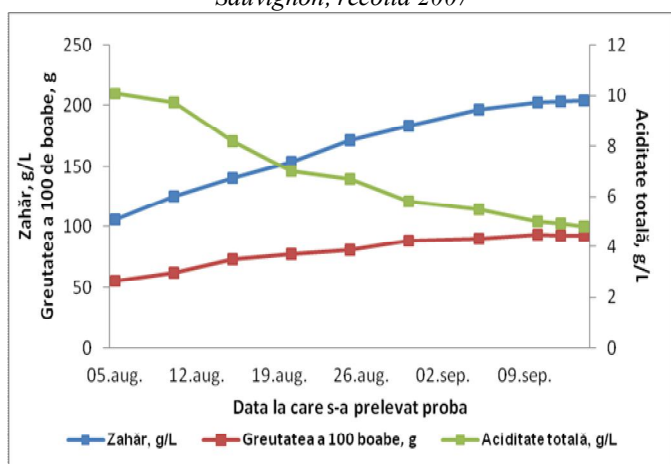


Figura 5.3. Evoluția maturării strugurilor la soiul Cabernet Sauvignon, recolta 2009

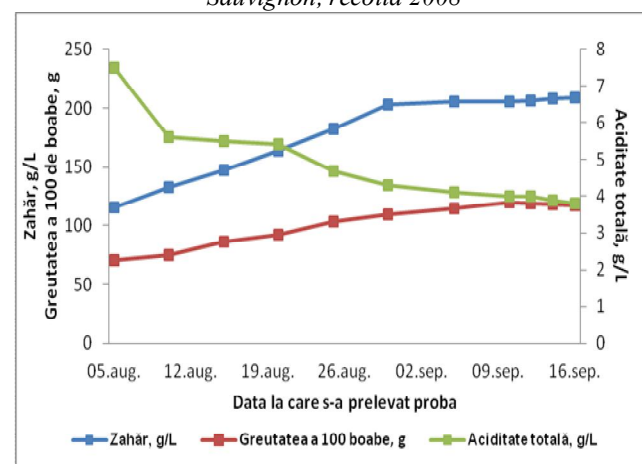


Figura 5.4. Evoluția maturării strugurilor la soiul Merlot, recolta 2007

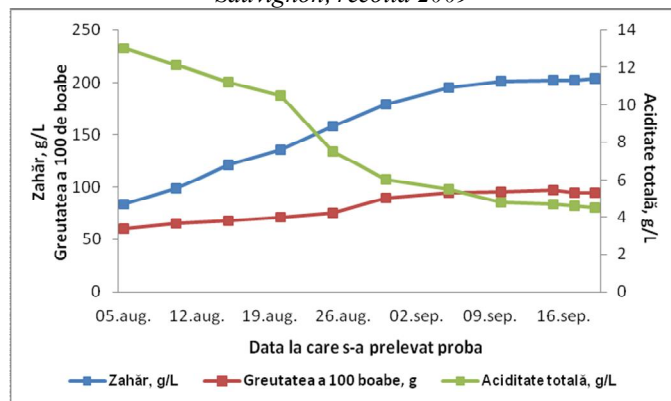


Figura 5.5. Evoluția maturării strugurilor la soiul Merlot, recolta 2008

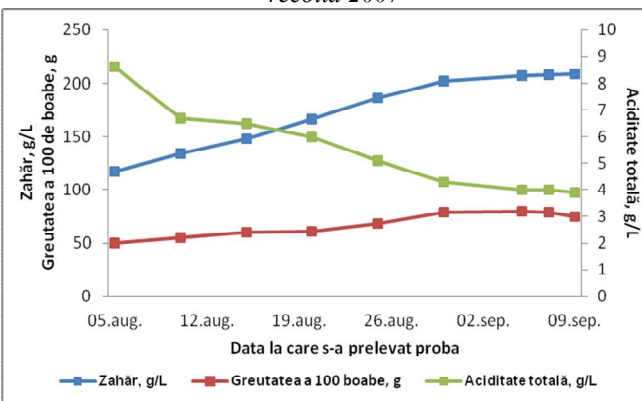


Figura 5.6. Evoluția maturării strugurilor la soiul Merlot, recolta 2009

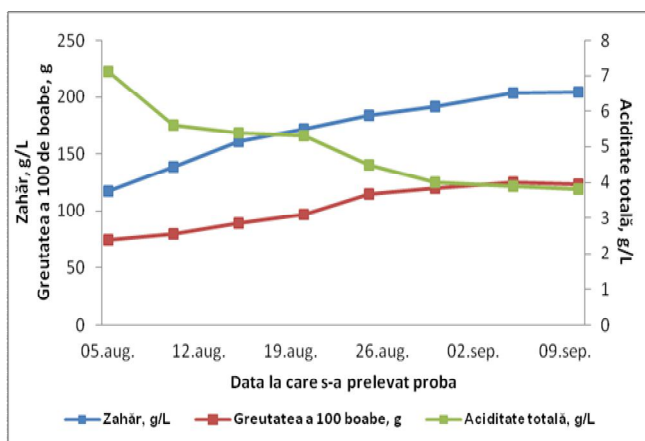


Figura 5.7. Evoluția maturării strugurilor la soiul Fetească neagră, recolta 2007

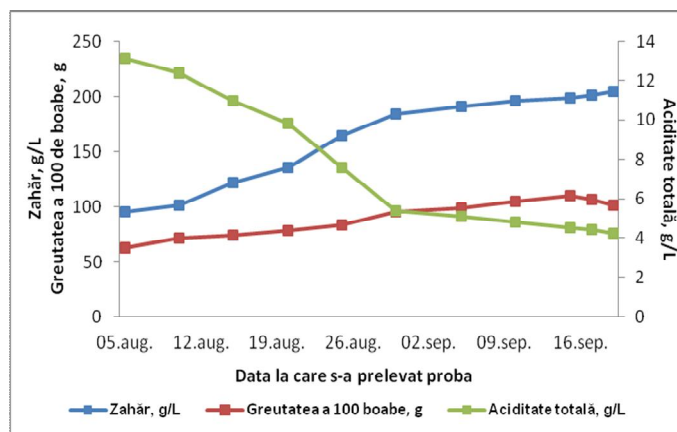


Figura 5.8. Evoluția maturării strugurilor la soiul Fetească neagră, recolta 2008

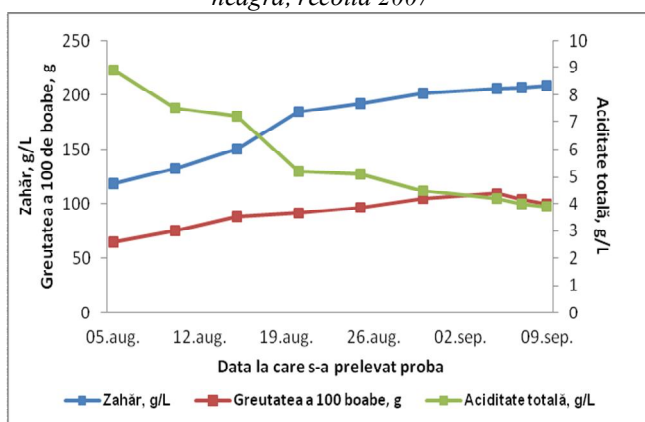


Figura 5.9. Evoluția maturării strugurilor la soiul Fetească neagră, recolta 2009

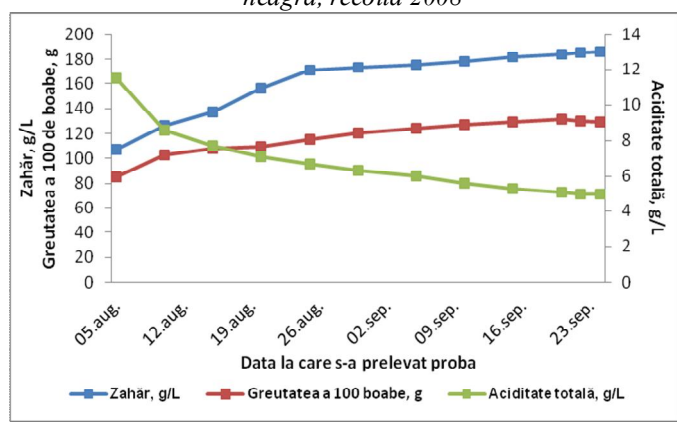


Figura 5.10. Evoluția maturării strugurilor la soiul Burgund, recolta 2007

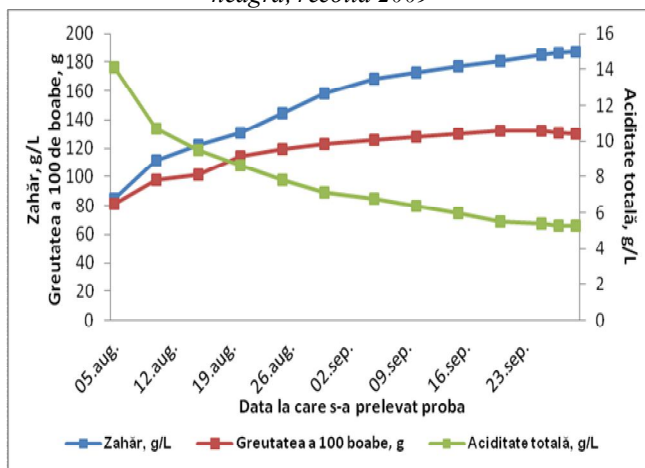


Figura 5.11. Evoluția maturării strugurilor la soiul Burgund, recolta 2008

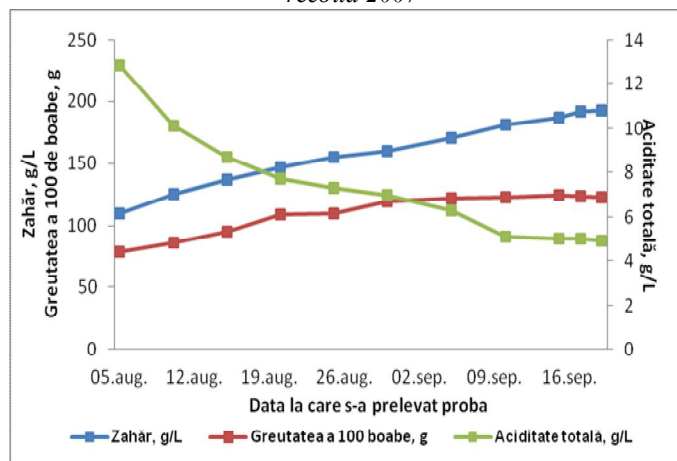


Figura 5.12. Evoluția maturării strugurilor la soiul Burgund, recolta 2009

Maturarea și acumularea compușilor fenolici a fost estimată, în cursul coacerii strugurilor, prin urmărirea evoluției conținutului de antociani din boabe odată cu monitorizarea celorlalți parametri fizico – chimici (concentrația în zahăr fermentescibil, aciditatea totală, greutatea a 100 boabe).

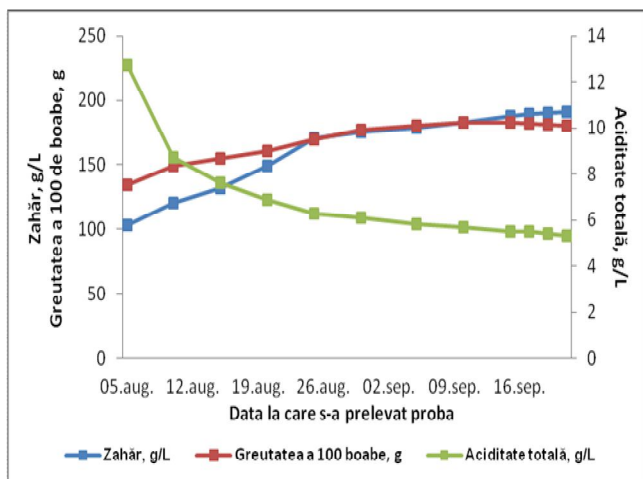


Figura 5.13. Evoluția maturării strugurilor la soiul Băbească neagră, recolta 2007

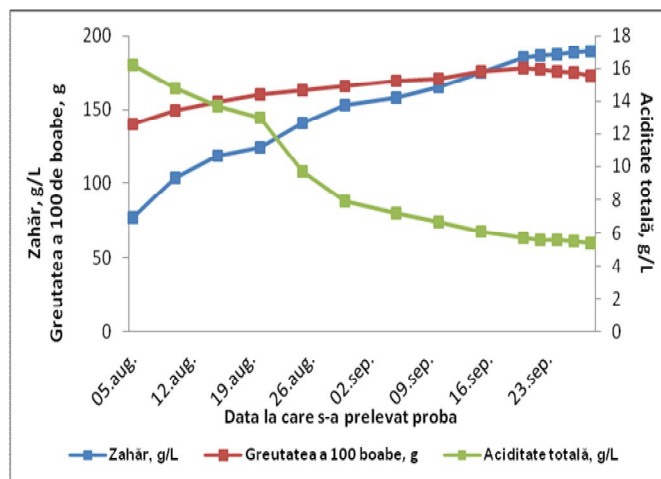


Figura 5.14. Evoluția maturării strugurilor la soiul Băbească neagră, recolta 2008

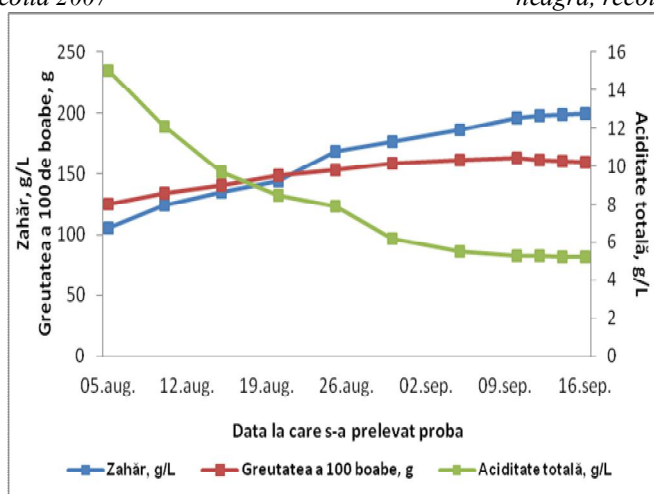


Figura 5.15. Evoluția maturării strugurilor la soiul Băbească neagră, recolta 2009

Alegerea celei mai bune date a recoltării s-a realizat prin analiza evoluției conținutului de antociani în cursul maturării strugurilor (figurile 5.16 – 5.30).

Strugurii roșii se caracterizează prin capacitatea reducerii conținutului în antociani în apropierea perioadei optime de recoltare. Fiecare soi are propriul potențial antocianic și interpretarea dinamicii compușilor antocianici este diferită de la caz la caz.

Dintre soiurile analizate, soiul Cabernet-Sauvignon are, așa cum se constată din tabelele 5.1 – 5.15 (Anexa 1) cel mai mare potențial de acumulare al antocianilor în toți cei trei ani analizați (1230 - 1405 mg antociani/kg boabe).

Acumularea maximă de antociani la acest soi se realizează, în 2 din cei 3 ani luați în studiu, la 2 zile după atingerea maturității depline. De remarcat, este creșterea rapidă a conținutului de antociani în primele 20 - 25 de zile de la intrarea strugurilor în pârgă, fenomen asemănător observat la toate soiurile urmărite. Această creștere continuă încă câteva zile, dar cu o amplitudine mai redusă (figurile 5.16 – 5.18).

În anul de excepție 2009, acumularea maximă de antociani la soiul Cabernet Sauvignon coincide cu momentul maturității depline, fenomen rar întâlnit la strugurii obținuți în podgoria "Dealul Bujorului".

Deși are nevoie de mai mult timp și căldură comparativ cu soiul de struguri Merlot și soiul Feteasca neagră pentru a ajunge la maturitatea fenolică, soiul Cabernet-Sauvignon suportă mai ușor comparativ cu aceste soiuri supramaturarea și, urmare a pierderilor mai reduse de antociani, poate fi recoltat într-o perioadă mai lungă de timp.

Realizată, de regulă, la 4 zile după maturitatea deplină, maturitatea fenolică coincide, cel puțin, în cei trei ani luați în studiu, cu valori ale indicelui glucoacidimetric care permit obținerea unor vinuri de calitate superioară.

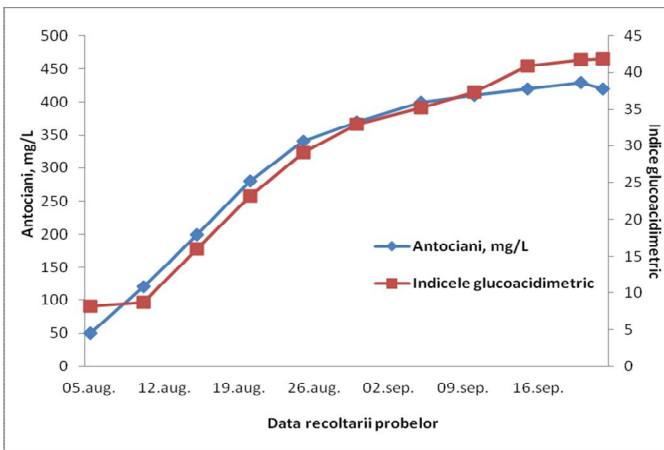


Figura 5.16. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Cabernet Sauvignon, 2007

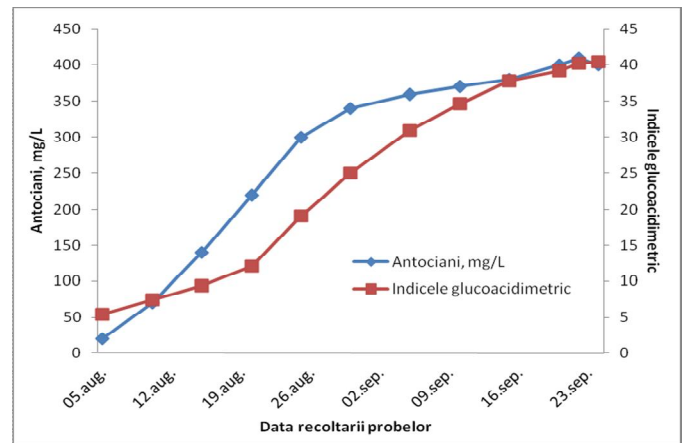


Figura 5.17. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Cabernet Sauvignon, 2008

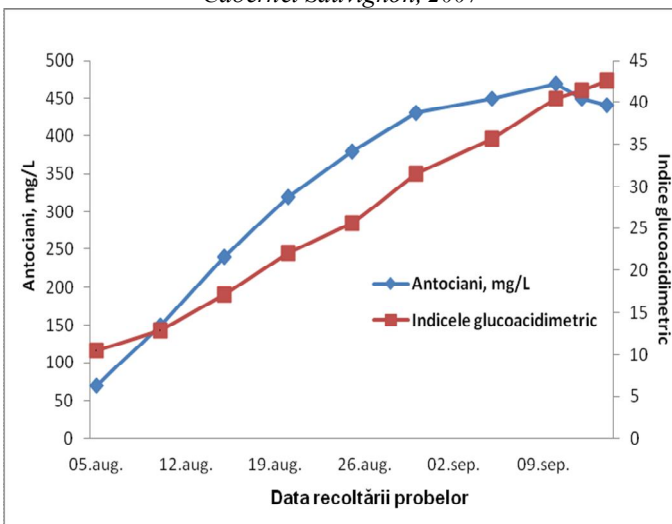


Figura 5.18. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Cabernet Sauvignon, 2009

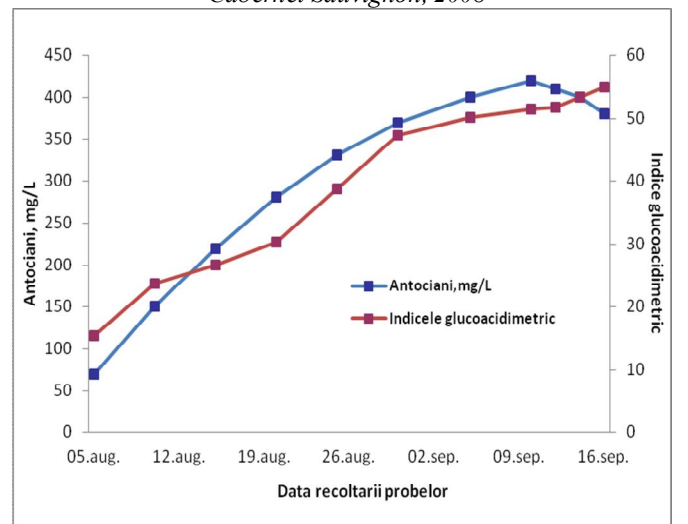


Figura 5.19. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Merlot, recolta 2007

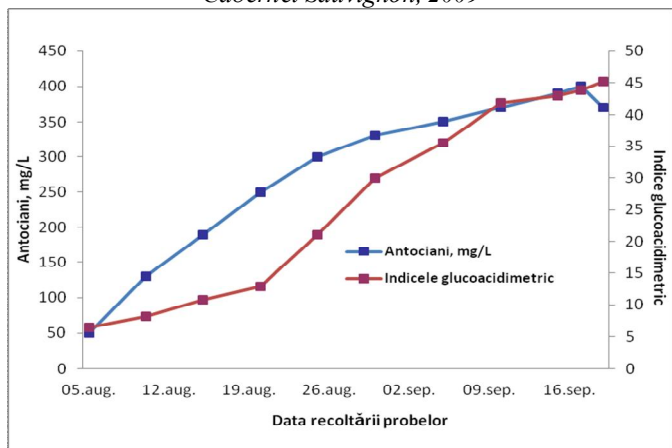


Figura 5.20. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Merlot, recolta 2008

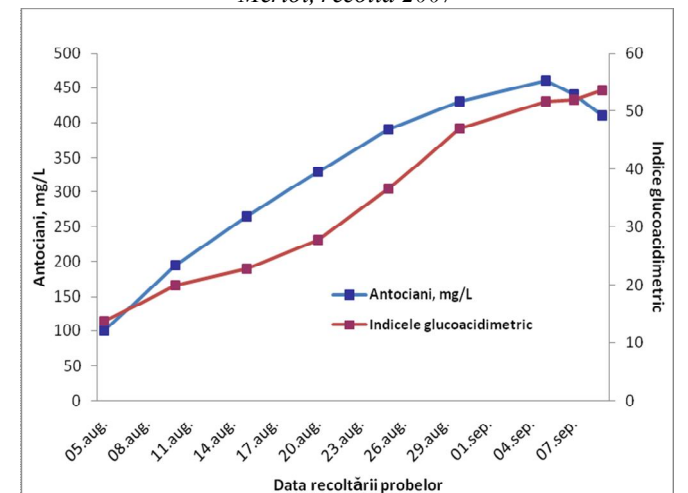


Figura 5.21. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Merlot, recolta 2009

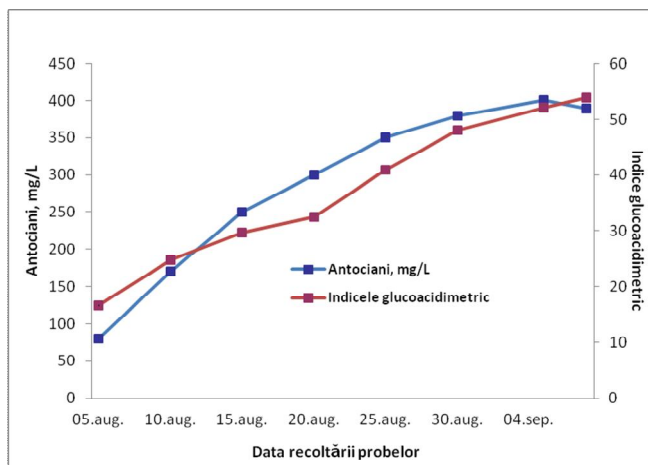


Figura 5.22. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Feteasca neagră, recolta 2007

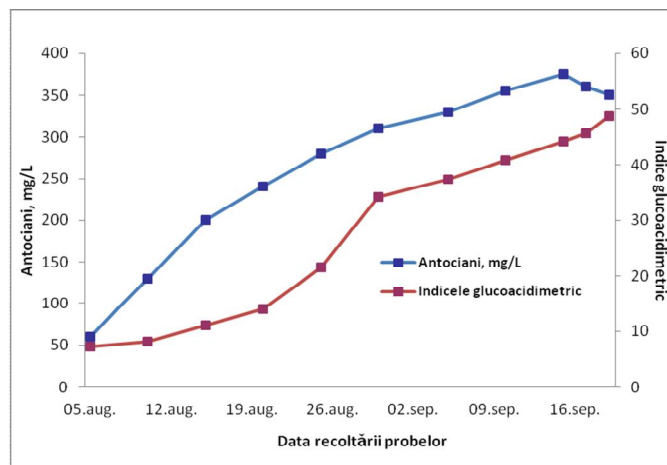


Figura 5.23. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Feteasca neagră, recolta 2008

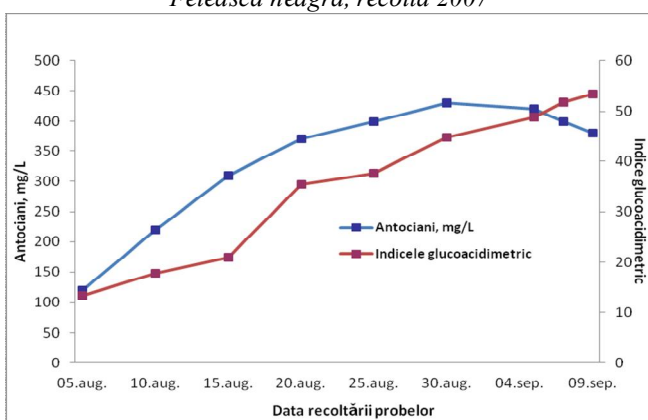


Figura 5.24. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Feteasca neagră, recolta 2009

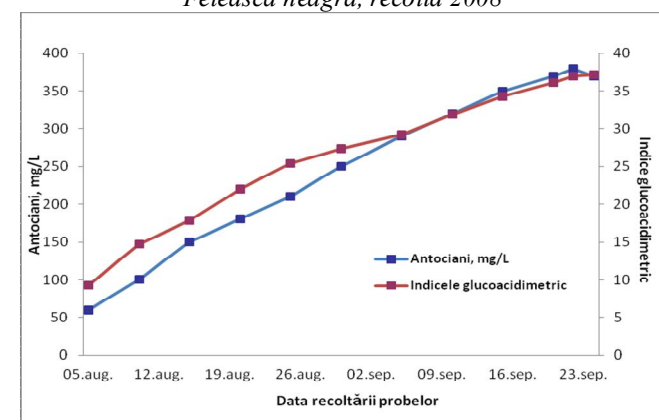


Figura 5.25. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Burgund, recolta 2007

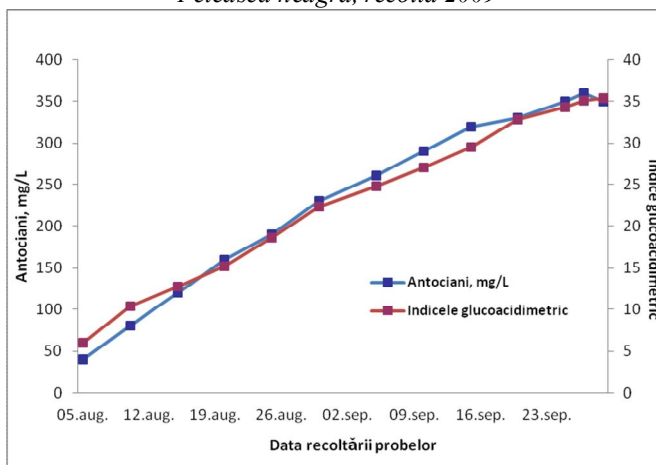


Figura 5.26. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Burgund, recolta 2008

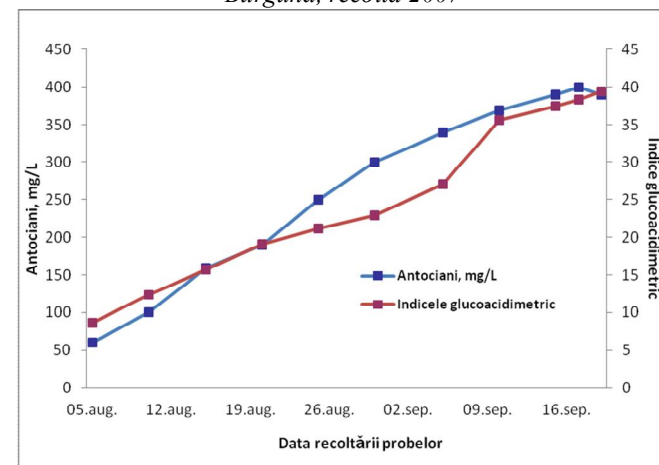


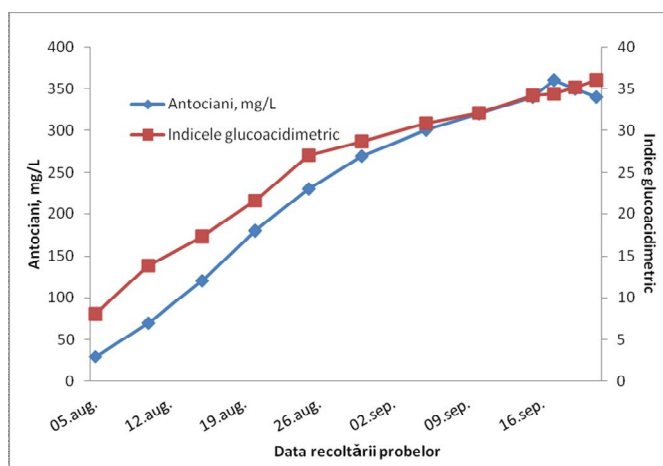
Figura 5.27. Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Burgund, recolta 2009

Soiurile Merlot și Feteasca neagră, soiuri cu un ridicat potențial antocianic, ajung la maturitatea fenolică cu circa o săptămână înaintea soiului Cabernet-Sauvignon (figurile 5.19 – 5.24). Decalajul dintre maturitatea deplină și cea fenolică este mai redus la aceste soiuri, în schimb, pierderile de antociani la supramaturare fiind, mai ales la Feteasca neagră, foarte rapide, durata lor optimă de recoltare este, în acest caz, redusă. În această situație, recoltarea trebuie realizată rapid, la o ușoară supramaturare.

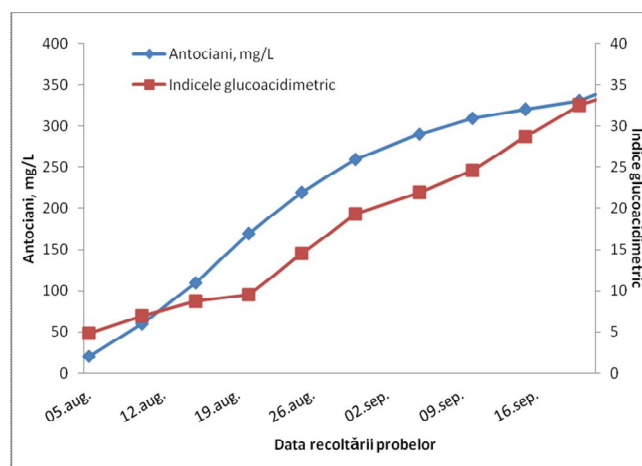
La aceste soiuri acumularea maximă de antociani în boabe se realizează, în majoritatea cazurilor, atunci când strugurii ajung la maturitatea deplină (Merlot, 2007, 2009; Fetească neagră 2007, 2008) sau chiar cu 2 zile mai devreme (Fetească



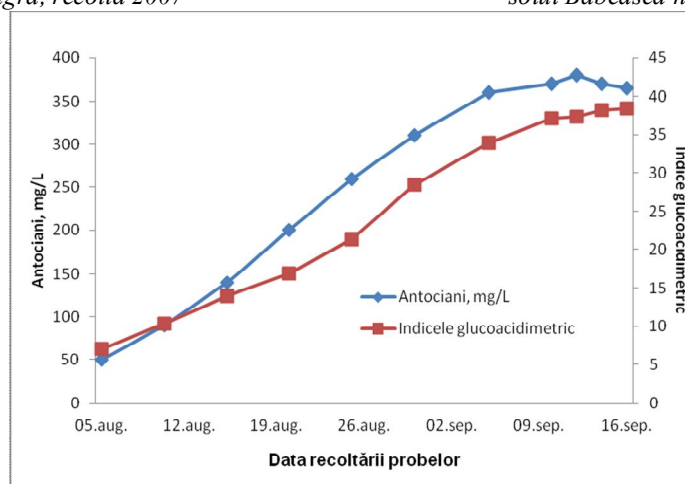
neagră, 2009). De remarcat este faptul că în anul 2009, maturitatea fenolică la soiul Fetească neagră, cultivat în condițiile ecoclimatice ale podgoriei “Dealul Bujorului”, coincide cu maturitatea deplină, fapt singular pentru cele cinci soiuri studiate în toată perioada analizată.



**Figura 5.28.** Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Băbeasca neagră, recolta 2007



**Figura 5.29.** Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Băbească neagră, recolta 2008



**Figura 5.30.** Evoluția maturării fenolice și tehnologice la soiul Băbeasca neagră, recolta 2009

Cu un potențial antocianic mai redus (1079 – 1197 mg antociani/kg boabe), (tabelele 5.10 - 5.12) (Anexa I), soiul Burgund este soiul care atinge cel mai târziu momentul maturității fenolice în podgoria “Dealul Bujorului” (figurile 5.25 – 5.27).

Comparativ cu soiul Cabernet Sauvignon, de exemplu, atinge această fenofază cu 5 – 7 zile întârziere. Acumularea antocianilor este mai lentă și mai de durată comparativ cu celelalte soiuri luate în studiu. La fel ca și soiul Cabernet-Sauvignon, având pierderi mai reduse de antociani la supramaturare, are o perioadă mai lungă de recoltare.

Soiul Băbeasca neagră este, dintre soiurile cu drept de producere a vinurilor DOC “Dealul Bujorului”, soiul cu cel mai scăzut potențial de acumulare al antocianilor (1022 - 1138 mg/Kg de boabe) (tabelele 5.13 – 5.15) (Anexa 1).

Dacă din punct de vedere al atingerii târzii a momentului maturității fenolice poate fi comparat cu soiul Cabernet-Sauvignonul (figurile 5.28 – 5.30), în ceea ce privește durata optimă de recoltare se situează undeva între acest soi și soiul Merlot. În același timp, valorile indicelui glucoacidimetric la recoltare sunt la limita inferioară a celor necesare obținerii unor vinuri de calitate superioară.

Din analiza datelor obținute se constată că în marea majoritate a cazurilor maturitatea fenolică se realizează la soiurile studiate după maturitatea deplină, într-un interval de timp cuprins între 2 și 4 zile. În cei trei ani studiați, maturitatea fenolică este realizată între 12.09 – 24.09, pentru soiul Cabernet – Sauvignon, între 07.09 și 19.09 pentru soiul Merlot, 05.09 – 17.09 pentru soiul Fetească neagră, 19.09 – 29.09 pentru soiul Burgund și între 14.09 și 24.09 pentru soiul Băbească neagră.

Pentru a evidenția existența unei corelații între conținutul de antociani din boabe și cel ce se regăsește în vin, strugurii obținuți din cele 5 soiuri, recoltați în diferite momente ale coacerii lor (la maturitatea deplină - MD, în momentul atingerii

*Rezumatul tezei de doctorat*

maximului de antociani - MA și la maturitatea fenolică - MF), au fost vinificați, în condiții standardizate, la crama experimentală a SCDVV Bujoru.

Rezultatele obținute (tabelele 5.16a,b – 5.18a,b) evidențiază faptul că maximul conținutului de antociani din struguri nu corespunde cu maximul de antociani din vinuri.

Corelat cu maturitatea fenolică, fenomenul se explică prin creșterea extractibilității antocianilor din pielețe la supramaturarea strugurilor. Extrabilitatea ridicată a antocianilor la supramaturare se datorează declanșării procesului de degradare a membranelor celulelor pieleței. La supramaturare conținutul de antociani din boabe este mai redus, dar vinul are un conținut antocianic mai ridicat.

Analizând rezultatele obținute se observă că faza de supramaturare la cele 5 soiuri cu drept de producere a vinurilor cu denumire de origine controlată “Dealul Bujorului” începe atunci când conținutul în antociani din boabe scade cu 28 - 88 mg/Kg, după atingerea maximului de acumulare a acestora. Rezultate asemănătoare au fost obținute de De Montmollin și colab. (2007) pentru soiul Gamaret.

În podgoria “Dealul Bujorului” față de momentul maturității depline, procesul de supramaturare se declanșează mai rapid la soiul Merlot și soiul Fetească neagră și mai târziu la celelalte soiuri analizate.

Analizate din punct de vedere senzorial, vinurile cele mai apreciate au fost cele obținute din strugurii recoltați la maturitatea fenolică. Aceste vinuri au fost cele mai fructuoase, extractive, echilibrate și intense colorate.

Recoltările precoce au condus la obținerea unor vinuri mai puțin agreabile, datorită taninurilor astringente și dure extrase din semințele neajunse la maturitate.

Soiul Cabernet-Sauvignon, care are un important potențial de acumulare a antocianilor, suportă o puternică supramaturare, perioadă în care exprimă întreaga sa bogăție.

Soiul Merlot și soiul Fetească neagră sunt soiuri mai sensibile. Trecute de maturitatea optimă dau vinuri grele, plate, neutre, fără nici o expresie.

Vinurile obținute din soiul Băbească neagră, mai puțin colorate, destinate consumului ca vinuri tinere, câștigă în prospețime și fructuozitate prin recoltare la maturitatea deplină.

La soiul Burgund, caracterul ierbos dispare atunci când strugurii sunt recoltați la maturitatea fenolică.

**Tabelul 5.16a.** Corelația dintre data recoltării și caracteristicile analitice și senzoriale ale vinurilor, în anul 2007

| Momen-<br>tul<br>recoltării | Soiul              |                 |                               |                    |                 |                               |                    |                 |                               |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|
|                             | Cabernet-Sauvignon |                 |                               | Merlot             |                 |                               | Fetească neagră    |                 |                               |
|                             | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor |
|                             | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               |
| MD                          | 1258               | 692             | 3                             | 1259               | 642             | 2                             | 1203               | 602             | 2                             |
| MA                          | 1287               | 710             | 2                             | 1259               | 642             | 2                             | 1203               | 602             | 2                             |
| MF                          | 1259               | 856             | 1                             | 1228               | 835             | 1                             | 1172               | 785             | 1                             |

**Tabelul 5.16b.** Corelația dintre data recoltării și caracteristicile analitice și senzoriale ale vinurilor, în anul 2007

| Momen-<br>tul<br>recoltării | Soiul              |                 |                               |                    |                 |                                    |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------------------|
|                             | Burgund            |                 |                               | Babească neagră    |                 |                                    |
|                             | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasa-<br>men-<br>tul<br>vinurilor |
|                             | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                                    |
| MD                          | 1109               | 566             | 3                             | 1017               | 488             | 2                                  |
| MA                          | 1139               | 570             | 2                             | 1078               | 528             | 3                                  |
| MF                          | 1107               | 642             | 1                             | 1049               | 587             | 1                                  |

**Tabelul 5.17a.** Corelația dintre data recoltării și caracteristicile analitice și senzoriale ale vinurilor, în anul 2008

| Momen-<br>tul<br>recoltării | Soiul              |                 |                               |                    |                 |                               |                    |                 |                               |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|
|                             | Cabernet-Sauvignon |                 |                               | Merlot             |                 |                               | Fetească neagră    |                 |                               |
|                             | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor |
|                             | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               |
| MD                          | 1198               | 647             | 3                             | 1170               | 585             | 3                             | 1122               | 550             | 2                             |
| MA                          | 1230               | 676             | 2                             | 1194               | 597             | 2                             | 1122               | 550             | 2                             |
| MF                          | 1198               | 785             | 1                             | 1106               | 741             | 1                             | 1079               | 702             | 1                             |

**Tabelul 5.17b.** Corelația dintre data recoltării și caracteristicile analitice și senzoriale ale vinurilor, în anul 2008

| Momen-<br>tul<br>recoltării | Soiul              |                 |                               |                    |                 |                               |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|
|                             | Burgund            |                 |                               | Babească neagră    |                 |                               |
|                             | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasamen-<br>tul<br>vinurilor |
|                             | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               |
| MD                          | 1052               | 505             | 3                             | 988                | 464             | 2                             |
| MA                          | 1079               | 518             | 2                             | 1022               | 491             | 3                             |
| MF                          | 1048               | 597             | 1                             | 989                | 543             | 1                             |

**Tabelul 5.18a.** Corelația dintre data recoltării și caracteristicile analitice și senzoriale ale vinurilor, în anul 2009

| Momen-<br>tul<br>recoltării | Soiul              |                 |                               |                    |                 |                               |                    |                 |                               |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|
|                             | Cabernet-Sauvignon |                 |                               | Merlot             |                 |                               | Fetească neagră    |                 |                               |
|                             | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor |
|                             | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               |
| MD                          | 1405               | 788             | 2                             | 1379               | 731             | 2                             | 1258               | 855             | 1                             |
| MA                          | 1405               | 788             | 2                             | 1379               | 731             | 2                             | 1291               | 671             | 2                             |
| MF                          | 1348               | 918             | 1                             | 1318               | 883             | 1                             | 1258               | 855             | 1                             |

**Tabelul 5.18b.** Corelația dintre data recoltării și caracteristicile analitice și senzoriale ale vinurilor, în anul 2009

| Momen-<br>tul<br>recoltării | Soiul              |                 |                               |                    |                 |                               |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|
|                             | Burgund            |                 |                               | Babească neagră    |                 |                               |
|                             | Antociani          |                 | Clasa-<br>mentul<br>vinurilor | Antociani          |                 | Clasamen-<br>tul<br>vinurilor |
|                             | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               | Struguri,<br>mg/Kg | Vinuri,<br>mg/L |                               |
| MD                          | 1168               | 607             | 3                             | 111                | 533             | 2                             |
| MA                          | 1197               | 610             | 2                             | 1138               | 558             | 3                             |
| MF                          | 1168               | 701             | 1                             | 1105               | 630             | 1                             |

#### 5.4. Concluzii parțiale

- Stabilirea momentului maturității depline nu este suficientă pentru a aprecia calitatea strugurilor roșii. Calitatea vinurilor roșii este corelată direct cu evoluția calitativă a compoziției pielii (compuși fenolici, arome); analiza maturării fenolice este singura modalitate de a evalua corect data optimă de recoltare a strugurilor.
- În podgoria “Dealul Bujorului” soiurile pentru vinuri roșii cu denumire de origine controlată realizează maturitatea fenolică, în majoritatea cazurilor, după circa 2 – 4 zile de la atingerea maturității depline.
- Decalajul dintre maturitatea deplină și cea fenolică este mai redus în cazul soiurilor Merlot și Fetească neagră și mai mare, în cazul soiurilor Cabernet-Sauvignon, Băbească neagră și Burgund mare.
- Soiurile analizate ajung la maturitatea fenolică, atunci când conținutul maxim de antociani din pielea boabelor se diminuează cu 28 – 88 mg/Kg.
- Comparativ cu soiurile Merlot și Fetească neagră, soiurile Cabernet Sauvignon și Burgund suportă mai ușor supramaturarea și, urmare a pierderilor mai reduse de antociani, pot fi recoltate într-un interval mai mare de timp.
- În cei trei ani studiați, maturitatea fenolică s-a observat a avea loc în perioada 12.09 – 24.09 pentru soiul Cabernet Sauvignon, între 7.09 și 19.09 pentru soiul Merlot, 5.09 și 17.09 pentru soiul Fetească neagră, 19.09 – 29.09 pentru soiul Burgund și între 14.09 și 24.09 pentru soiul Băbească neagră.
- Vinurile obținute din struguri recoltați la maturitatea fenolică prezintă cel mai ridicat conținut de antociani și sunt cele mai apreciate din punct de vedere senzorial fiind considerate vinuri de calitate superioară.



## CAPITOLUL 6. Optimizarea procesului de extracție a compușilor polifenolici la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului” prin utilizarea delestajului

### 6.1. Introducere

Extracția compușilor fenolici din struguri se realizează prin contactul prelungit al mustului cu boștina, proces cunoscut în vinificație sub numele de macerare – fermentare (Țârdea și colab., 2000). Dintre factorii care influențează extracția amintim: temperatura, alcoolul, dioxidul de sulf, soiul, gradul de maturare al strugurilor și durata de menținere a vinului pe boștină (Pomohaci și colab., 2000).

Accelerarea procesului are loc prin circulația mustului în contact cu boștina (remontarea mustului), scufundarea periodică a boștinei în must și utilizarea enzimelor pectolitice (Țârdea și colab., 2000).

Termen necunoscut până de curând în vinificația românească, delestajul sau delestarea provine din cuvântul francez ”délester” a delesta, a arunca lestul, a-și ușura sarcina. Sinonim cu ”soulager” a se ușura, a se elibera, are drept corespondent în limba engleză verbul ”to unballast”.

La fel ca și remontajul, delestajul este o metodă de recirculare a mustului menită a îmbunătăți schimburile dintre faza solidă și cea lichidă în timpul procesului de macerare – fermentare a vinurilor roșii.

Introdusă de curând în România de către investitorii străini, metoda constă în scurgerea totală sau parțială a vinului în fermentație într-un alt vas, după care lichidul este reintrodus în cisterna inițială peste stratul de boștină. Prin urmare, operația de delestare se execută în două etape: mai întâi se scurge gravitațional întreaga cantitate de must din cisterna de macerare – fermentare. În aceste condiții, căciula de boștină cade la fundul cisternei și se autopresează sub propria-i greutate. Adăosul de enzime pectolitice în această etapă va amplifica efectul delestajului. În a doua etapă, mustul scurs este readus, imediat sau după câteva ore, în cisterna inițială prin partea superioară, cu scopul de a stropi și uda cât mai bine căciula de boștină. Reușita acestei etape este condiționată de folosirea unor pompe cu debit mare, astfel încât lichidul să percoleze stratul de boștină în integralitatea sa, amplificând extracția și difuzia compușilor fenolici (Vinsonneau și colab., 2008).

Această operație trebuie efectuată în prima parte a procesului de macerare – fermentare, iar numărul nu poate fi mai mare de 3 (Vinsonneau și colab., 2008). Scurgerea întregii cantități de must din cisterna de macerare - fermentare este elementul cheie în reușita delestajului. Acest lucru permite oxigenarea mustului bogat în polifenoli, aflat în imediata apropiere a stratului de boștină. Oxigenarea poate fi realizată fie printr-o tragere deschisă a mustului (2 – 4 mg/L oxigen dizolvat), fie prin injectarea directă a oxigenului în cisterna de recepție sau prin amplasarea unui manșon de inox poros pe furtunul de refulare al pompei.

Deși, această tehnică de amplificare a extracției compușilor polifenolici pare a fi foarte atractivă pentru vinificatori, studiile referitoare la influența acestei metode asupra calității vinurilor românești în comparație cu procedeele clasice de recirculare a mustului lipsesc cu desăvârșire.

Pentru acest motiv, s-a realizat la SCDVV Bujoru un studiu prin care s-a dorit evidențierea influenței delestajului asupra calității vinurilor roșii cu denumire de origine controlată din podgoria “Dealul Bujorului” comparative cu alte metode de extracție a compușilor fenolici din struguri utilizate în practica curentă.

### 6.2. Materiale și metode de analiză

Studiul a fost efectuat în anii 2009 și 2010 la SCDVV Bujoru, pe soiul Merlot. Strugurii, recoltați la maturitatea fenolică, au fost transportați la crama experimentală a stațiunii în lădițe din material plastic cu capacitatea de 10 Kg. După zdrobirea și desciorchinarea strugurilor, mustuiala obținută, sulfitață cu 50 mg SO<sub>2</sub>/Kg, a fost transferată în vasele de macerare-fermentare.

Obiectivul studiului a fost evaluarea influenței delestajului asupra calității vinurilor obținute comparativ cu alte metode de intensificare a extracției compușilor polifenolici.

Cu excepția capacității vaselor de macerare – fermentare și a regimului de omogenizare a boștinei, ceilalți parametri tehnologici (gradul de sulfitare, temperatura, durata procesului de macerare – fermentare) au fost identici pentru toate variantele studiate.

Au fost realizate următoarele variante experimentale:

|                 |  |
|-----------------|--|
| Varianta 1 (V1) | Macerare – fermentare clasică în căzi din lemn cu capacitatea de 100 litri, cu scufundarea în must a căciulii de boștină, de trei ori pe zi.   |
| Varianta 2 (V2) | Macerare – fermentare în cisterne verticale din inox cu capacitatea de 300 litri, cu remontarea tradițională a mustului cu pompa, de două ori pe zi.                                   |
| Varianta 3 (V3) | Macerare – fermentare în cisterne rotative metalice netermostatate cu capacitatea de 10 000 litri, cu omogenizarea mustuiei prin rotirea vaselor, de două ori pe zi câte cinci minute. |
| Varianta 4 (V4) | Macerare – fermentare în cisterne verticale din inox cu capacitatea de 300 litri, cu efectuarea a două delestaje în prima parte a fermentației alcoolice.                              |
| Varianta 5 (V5) | Macerare – fermentare în cisterne verticale din inox cu capacitatea de 300 litri, cu efectuarea a două delestaje spre sfârșitul fermentației alcoolice.                                |

*Rezumatul tezei de doctorat*

Pe parcursul procesului de macerare – fermentare au fost analizați următorii indici: densitatea ( $\text{g/cm}^3$ ), aciditatea totală ( $\text{g/L H}_2\text{SO}_4$ ), pH-ul, conținutul în polifenoli totali ( $\text{g/L}$ ), conținutul în antociani ( $\text{mg/L}$ ), intensitate colorantă ( $\text{DO}_{420\text{nm}} + \text{DO}_{520\text{nm}} + \text{DO}_{620\text{nm}}$ ), tenta ( $\text{DO}_{420\text{nm}}/\text{DO}_{520\text{nm}}$ ), iar la vinurile brute s-au determinat în plus conținutul în alcool, aciditatea volatilă, taninurile și indicele de gelatină.

- **Determinarea conținutului de zahăr din struguri (SR 6182 - 25:2009)**
- **Determinarea densității (PSL - 02). Metoda areometrică**
- **Determinarea acidității totale (SR 6182 - 1:2008). Metoda titrimetrică**
- **Determinarea valorii pH (SR 6182 - 14:2009)**
- **Determinarea polifenolilor totali (Metoda Singleton și Rossi, 1965)**
- **Dozarea antocianilor din vin (Metoda Ribereau- Gayon și Stonestreet, 1965)**
- **Determinarea culorii vinurilor. Metoda spectrofotometrică rapidă**
- **Determinarea concentrației alcoolice prin determinarea punctului de fierbere al vinului cu ebulliometrul**
- **Determinarea acidității volatile (SR 6182 - 2:2008)**
- **Determinarea taninurilor. Metoda spectrofotometrică**
- **Determinarea indicelui de gelatină**

### 6.3. Rezultate și discuții

Indiferent de anul de recoltă, 2009 sau 2010, cercetările au fost efectuate pe struguri ajunși la maturitatea fenolică, cu un foarte bun potențial oenologic.

În medie, cantitatea de zaharuri acumulate a fost de  $210 \text{ g/L}$ , aciditatea totală, exprimată în  $\text{g H}_2\text{SO}_4/\text{L} = 4,00$ , iar valoarea pH-ului de 3,23.

În tabelele 6.1., 6.2., 6.3., 6.4., 6.5. este reprezentată, în medie, dinamica principalilor parametri fizico - chimici ai mustului, în timpul procesului de macerare - fermentare, în funcție de tehnica de extracție utilizată.

Rezultatele obținute, în condițiile studiate, demonstrează faptul că evoluția extracției compușilor fenolici din struguri, în timpul procesului de macerare - fermentare, are loc într-o manieră relativ asemănătoare pentru toate cele cinci modalități studiate de punere în contact al mustului cu boștina.

**Tabelul 6.1.** *Evoluția principalilor parametri fizico - chimici în timpul procesului de macerare – fermentare, condus în căzi din lemn cu capacitatea de 100 litri ( $V_1$ )*

| Parametrul analizat   | Durata de macerare-fermentare (zile) |       |       |       |       |       |       |
|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| Densitatea, $\text{g/cm}^3$   | 1,090                                | 1,090 | 1,080 | 1,065 | 1,035 | 1,020 | 1,012 |
| Aciditatea totală, $\text{g H}_2\text{SO}_4/\text{L}$   | 4,00                                 | 4,00  | 4,00  | 3,95  | 3,90  | 3,80  | 3,80  |
| pH  | 3,23                                 | 3,23  | 3,24  | 3,26  | 3,27  | 3,28  | 3,29  |
| Antociani, $\text{mg/L}$  | 102                                  | 125   | 195   | 260   | 335   | 375   | 400   |
| Polifenoli totali, $\text{g/L}$   | 0,82                                 | 0,90  | 1,10  | 1,35  | 1,65  | 2,00  | 2,35  |
| Intensitatea colorantă,<br>$\text{DO}_{420\text{nm}} + \text{DO}_{520\text{nm}} + \text{DO}_{620\text{nm}}$ | 0,87                                 | 1,00  | 1,20  | 1,50  | 1,80  | 2,10  | 2,40  |
| Tenta, $\text{DO}_{420\text{nm}}/\text{DO}_{520\text{nm}}$  | 0,55                                 | 0,35  | 0,38  | 0,40  | 0,43  | 0,45  | 0,50  |

**Tabelul 6.2.** *Evoluția principalilor parametri fizico - chimici în timpul procesului de macerare – fermentare, condus în cisterne metalice verticale, cu remontarea clasică a mustului ( $V_2$ )*

| Parametrul analizat   | Durata de macerare-fermentare (zile) |       |       |       |       |       |       |
|---|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| Densitatea, $\text{g/cm}^3$   | 1,090                                | 1,085 | 1,070 | 1,055 | 1,025 | 1,005 | 0,990 |
| Aciditatea totală, $\text{g H}_2\text{SO}_4/\text{L}$   | 4,00                                 | 4,00  | 3,95  | 3,95  | 3,90  | 3,80  | 3,80  |
| pH  | 3,23                                 | 3,23  | 3,24  | 3,24  | 3,25  | 3,27  | 3,30  |
| Antociani, $\text{mg/L}$  | 130                                  | 150   | 205   | 280   | 360   | 400   | 420   |
| Polifenoli totali, $\text{g/L}$   | 0,90                                 | 1,00  | 1,15  | 1,40  | 1,80  | 2,30  | 2,60  |
| Intensitatea colorantă,<br>$\text{DO}_{420\text{nm}} + \text{DO}_{520\text{nm}} + \text{DO}_{620\text{nm}}$ | 1,20                                 | 1,35  | 1,60  | 2,00  | 2,30  | 2,60  | 2,90  |
| Tenta, $\text{DO}_{420\text{nm}}/\text{DO}_{520\text{nm}}$  | 0,55                                 | 0,40  | 0,42  | 0,45  | 0,50  | 0,52  | 0,55  |

**Tabelul 6.3.** Evoluția principalilor parametri fizico - chimici în timpul procesului de macerare – fermentare, condus în cisterne rotative metalice ( $V_3$ )

| Parametrul analizat  | Durata de macerare-fermentare (zile) |       |       |       |       |       |       |
|--|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| Densitatea, g/cm <sup>3</sup>  | 1,090                                | 1,089 | 1,080 | 1,060 | 1,030 | 1,008 | 0,990 |
| Aciditatea totală, gH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L                                      | 4,00                                 | 4,00  | 4,00  | 3,90  | 3,80  | 3,80  | 3,70  |
| pH   | 3,23                                 | 3,23  | 3,25  | 3,26  | 3,26  | 3,28  | 3,28  |
| Antociani, mg/L  | 157                                  | 175   | 245   | 310   | 390   | 430   | 430   |
| Polifenoli totali, g/L   | 1,01                                 | 1,15  | 1,20  | 1,50  | 2,00  | 2,70  | 2,80  |
| Intensitatea colorantă,<br>DO <sub>420nm</sub> + DO <sub>520nm</sub> + DO <sub>620nm</sub> | 1,20                                 | 1,30  | 1,50  | 1,80  | 2,00  | 2,30  | 2,65  |
| Tenta, DO <sub>420nm</sub> /DO <sub>520nm</sub>  | 0,60                                 | 0,45  | 0,47  | 0,50  | 0,52  | 0,55  | 0,55  |

**Tabelul 6.4.** Evoluția principalilor parametri fizico - chimici în timpul procesului de macerare – fermentare, condus în cisterne metalice verticale, cu delestarea mustului până la  $\rho = 1,050$  ( $V_4$ )

| Parametrul analizat  | Durata de macerare-fermentare (zile) |       |       |       |       |       |       |
|--|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| Densitatea, g/cm <sup>3</sup>  | 1,090                                | 1,080 | 1,065 | 1,050 | 1,020 | 1,000 | 0,990 |
| Aciditatea totală, gH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L                                      | 4,00                                 | 3,95  | 3,90  | 3,85  | 3,80  | 3,75  | 3,70  |
| pH   | 3,23                                 | 3,24  | 3,25  | 3,27  | 3,28  | 3,29  | 3,30  |
| Antociani, mg/L  | 130                                  | 150   | 250   | 330   | 400   | 430   | 450   |
| Polifenoli totali, g/L   | 0,90                                 | 1,10  | 1,20  | 1,50  | 2,00  | 2,40  | 2,90  |
| Intensitatea colorantă,<br>DO <sub>420nm</sub> + DO <sub>520nm</sub> + DO <sub>620nm</sub> | 1,20                                 | 1,30  | 1,90  | 2,60  | 3,00  | 3,30  | 3,65  |
| Tenta, DO <sub>420nm</sub> /DO <sub>520nm</sub>  | 0,50                                 | 0,35  | 0,40  | 0,45  | 0,50  | 0,52  | 0,50  |

**Tabelul 6.5.** Evoluția principalilor parametri fizico - chimici în timpul procesului de macerare - fermentare în cisterne metalice verticale, cu delestarea mustului începând cu  $\rho = 1,050$  ( $V_5$ )

| Parametrul analizat  | Durata de macerare-fermentare (zile) |       |       |       |       |       |       |
|--|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| Densitatea, g/cm <sup>3</sup>  | 1,090                                | 1,080 | 1,065 | 1,045 | 1,015 | 1,000 | 0,990 |
| Aciditatea totală, g/L H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                      | 4,00                                 | 4,00  | 3,95  | 3,90  | 3,80  | 3,75  | 3,70  |
| pH   | 3,23                                 | 3,23  | 3,25  | 3,27  | 3,28  | 3,29  | 3,30  |
| Antociani, mg/L  | 120                                  | 140   | 195   | 280   | 365   | 400   | 410   |
| Polifenoli totali, g/L   | 0,85                                 | 1,00  | 1,10  | 1,30  | 1,85  | 2,30  | 2,50  |
| Intensitatea colorantă,<br>DO <sub>420nm</sub> + DO <sub>520nm</sub> + DO <sub>620nm</sub> | 1,15                                 | 1,30  | 1,55  | 1,90  | 2,35  | 2,65  | 3,00  |
| Tenta, DO <sub>420nm</sub> /DO <sub>520nm</sub>  | 0,55                                 | 0,40  | 0,42  | 0,45  | 0,50  | 0,55  | 0,53  |

Analizând datele prezentate în figura 6.1. se constată că executarea delestării în prima parte a procesului de macerare - fermentare în cisterne metalice verticale ( $V_4$ ), conduce, în final, la o creștere a extracției compușilor fenolici în raport cu celelalte tehnici de extracție utilizate.

Executarea aceleiași operații spre sfârșitul procesului de macerare - fermentare ( $V_5$ ) nu contribuie, în aceeași măsură, la creșterea conținutului în polifenoli totali al vinului.

Cantitatea de compuși fenolici acumulată, în acest caz, este asemănătoare celei înregistrate la  $V_2$  (recirculare clasică a mustului), dar mai redusă comparativ cu varianta macerată în cisterne rotative metalice ( $V_3$ ).

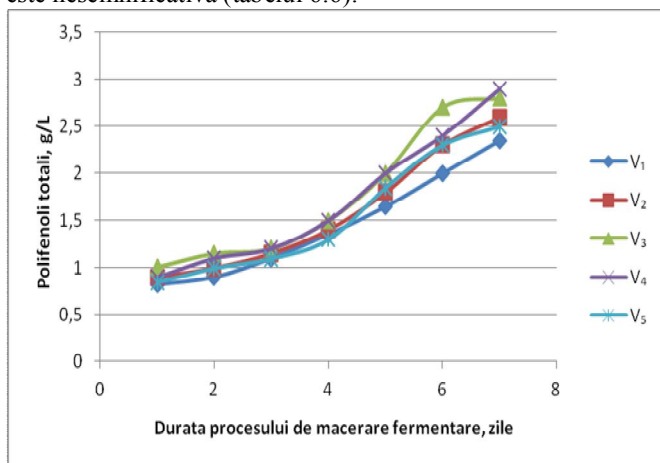
Acumularea antocianilor are aceeași evoluție ascendentă, ca și în cazul polifenolilor totali (figura 6.2). Delestarea mustului în prima parte a procesului de macerare – fermentare a permis o extracție mai evidentă a antocianilor comparativ cu alte modalități studiate de omogenizare a mustuielii.

Influența delestajului, executat la începutul procesului de macerare - fermentare, este evidentă atunci când se analizează evoluția intensității colorante (figura 7.3). Imediat după efectuarea acestei operațiuni tehnologice, în cazul variantei  $V_4$  s-a observat o creștere semnificativă a intensității colorante a mustului, comparativ cu celelalte variante experimentate.

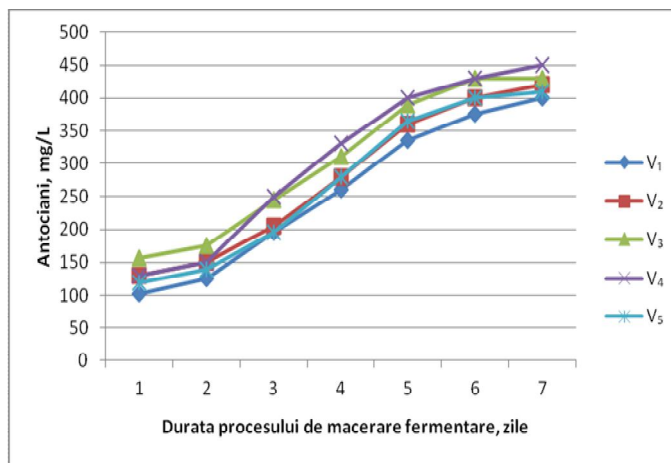
Deși, cantitatea de polifenoli și antociani extrasă prin macerarea - fermentarea mustului pe boștină în cisterne rotative metalice ( $V_3$ ) este destul de însemnată, intensitatea colorantă nu urmează, în acest caz, aceeași linie ascendentă, fiind sub cea înregistrată la variantele  $V_2$  (remontare clasică a mustului) sau  $V_5$  (delestaj executat spre sfârșitul fermentației alcoolice).

### Rezumatul tezei de doctorat

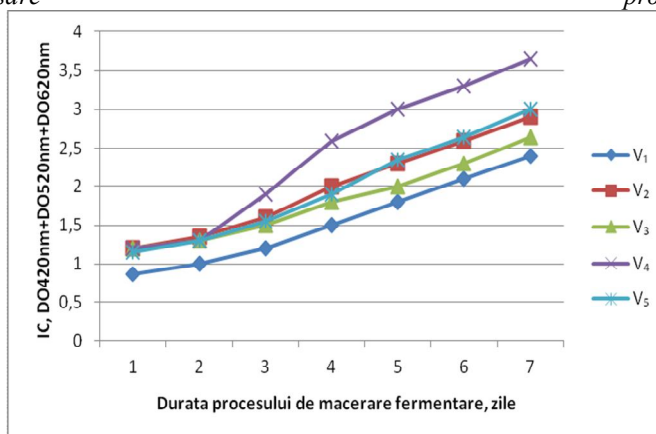
Analizând datele analitice obținute pentru vinul brut (2 săptămâni de la tragerea de pe boștină) se constată că influența modului de macerare-fermentare asupra principalilor parametri fizico - chimici (alcool, aciditate totală, aciditate volatilă, pH) este nesemnificativă (tabelul 6.6).



**Figura 6.1.** Evoluția conținutului în polifenoli totali în cursul procesului de macerare – fermentare în funcție de metoda de procesare



**Figura 6.2.** Evoluția conținutului în antociani în cursul procesului de macerare-fermentare corelat cu metoda de procesare



**Figura 6.3.** Evoluția intensității colorante a vinului în timpul procesului de macerare-fermentare

**Tabelul 6.6.** Compoziția chimică a vinurilor brute obținute prin diferite metode de procesare

| Varianta | Alcool % (v/v) | SO <sub>2</sub> total mg/L | SO <sub>2</sub> liber mg/L | Aciditatea totală, g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | Aciditatea volatilă, g ac.acetic /L | pH   | Polifenoli totali, g/L | Antociani, mg/L | Taninuri, g/L | Indice de gelatină | IC*  | Tenta** |
|----------|----------------|----------------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|------|------------------------|-----------------|---------------|--------------------|------|---------|
| V1       | 12,10          | 38,40                      | 12,80                      | 3,80   | 0,36                                | 3,29 | 2,12                   | 320             | 1,46          | 17,00              | 2,00 | 0,50    |
| V2       | 12,20          | 30,00                      | 6,40                       | 3,80   | 0,37                                | 3,30 | 2,35                   | 336             | 1,62          | 20,00              | 2,42 | 0,55    |
| V3       | 12,30          | 32,00                      | 9,60                       | 3,70   | 0,33                                | 3,28 | 2,52                   | 344             | 1,74          | 26,00              | 2,21 | 0,55    |
| V4       | 12,30          | 28,80                      | 3,20                       | 3,70   | 0,39                                | 3,30 | 2,60                   | 360             | 1,69          | 22,00              | 2,90 | 0,60    |
| V5       | 12,20          | 30,00                      | 6,40                       | 3,70   | 0,43                                | 3,30 | 2,26                   | 328             | 1,65          | 25,00              | 2,46 | 0,53    |

IC\* = DO<sub>420nm</sub> + DO<sub>520nm</sub> + DO<sub>620nm</sub>, cuva de 1 mm

Tenta\*\* = DO<sub>420nm</sub>/DO<sub>520nm</sub>

În schimb, din analiza aceluiași date, se poate evidenția influența delestajului asupra extracției compușilor polifenolici, comparativ cu celelalte metode de extracție studiate.

Această tehnică (V<sub>4</sub>) permite o creștere a conținutului în polifenoli totali cu 22,6% comparativ cu metoda ce presupune scufundarea căciului de boștină în must (V<sub>1</sub>) și cu 3,2 % față de varianta cu rotirea cisternelor metalice (V<sub>3</sub>) (figura 6.4).

Vinurile obținute prin executarea delestajului la începutul fermentației alcoolice posedă și cea mai mare cantitate de antociani (360 mg/L) (figura 6.5), fapt evidențiat, de altfel, de intensitatea lor colorantă care înregistrează un plus de 31,2 % față de cea a vinurilor obținute în cisterne rotative metalice și de 19,8 % față de vinurile obținute prin remontarea clasică a mustului (figura 6.6).

### Rezumatul tezei de doctorat

De remarcă este faptul că, executarea delestajului la o densitate mai redusă a mustului ( $V_5$ ) nu antrenează o creștere la fel de însemnată a conținutului de compuși fenolici și nici a intensității colorante.

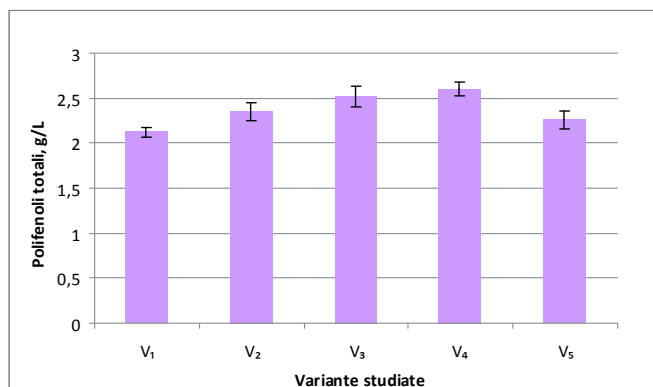


Figura 6.4. Influența metodei de extracție asupra conținutului în polifenoli totali al vinurilor brute

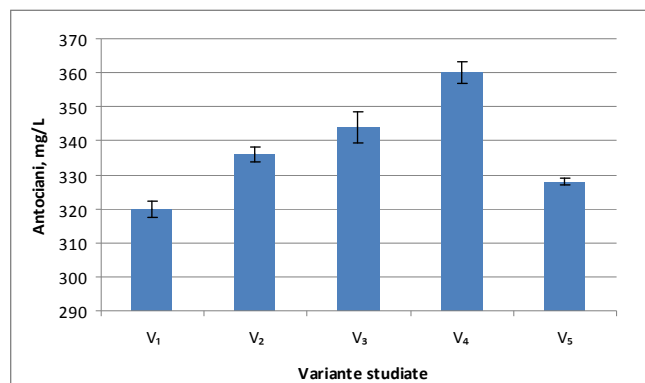


Figura 6.5. Influența metodei de extracție asupra conținutului în antociani al vinurilor brute

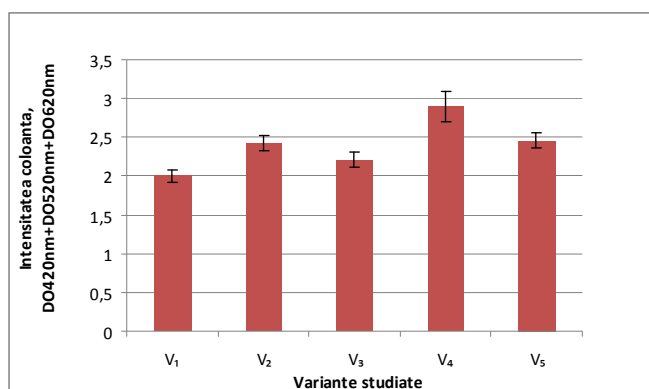


Figura 6.6. Influența metodei de extracție asupra intensității colorante a vinurilor brute

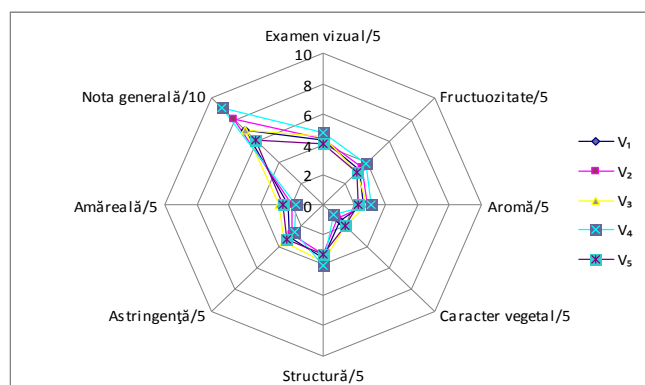


Figura 6.7. Influența metodei de extracție a compușilor polifenolici asupra caracterelor organoleptice ale vinurilor tinere

Conținutul în taninuri al vinurilor obținute prin delestarea mustului până la densitatea de  $1,050 \text{ g/cm}^3$  este mai redus decât cel al vinurilor obținute în cisterne rotative metalice. Aceste taninuri sunt, în același timp mai puțin reactive față de proteine (indicele de gelatină mai mic cu 18 %) și deci mai puțin astringente.

Din punct de vedere senzorial, vinurile obținute prin delestarea mustului în prima parte a procesului de macerare - fermentare sunt cele mai echilibrate și mai apreciate din punct de vedere gustativ. Sunt mai bine structurate cu taninuri mai puțin amare și mai puțin astringente, rezultate care sunt, de altfel în acord cu datele analitice obținute (figura 6.7).

Sinteza rezultatelor, privind influența delestajului asupra procesului de extracție a compușilor fenolici din struguri, conduce la concluzii asemănătoare celor obținute de Vinsonneau și colab. (2008) în urma unui studiu efectuat pe soiul Merlot, în mai multe regiuni viticole din Franța.

#### 6.4. Concluzii parțiale

- Delestajul este o modalitate de recirculare a mustului, menită a accelera extracția compușilor fenolici din struguri în timpul procesului de macerare - fermentare a vinurilor roșii de calitate.
- Comparativ cu alte tehnici de punere în contact al mustului cu boștina (scufundarea în must a căciului de boștină, remontajul, rotirea cisternelor metalice), delestajul permite o creștere a concentrației în polifenoli totali în vin cu 22,6 % comparativ cu macerarea clasică în căzi și cu 3,2 % comparativ cu metoda în cisternele rotative metalice.
- Pentru ca rezultatele să fie benefice asupra calității vinului obținut, este necesar să fie efectuate cel puțin două delestaje până la o densitate a mustului de  $1,050 \text{ g/cm}^3$ .
- Utilizarea delestajului ca modalitate de intensificare a extracției polifenolice contribuie la o creștere a intensității colorante a vinurilor cu 31,2 % comparativ cu cisternele rotative metalice și cu 19,8 % comparativ cu remontarea clasică a mustului în cisterne metalice verticale.

- Conținutul în taninuri al vinurilor obținute prin delestarea mustului este mai mic decât al vinurilor obținute în cisterne rotative metalice. Indicele de gelatină fiind mai mic cu 18 %, aceste taninuri sunt mai puțin reactive față de proteine și, prin urmare, vinurile sunt mai puțin astringente.
- Vinurile obținute prin delestarea mustului sunt cele mai apreciate din punct de vedere senzorial. Posedă intensitatea colorantă cea mai ridicată, sunt cele mai echilibrate și mai bine structurate cu taninuri sunt mai puțin amare și mai puțin astringente.

## CAPITOLUL 7. Studiul impactului unor factori tehnologici asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria "Dealul Bujorului"

### 7.1. Introducere

Etapă cheie în vinificația în roșu, fermentația malolactică are loc imediat după terminarea fermentației alcoolice.

Realizată sub acțiunea bacteriilor lactice, dintre care specia majoritară este *Oenococcus oeni*, procesul constă, în principal, în transformarea acidului malic în acid lactic și dioxid de carbon. Această transformare, însoțită de o metabolizare mai mult sau mai puțin importantă a acidului citric, conduce la micșorarea acidității totale și la o ușoară creștere a acidității volatile a vinurilor (Vivas, 2007). În același timp au loc modificări importante ale caracteristicilor aromatice și gustative ale acestora.

Verigă tehnologică obligatorie, fermentația malolactică conduce, deci, la modificări profunde ale compoziției și calității vinurilor roșii. Declanșarea fermentației malolactice (FML) depinde exclusiv de dezvoltarea bacteriilor lactice, a căror număr este foarte scăzut în timpul și după fermentația alcoolică. Dacă nivelul minim cerut nu este atins, acidul malic nu este degradat. Pentru ca transformarea malolactică să înceapă este necesar ca populația de *Oenococcus oeni* să se dezvolte de la  $10^2$  ufc/mL, la sfârșitul fermentației alcoolice, până la  $10^6$ - $10^7$  ufc/mL (Renouf și colab., 2007).

Dezvoltarea bacteriilor lactice fiind influențată de numeroși parametri tehnologici, declanșarea fermentației malolactice poate avea loc la momente foarte diferite. O fermentație care demarează prea devreme sau prea târziu poate provoca importante pierderi calitative și financiare.

Utilizarea bacteriilor lactice liofilizate din genul *Oenococcus spp.* a rezolvat multe dintre aceste probleme (Nieleesen și colab., 1996; Pilatte, 1998).

În ciuda acestui lucru și a perfecționării cunoștințelor despre influența anumitor factori tehnologici, se întâlnesc frecvent cazurile când vinificatorii se confruntă cu numeroase greutăți în ceea ce privește declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice la vinurile roșii.

Din dorința de a găsi un mijloc eficient de optimizare a fermentației malolactice, au fost studiați principalii factori tehnologici care ar putea influența desfășurarea acestui proces, atât de important în producerea vinurilor roșii cu denumire de origine, și anume: gestionarea operației de sulfitare, temperatura de stocare în timpul FML, durata macerării pe boștină, valoarea pH-ului, utilizarea culturilor starter de bacterii lactice liofilizate.

### 7.2. Materiale și metode de analiză

Studiile au fost efectuate în toamna anului 2010 pe două soiuri de struguri pentru vinuri roșii cu denumire de origine controlată, reprezentative pentru podgoria "Dealul Bujorului": soiul Cabernet Sauvignon și soiul Fetească neagră.

În studiul efectuat au fost abordate două aspecte: fermentația malolactică spontană și fermentația malolactică dirijată, prin inoculare cu bacterii lactice liofilizate.

Strugurii celor două soiuri au fost vinificați după procedeul standard la crama experimentală a Stațiunii de cercetare - dezvoltare pentru viticultură și vinificație "Bujoru".

Pentru a se evita oxidarea și pierderile de must prin spargerea boabelor, transportul strugurilor la crama s-a făcut în maxim 1 oră de la recoltare, în lădițe din material plastic cu capacitatea de 10 Kg. După desciorchinarea și zdrobirea strugurilor, mustuiala sulfată a fost inoculată cu drojii selecționate (Viniferm ARM).

Macerarea-fermentarea mustului pe boștină a fost realizată la temperatură constantă (18 - 20°C) în vase din material plastic cu un volum de cca. 30 litri. Pentru omogenizarea fermentației și favorizarea extracției antocianilor din pielețe s-a procedat la destrămarea și scufundarea căciului de boștină de două ori pe zi, dimineața și seara. Scurgerea vinului ravac și presarea boștinei s-a realizat la densitatea de 1,010 g/cm<sup>3</sup>. Vinul ravac și cel de presă au fost asamblate pentru fiecare variantă.

Inocularea cu bacterii lactice liofilizate Biolact Acclimatée BM (produse de societatea Pascal Biotech din Franța) s-a făcut imediat după tragerea vinului de pe boștină, doza utilizată fiind cea recomandată de producător: 10 mg/l.

Cultura starter Biolact Acclimatée BM este o cultură de două tulpini de *Oenococcus oeni* selecționate în Champagne, din vinuri pe bază de Chardonnay. Criteriile de selecție severe au permis izolarea unor tulpini capabile să se dezvolte în condiții extreme, care îmbunătățesc profilul organoleptic al vinului. Combinația celor două tulpini de bacterii lactice selecționate permite o desfășurare foarte bună a fermentației malolactice, chiar și atunci când concentrația de acid malic este mai mică de 1 g/L. Preparatul achiziționat se prezintă sub forma unei pulberi de culoare albă, solubilă în apă, cu densitatea de 0,950 g/cm<sup>3</sup> și pH = 5,0.

La fel ca și în cazul fermentației alcoolice este foarte important ca micro-organismele selecționate să domine în mediul inoculat asigurând astfel predominanța asupra speciilor indigene. Prin urmare, pentru a favoriza dezvoltarea rapidă a bacteriilor lactice selecționate, s-a procedat mai întâi la reactivarea lor.

### Rezumatul tezei de doctorat

În acest scop o mică parte din vinul care urma a fi inoculat a fost tratată cu 5 g/l Fermoplus Malolactique, un activator, produs de aceeași firmă Pascal Biotech. Activatorul Fermoplus Malolactique este un nutrient pe bază de aminoacizi, vitamine, polizaharide și săruri minerale, care are capacitatea de a reechilibra compoziția mediului nutritiv epuizat de drojzii în urma fermentației alcoolice și de a reduce timpul de latență necesar declanșării fermentației malolactice.

După introducerea culturii starter Biolact Acclimatée BM, cultura obținută a fost menținută timp de 24 ore la temperatura de 24°C. Reactivările de scurtă durată nu permit o dezvoltare suficientă a bacteriilor malolactice, iar reactivările de durată mai lungă stimulează culturile sălbatice, și deci, sunt mai puțin eficiente.

Fermentația malolactică a fost condusă în vase cu capacitatea de 1,5 litri la temperatura de 20°C.

Urmărirea fermentației malolactice s-a realizat prin dozarea enzimatică a acidului malic din 3 în 3 zile. În paralel s-a realizat și o evaluare a acizilor malic și lactic prin cromatografie pe hârtie. Fermentația malolactică este considerată ca fiind terminată atunci când concentrația de acid malic este mai mică de 0,2 g/L.

La sfârșitul fiecărei etape fermentative, precum și în cursul păstrării vinului s-au realizat următoarele determinări: conținutul în zaharuri al strugurilor, zahăr reducător, alcool, aciditate totală, aciditate volatilă, SO<sub>2</sub> total, SO<sub>2</sub> liber, pH, acid malic, acid lactic.

- **Determinarea zahărului din struguri prin metoda densimetrică**
- **Determinarea zahărului reducător din vin (SR 6182/18:2009)**
- **Dozarea zahărului reducător prin metoda iodometrică (Metoda Lüff)**
- **Determinarea concentrației alcoolice prin determinarea punctului de fierbere al vinului cu ebulliometrul**
- **Determinarea acidității totale a vinului. Metoda titrimetrică (SR 6182 - 1:2008)**
- **Determinarea acidității volatile (SR 6182 - 2:2008)**
- **Determinarea dioxidului de sulf total (SR 6182/13:2009)**
- **Determinarea iodometrică a dioxidului de sulf liber (SR 6182/13:2009)**
- **Determinarea valorii pH (SR 6182 - 14:2009)**
- **Dozarea acidului malic prin metoda enzimatică**
- **Dozarea enzimatică a acidului L- lactic prin metoda enzimatică**
- **Estimarea cromatografică a acidului malic (Metoda Ribéreau-Gayon)**
- **Modelarea matematică a biotransformării acidului malic în cursul fermentației malolactice**

Metodele experimentale sunt folosite pe scară largă în cercetare precum și în sectoarele industriale în diferite scopuri. Obiectivul principal în domeniul cercetării științifice este de a demonstra semnificația statistică a efectului exercitat de anumiți factori asupra unei variabile dependente de interes.

*Variabilele* sunt elemente care se pot măsura, controla sau manipula în cercetare. Acestea diferă în multe privințe în special prin rolul care-l au în proiectul de cercetare și de tipul de măsurători care pot fi aplicate pentru evaluarea lor. În cadrul cercetării experimentale se pot varia unele variabile și apoi măsura efectele asupra răspunsului, un parametru important pentru procesul analizat. Analiza datelor în cercetarea experimentală presupune stabilirea ”corelației” dintre variabile în special cele modificate (independente) și cele afectate de modificare (dependente). Numai datele experimentale pot demonstra în mod concludent relația de cauzalitate dintre variabile.

Variabilele *independente* sunt acelea care sunt modificate în timp ce variabilele *dependente* sunt cele care sunt numai măsurate sau înregistrate. În sectorul industrial obiectivul principal este de a extrage nivelul maxim de informații înregistrând factorii care afectează procesul de producție utilizând cât mai multe observații.

În timp ce în știință sunt utilizate tehnicile de analiză a varianței (ANOVA) pentru a stabili natura interactivă a realității care, se manifestă prin interacțiuni de ordin înalt între factori, în sectorul industrial efectul unor asemenea interacțiuni sunt adesea considerate ca o mare problemă. În știință, testul ANOVA se poate aplica la modele care operează cu cel mult cinci factori ([www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)).

Cercetarea bazată pe un număr mare de experimente este considerată în mod normal un standard bun. Metodele de studiu și de analiză fizico-chimice precum și a fenomenelor biologice au fost recent îmbunătățite datorită unor tehnici și echipamente din ce în ce mai performante care presupun utilizarea unor programe specializate care să realizeze analiza datelor.

Acest progres a presupus și dezvoltarea de noi metode matematice și statistice pentru analiza și prelucrarea datelor numerice (analiza factorială, recunoașterea formelor, tehnici noi de clasificare etc.). Prin creșterea numărului de senzori, înregistratoare, analizoare, a devenit posibilă acumularea unei cantități aproape nelimitată de informații cu privire la studiul unui fenomen. În ultimul timp însă, tendința a fost de a reduce numărul de experimente în principal datorită volumului mare de muncă și a costului lor. Constatarea a fost că informațiile de calitate nu depind doar de numărul de experimente, un rol foarte important avându-l planificarea experimentelor. Această planificare nu este necesară numai în timpul studiilor inițiale ci pe întreg procesul de cercetare. La începutul unui demers științific, cercetătorul trebuie să aleagă factorii potențiali influenți în domeniul experimental ales. Deoarece un număr tot mai mare de factori implică un număr tot mai mare de experimente, este necesar ca numărul acestora să se reducă doar la trei sau patru.

*Factorul* reprezintă orice parametru experimental (de ex. temperatură, concentrație, densitate etc.) care influențează variabila dependentă a unui proces. Factorul reprezintă elementul primordial al cercetării experimentale planificate. Alegerea

*Rezumatul tezei de doctorat*

modelelor ține seama de factorii  $S_1^{k_1}, S_2^{k_2}, \dots, S_i^{k_i} // N$  unde  $\sum k_i = N$  este numărul de niveluri (de ex. valorile unui factor reprezintă nivelurile aceluia factor),  $k_i$  este numărul de factori și  $N$  este numărul minim de experimente necesare.

O dată ce factorii influenți sunt cunoscuți ei pot fi studiați. Pentru a-i studia, informațiile sunt definite și modelate prin *experimentalul factorial*.

În multe aplicații, interesul nu este de a studia numai efectele acestor factori, ci mai ales interacțiunile dintre aceștia pentru a ști cum una sau mai multe caracteristici măsurate (răspunsuri) se comportă într-un domeniu bine definit experimental. Apoi, este posibil să se stabilească optimul a unul sau mai multe răspunsuri experimentale fără a trebui să se efectueze un număr mare de experimente. Indiferent de domeniul de aplicare, obiectivul este de a găsi o zonă din domeniul experimental în care toate proprietățile studiate să îndeplinească toate constrângerile dorite. Această zonă este numită "zonă de compromis acceptabil". Pentru a găsi relația dintre variabilele independente și răspunsuri, fenomenul studiat este simplificat prin modelare matematică. În funcție de fenomenul studiat, modelul ar putea fi liniar sau neliniar, o ecuație diferențială etc. Acest instrument metodologic este numit "metoda suprafeței de răspuns".

Datele experimentale permit determinarea valorilor coeficienților modelului matematic. Precizia modelului depinde de precizia coeficienților săi. Prin urmare, calitatea unui model experimental poate fi dată de precizia de predicție în domeniul experimental când coeficienții sunt cunoscuți. Aceste modele trebuie să fie o bună reprezentare a răspunsurilor experimentale în cadrul domeniului de interes și dacă aceste condiții sunt îndeplinite, ele trebuie să dea o estimare acceptabilă și de calitate a răspunsului. Orice tip de model poate fi ales cu condiția ca el să îndeplinească cele două proprietăți menționate mai sus.

Modelele polinomiale sunt foarte des folosite datorită simplității lor și a abordării lor secvențiale. Odată ce modelul optimal corespunzător a fost ales, ulterior i se testează valabilitatea. Dacă acesta reprezintă o bună reprezentare a fenomenului, răspunsul poate fi calculat pentru fiecare punct al domeniului experimental.

Modelele cele mai frecvent utilizate sunt cele polinomiale de ordinul unu și doi și pot fi clasificate astfel:

- Modele de ordinul I: modelele experimentale Hadamard sau Plackett-Burman; modelele experimentale factoriale întregi  $2^k$  sau fracționate  $2^{k-r}$ ; modelele experimentale echiradiale; modelele experimentale simplex.
- Modelele de ordinul II: modelele experimentale Centrale Composite; modelul Doehlert; modele experimentale echiradiale.

Metoda Suprafeței de Răspuns (MSR) este deci o colecție de tehnici matematice și statistice utilizate pentru modelarea și analiza problemelor în care răspunsul este influențat de anumite variabile și care au ca obiectiv optimizarea acestuia. Pentru faptul că în experimente s-a utilizat modelul experimental Central Composite, în cele ce urmează se va descrie această tehnică de optimizare.

Cele trei etape ale acestui model experimental constau în proiectarea experimentului statistic, estimarea coeficienților modelului matematic și a răspunsului predicționat și la final, verificarea aplicabilității modelului. Centrale Composite Design (CCD) conține o matrice factorială fracționată cu puncte centrale care permit estimarea modelului.

*Matrice CCD pentru un model redus cu 15 experimente, 3 factori și 3 niveluri*

| Run | Factor A | Factor B | Factor C |                 |
|-----|----------|----------|----------|-----------------|
| 1   | 0        | 0        | 0        | punct central   |
| 2   | 1        | 1        | -1       | punct factorial |
| 3   | 1.41     | 0        | 0        | punct stea      |
| 4   | -1.41    | 0        | 0        | punct stea      |
| 5   | 0        | -1.41    | 0        | punct stea      |
| 6   | 0        | 0        | 0        | punct central   |
| 7   | 1        | -1       | 1        | punct factorial |
| 8   | 0        | 0        | 0        | punct central   |
| 9   | -1       | 1        | 1        | punct factorial |
| 10  | 0        | 0        | -1.41    | punct stea      |
| 11  | -1       | -1       | -1       | punct factorial |
| 12  | 0        | 0        | 0        | punct central   |
| 13  | 0        | 1.41     | 0        | punct stea      |
| 14  | 0        | 0        | 1.41     | punct stea      |
| 15  | 0        | 0        | 0        | punct central   |

Dacă distanța de la centru la spațiul modelului cu puncte factoriale este de  $\pm 1$  unități pentru fiecare factor, distanța de la centrul spațiului de proiectare până la un „punct stea” este de  $\pm \alpha$ , în cazul în care  $|\alpha| > 1$  valoarea exactă pentru  $\alpha$  depinde de anumite proprietăți necesare pentru modelare și numărul de factori care sunt utilizați.



### Rezumatul tezei de doctorat

Similare, numărul de puncte centrale utilizate în model depind, de asemenea, de anumite proprietăți necesare pentru modelare.

Un CCD conține întotdeauna două sau mai multe „puncte stea” ca factori în model. „Punctele stea” reprezintă valorile extreme ale fiecărui factor din model.

Pentru a menține rotabilitatea, valoarea  $\alpha$  depinde de numărul de experimente care rulează în zona CCD factorială. În cazul în care factorialul este complet atunci  $\alpha = [2^k]^{1/4}$ . În cazul în care  $k = 2$  factori, ecuația de mai sus poate fi exprimată ca  $\alpha = 1,414$ .

Modelul polinomial pătratic este stabilit cu ecuația:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=2}^k \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

unde:

Y este răspunsul predicționat;

$X_i$  și  $X_j$  sunt variabile independente;

$\beta_0$  este termenul intercept;

$\beta_i$  este efectul liniar;

$\beta_{ii}$  este efectul pătratic;

$\beta_{ij}$  este termenul de interacțiune.

În matricea modelului valorile nivelurilor factorilor pot fi trecute sub formă codificată sau sub formă actuală. Relația dintre formele codificate a variabilelor de intrare și valorile actuale sunt descrise de ecuația:

$$X_i = \frac{(A_i - A_0^*)}{\Delta A}$$

unde:  $X_i$  este valoarea codificată;  $A_i$  este valoarea actuală;  $A_0^*$  este valoarea actuală pentru variabilele din punctul central;  $\Delta A$  reprezintă pasul modificării variabilelor.

Fiecare factor are un nivel minim codificat -1, unul central sau mediu codificat 0 și un nivel maxim codificat +1. Prin combinarea valorilor nivelurilor factorilor rezultă un plan experimental cu un număr N minim de experimente. Determinarea răspunsurilor pentru fiecare experiment în parte și reprezentarea grafică 3D vor permite stabilirea corelațiilor dintre variabile și stabilirea condițiilor optime pentru fenomenul investigat.

Ecuațiile polinomiale sunt validate prin testul statistic ANOVA pentru determinarea semnificației fiecărui termen al ecuației și pe de altă parte estimează corectitudinea sau corelația în fiecare caz în parte.

## 7.3. Rezultate și discuții

### 7.3.1. Influența sulfitării asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine controlată din podgoria “Dealul Bujorului”

Datorită multiplelor sale aplicații, dioxidul de sulf rămâne în prezent un aditiv de neînlocuit în tehnologia de obținere a vinurilor roșii. Adăugat în mustuială are acțiune antiseptică asupra bacteriilor, atât în perioada premergătoare fermentației alcoolice, cât și ulterior.

Sensibilitatea mai mare a bacteriilor față de  $SO_2$  se datorează, în principal, faptului că asupra lor acționează nu numai  $SO_2$  liber, ci și cel combinat.

Pentru a urmări modul cum gradul de sulfitare al mustuielii influențează declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumirea de origine “Dealul Bujorului”, pentru fiecare dintre cele două soiuri studiate, s-au realizat următoarele variante experimentale:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Varianta 1 (V1)</b>   | Mustuială nesulfitată; vin neinoculat cu bacterii lactice   |
| <b>Varianta 2 (V2)</b>   | Mustuială sulfitată cu 30 mg/L $SO_2$ ; vin neinoculat cu bacterii lactice                              |
| <b>Varianta 3 (V3)</b>   | Mustuială sulfitată cu 50 mg/L $SO_2$ ; vin neinoculat cu bacterii lactice                              |
| <b>Varianta 4 (V4)</b>   | Mustuială sulfitată cu 80 mg/L $SO_2$ ; vin neinoculat cu bacterii lactice                              |
| <b>Varianta 5 (V5)</b>   | Mustuială sulfitată cu 100 mg/L $SO_2$ ; vin neinoculat cu bacterii lactice                             |
| <b>Varianta 6 (V6)</b>   | Mustuială nesulfitată; vin inoculat cu bacterii lactice Biolact Acclimatée BM 10mg/L                    |
| <b>Varianta 7 (V7)</b>   | Mustuială sulfitată cu 30 mg/L $SO_2$ ; vin inoculat cu bacterii lactice Biolact Acclimatée BM 10 mg/L  |
| <b>Varianta 8 (V8)</b>   | Mustuială sulfitată cu 50 mg/L $SO_2$ ; vin inoculat cu bacterii lactice Biolact Acclimatée BM 10 mg/L  |
| <b>Varianta 9 (V9)</b>   | Mustuială sulfitată cu 80 mg/L $SO_2$ ; vin inoculat cu bacterii lactice, Biolact Acclimatée BM 10 mg/L |
| <b>Varianta 10 (V10)</b> | Mustuială sulfitată cu 100 mg/L $SO_2$ ; vin inoculat cu bacterii lactice Acclimatée BM 10 mg/L         |

După cum se observă din planul experimental, au fost testate 5 doze diferite de sulfitare ale mustuielii: 0, 30, 50, 80 și 100 mg/L SO<sub>2</sub>. Vinurile obținute au fost repartizate, după tragerea de pe boștină, în două loturi omogene: variantele numite "neinoculate" unde nu s-au utilizat bacterii lactice selecționate, în timp ce celelalte variante au fost inoculate cu bacterii Biolact Acclimatée BM.

Analizând principalii parametri fizico-chimici ai musturilor (tabelul 7.1), se constată existența condițiilor favorabile declanșării fermentației malolactice la majoritatea variantelor studiate. pH-ul are valori ce se situează în jurul cifrei de 3,40 în cazul variantelor soiului Cabernet Sauvignon, și de aproximativ 3,73 în cazul soiului Fetească neagră.

Potențialul alcoolic calculat este sub 13 % (v/v) alcool pentru soiul Cabernet Sauvignon și ușor mai crescut pentru soiul Fetească neagră, iar conținutul inițial de acid malic este de 2,35 și respectiv 1,02 g/L.

Singurul factor limitativ îl constituie gradul de sulfitare al mustuielii, care în funcție de varianta propusă, este cuprins între 0 și 100 mg/L.

Principalele caracteristici ale vinurilor, în momentul tragerii de pe boștină ( $\rho = 1,010 - 1,015 \text{ g/cm}^3$ ), după 8 zile de macerare – fermentare, sunt prezentate în tabelul 8.2.

Din datelor obținute, se constată o ușoară reducere a acidității totale, urmare a precipitării sărurilor tartrice în timpul fermentației alcoolice și a metabolizării unei părți din acidul malic, de către drojdiile de fermentație *Saccharomyces cerevisiae*.

Valorile acidității volatile, aproximativ aceleași la cele două soiuri (0,31 – 0,44 g/L acid acetic), se corelează negativ cu doza de SO<sub>2</sub> folosită. Valorile pH-ului, cuprinse între 3,31 (V5) și 3,38 (V1), la soiul Cabernet Sauvignon și între 3,64 (V5) și 3,68 (V1), la soiul Feteasca neagră nu ar trebui să constituie un impediment pentru declanșarea fermentației malolactice.

În același timp, se constată prezența unor mici cantități de acid lactic, format ca produs secundar în timpul fermentației alcoolice.

**Tabelul 7.1. Caracteristicile chimice ale musturilor procesate**

| Soiul              | Varianta | Zahăr,<br>g/L | Aciditatea<br>totală,<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L g | SO <sub>2</sub><br>total,<br>mg/L | SO <sub>2</sub><br>liber, mg/L | pH   | Acid<br>malic,<br>g/L |
|--------------------|----------|---------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|------|-----------------------|
| Cabernet-Sauvignon | V1       | 212,0         | 4,55   | -                                 | -                              | 3,40 | 2,35                  |
|                    | V2       | 212,0         | 4,56   | 30,0                              | 3,2                            | 3,41 | 2,35                  |
|                    | V3       | 215,0         | 4,56   | 50,0                              | 16,0                           | 3,39 | 2,35                  |
|                    | V4       | 212,0         | 4,55   | 80,0                              | 35,2                           | 3,39 | 2,35                  |
|                    | V5       | 212,0         | 4,55   | 100,0                             | 48,0                           | 3,39 | 2,35                  |
| Fetească-neagră    | V1       | 223,0         | 3,58   | -                                 | -                              | 3,73 | 1,02                  |
|                    | V2       | 226,0         | 3,88   | 30,0                              | 9,6                            | 3,74 | 1,02                  |
|                    | V3       | 226,0         | 3,58   | 50,0                              | 12,6                           | 3,74 | 1,02                  |
|                    | V4       | 223,0         | 3,61   | 80,0                              | 22,4                           | 3,73 | 1,02                  |
|                    | V5       | 223,0         | 3,58   | 100,0                             | 38,4                           | 3,73 | 1,02                  |

Cantitățile de dioxid de sulf prezente în vinuri, destul de însemnate, cresc de la varianta V1 la varianta V5, și respectiv de la varianta V6 la varianta V10 în funcție de doza inițială administrată în mustuielă.

Cinetica fermentației malolactice este puternic influențată de gradul de sulfitare al mustuielii (figurile 7.1 – 7.4). Cu cât nivelul de sulfitare al boștinei este mai însemnat, cu atât fermentația malolactică se declanșează mai greu și durata totală a acesteia este mai îndelungată.

Administrat în doze de 100 mg/L (V5) sau 80 mg/L (V4), SO<sub>2</sub> limitează declanșarea fermentației malolactice la variantele neinoculate cu bacterii lactice liofilizate, atât la soiul Cabernet Sauvignon, cât și la soiul Feteasca neagră (figurile 7.1, 7.2).

Utilizarea bacteriilor lactice liofilizate conduce, în cazul folosirii unor doze moderate de SO<sub>2</sub> (varianta V7 și varianta V8), la o scurtare a duratei fermentației malolactice cu 3 – 6 zile la vinurile obținute din soiul Cabernet Sauvignon și cu 1 – 3 zile, la vinurile obținute din soiul Feteasca neagră, comparativ cu variantele fără culturi starter.

În schimb, diferențele dintre varianta V6 (0 mg SO<sub>2</sub>/L) și varianta V7 (30 mg SO<sub>2</sub>/L) sunt nesemnificative. În cazul variantelor inoculate cu bacterii lactice liofilizate (figurile 7.3 - 7.4) fermentația malolactică are loc, în condițiile testate, chiar la o sulfitare a mustuielii cu doze de 80 – 100 mg SO<sub>2</sub>/L (Cabernet Sauvignon – varianta V9, Fetească neagră – varianta V9 și varianta V10).

Durata perioadei de latență a FML, se corelează cu doza de dioxid de sulf folosită, cu caracteristicile vinului (pH) și cu activitatea metabolică a tulpinilor de *Oenococcus oeni* (figurile 7.5 – 7.8).

Creșterea dozei de SO<sub>2</sub> de la 0 la 30 mg/L, nu pare a avea o influență semnificativă asupra duratei perioadei de latență a FML, în timp ce o creștere a SO<sub>2</sub> –ului adăugat de la 30 la 50 mg/L, mărește cu 2 zile declanșarea spontană a fermentației malolactice, atât la variantele soiului Cabernet Sauvignon, cât și la cele ale soiului Fetească neagră (figurile 7.5 - 7.7).

În tabelul 7.2 sunt prezentate caracteristicile fizico - chimice ale vinurilor în momentul separării de pe boștină.

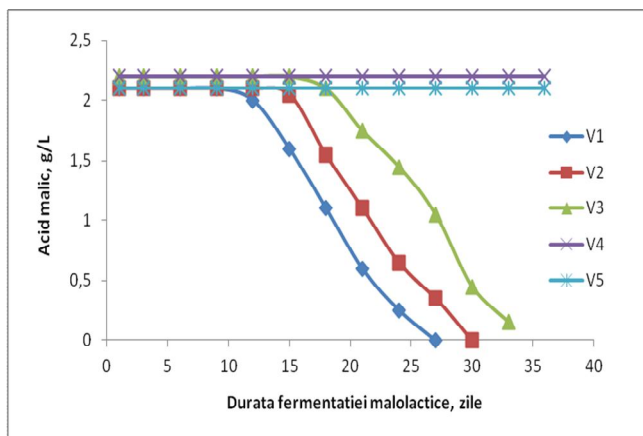


Figura 7.1. Cinetica fermentației malolactice (FML) spontane la soiul Cabernet Sauvignon

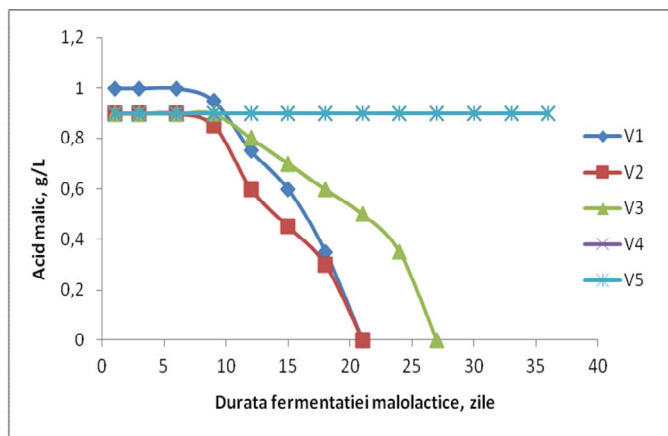


Figura 7.2. Cinetica FML spontane la soiul Fetească neagră

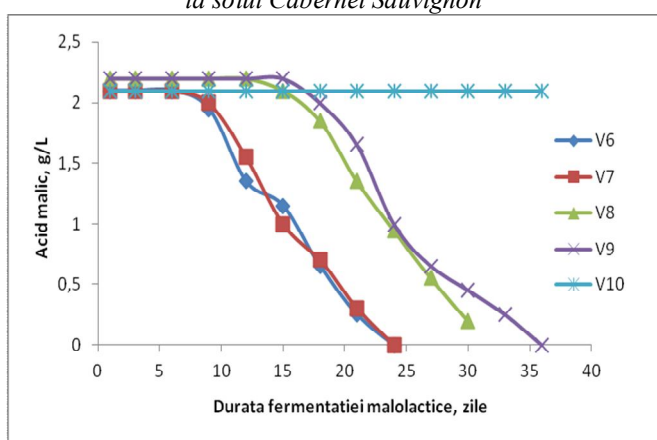


Figura 7.3. Cinetica FML dirijate la soiul Cabernet Sauvignon

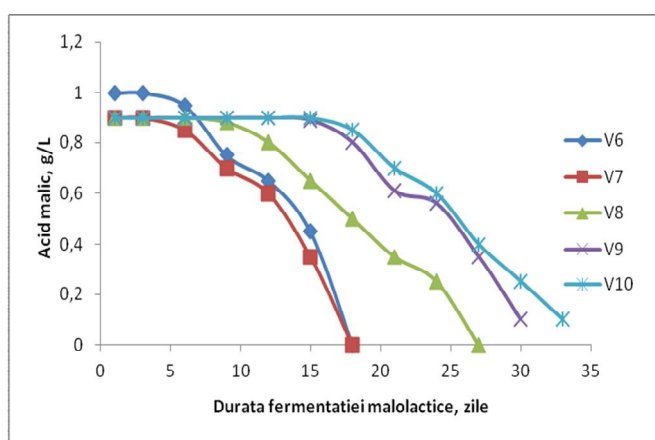


Figura 7.4. Cinetica FML dirijate la soiul Fetească neagră

Tabelul 7.2. Caracteristicile fizico - chimice ale vinurilor în momentul separării de pe boștină

| Soiul              | Varianta | Alcool, % (v/v) | Zahăr reducător, g/L | Acid.totală, g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | Acid. volatilă, g acid acetic /L | SO <sub>2</sub> total, mg/L | SO <sub>2</sub> liber, mg/L | pH   | Acid malic, g/L | Acid lactic, g/L |
|--------------------|----------|-----------------|----------------------|--|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------|------------------|
| Cabernet-Sauvignon | V1       | 12,5            | 3,0                  | 4,31   | 0,44                             | 15,5                        | -                           | 3,38 | 2,10            | 0,12             |
|                    | V2       | 12,4            | 4,5                  | 4,32   | 0,34                             | 22,0                        | -                           | 3,37 | 2,10            | 0,15             |
|                    | V3       | 12,4            | 4,5                  | 4,34   | 0,33                             | 30,4                        | 9,6                         | 3,35 | 2,20            | 0,14             |
|                    | V4       | 12,3            | 6,5                  | 4,35   | 0,33                             | 51,6                        | 12,8                        | 3,33 | 2,20            | 0,12             |
|                    | V5       | 12,2            | 8,0                  | 4,35   | 0,31                             | 62,8                        | 15,1                        | 3,31 | 2,10            | 0,13             |
| Fetească-neagră    | V1       | 13,1            | 4,0                  | 3,45   | 0,42                             | 15,0                        | -                           | 3,68 | 1,00            | 0,21             |
|                    | V2       | 13,0            | 5,5                  | 3,46   | 0,39                             | 20,8                        | -                           | 3,67 | 0,90            | 0,22             |
|                    | V3       | 13,0            | 6,0                  | 3,47   | 0,36                             | 29,0                        | 9,6                         | 3,67 | 0,90            | 0,21             |
|                    | V4       | 12,9            | 7,0                  | 3,47   | 0,36                             | 49,8                        | 12,1                        | 3,67 | 0,90            | 0,25             |
|                    | V5       | 12,8            | 9,0                  | 3,49   | 0,33                             | 60,8                        | 14,9                        | 3,64 | 0,90            | 0,20             |

La vinurile obținute din soiul Fetească neagră, durata perioadei de latență, la doze similare de SO<sub>2</sub>, este mai redusă cu 3 – 6 zile, comparativ cu soiul Cabernet Sauvignon.

Diferențe apreciable se înregistrează și între variantele cu sau fără culturi starter.

Rezultate asemănătoare au fost obținute de Mihalca și colab. în urma experimentărilor efectuate la Murfatlar, între anii 1975 și 1979 pe un vin îmbogățit în bacterii lactice și sulfitați cu diferite doze de SO<sub>2</sub>.

Caracteristicile fizico-chimice ale vinurilor la sfârșitul fermentației malolactice sunt prezentate în tabelul 7.3.

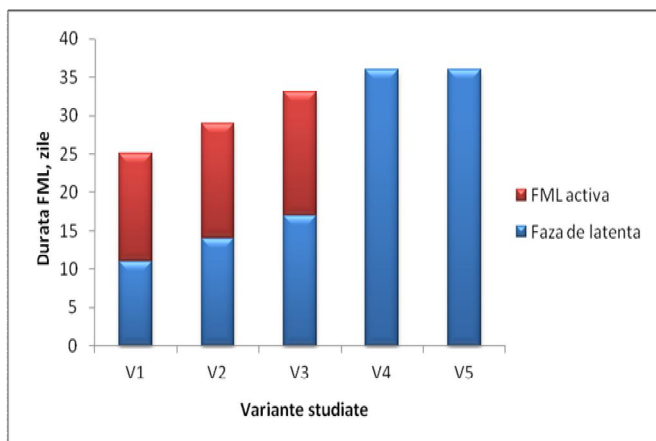


Figura 7.5. Influența sulfitării asupra duratei FML spontane la soiul Cabernet Sauvignon

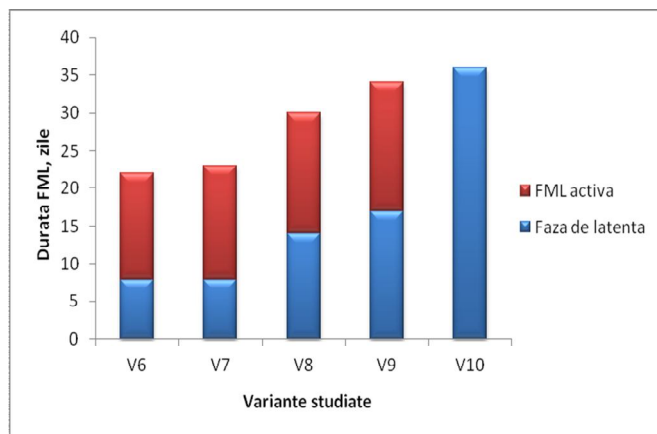


Figura 7.6. Influența sulfitării asupra duratei FML dirijate la soiul Cabernet Sauvignon

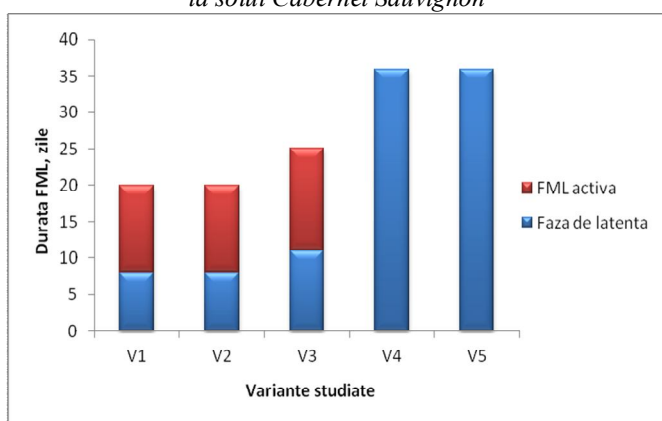


Figura 7.7. Influența sulfitării asupra duratei FML spontane la soiul Fetească neagră

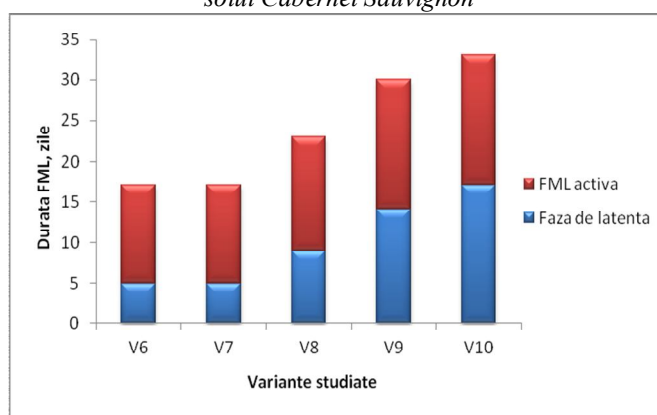


Figura 7.8. Influența sulfitării asupra duratei FML dirijate la soiul Fetească neagră

Tabelul 7.3. Analiza fizico - chimică a vinurilor, după finalizarea fermentației malolactice

| Soiul              | Varianta | Acool, % (v/v) | Zahăr reducător, g/L | Acid.tot., g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | Acid.volat., g acid acetic /L | SO <sub>2</sub> total, mg/L | SO <sub>2</sub> liber, mg/L | pH   | Acid malic, g/L | Acid lactic, g/L |
|--------------------|----------|----------------|----------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------|------------------|
| Cabernet Sauvignon | V1       | 12,50          | -                    | 3,52   | 0,49                          | 15,00                       | -                           | 3,53 | 0,15            | 1,42             |
|                    | V2       | 12,50          | -                    | 3,54   | 0,45                          | 20,00                       | -                           | 3,52 | 0,15            | 1,45             |
|                    | V3       | 12,60          | -                    | 3,54   | 0,42                          | 30,00                       | 9,50                        | 3,50 | 0,20            | 1,48             |
|                    | V4       | 12,50          | -                    | 4,32   | 0,35                          | 50,60                       | 12,70                       | 3,33 | 2,10            | 0,18             |
|                    | V5       | 12,40          | 1,50                 | 4,35   | 0,32                          | 61,80                       | 15,00                       | 3,31 | 2,10            | 0,13             |
|                    | V6       | 12,50          | -                    | 3,47   | 0,46                          | 15,00                       | -                           | 3,55 | -               | 1,52             |
|                    | V7       | 12,50          | -                    | 3,54   | 0,45                          | 20,00                       | -                           | 3,53 | 0,15            | 1,45             |
|                    | V8       | 12,50          | -                    | 3,52   | 0,43                          | 30,20                       | 9,40                        | 3,51 | 0,15            | 1,51             |
|                    | V9       | 12,60          | -                    | 3,55   | 0,36                          | 50,40                       | 12,60                       | 3,48 | 0,20            | 1,46             |
|                    | V10      | 12,50          | 2,00                 | 4,35   | 0,33                          | 62,00                       | 14,90                       | 3,31 | 2,10            | 0,13             |
| Fetească neagră    | V1       | 13,20          | -                    | 3,05   | 0,53                          | 15,00                       | -                           | 3,83 | -               | 0,88             |
|                    | V2       | 13,30          | -                    | 3,14   | 0,45                          | 19,50                       | -                           | 3,81 | -               | 0,82             |
|                    | V3       | 13,30          | -                    | 3,17   | 0,42                          | 28,00                       | 6,40                        | 3,80 | 0,15            | 0,71             |
|                    | V4       | 13,20          | -                    | 3,47   | 0,36                          | 48,80                       | 12,00                       | 3,67 | 0,90            | 0,25             |
|                    | V5       | 13,20          | 1,50                 | 3,49   | 0,36                          | 60,50                       | 14,60                       | 3,64 | 0,90            | 0,20             |
|                    | V6       | 13,20          | -                    | 3,00   | 0,56                          | 15,00                       | -                           | 3,85 | -               | 0,88             |
|                    | V7       | 13,30          | -                    | 3,12   | 0,47                          | 19,60                       | -                           | 3,85 | -               | 0,82             |
|                    | V8       | 13,30          | -                    | 3,17   | 0,45                          | 27,50                       | 6,20                        | 3,86 | 0,15            | 0,71             |
|                    | V9       | 13,20          | -                    | 3,17   | 0,45                          | 48,60                       | 11,90                       | 3,84 | 0,15            | 0,75             |
|                    | V10      | 13,20          | -                    | 3,21   | 0,44                          | 60,00                       | 14,20                       | 3,81 | 0,20            | 0,67             |

La variantele fermentate malolactic, se constată, vis-a-vis de aceleași vinuri în momentul tragerii de pe boștină, o reducere a acidității totale, creșterea acidității volatile, a valorilor pH și a concentrației de acid lactic. Urmare a conținutului mai ridicat de acid malic, vinurile obținute din soiul Cabernet Sauvignon înregistrează reduceri mai importante ale acidității totale (0,78 – 0,84 g/L), comparativ cu cele obținute din soiul Fetească neagră (0,28 – 0,45 g/L).

Valorile acidității volatile, cu excepția variantelor V1 și V6, se încadrează în limite rezonabile. Cantitățile de acid lactic format, funcție de cantitatea de acid malic metabolizată, variază între 1,42 și 1,52 g/L la soiul Cabernet Sauvignon și între 0,67 - 0,88 g/L la soiul Feteasca neagră.

### 7.3.2. Influența duratei de macerare asupra declanșării fermentației malolactice la vinurile cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului”

O durată scurtă de macerare poate induce întârzierea declanșării fermentației malolactice la vinurile roșii. Cauza acestei întârzieri, este considerată reținerea în boștină a unei proporții însemnate de bacterii lactice viabile, lucru demonstrat prin declanșarea mai rapidă a procesului în vinul de presă, comparativ cu vinul ravac.

Pentru a urmări modul în care durata de macerare pe boștină influențează declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice la vinurile de Cabernet Sauvignon și Fetească neagră din podgoria “Dealul Bujorului”, au fost adoptate următoarele variante pentru studii:

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Varianta 1 (V1)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată și fermentată la temperatura de 18 – 20°C, timp de 7 zile și neinoculată cu bacterii lactice                              |
| <b>Varianta 2 (V2)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată și fermentată la temperatura de 18 – 20°C, timp de 15 zile și neinoculată cu bacterii lactice                             |
| <b>Varianta 3 (V3)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată și fermentată la temperatura de 18 – 20°C, timp de 21 zile și neinoculată cu bacterii lactice                             |
| <b>Varianta 4 (V4)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată și fermentată la temperatura de 18 – 20°C, timp de 30 zile și neinoculată cu bacterii lactice                             |
| <b>Varianta 5 (V5)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată și fermentată la temperatura de 18 – 20°C, timp de 7 zile și inoculată cu bacterii lactice Biolact Acclimatée BM 10 mg/L  |
| <b>Varianta 6 (V6)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată și fermentată la temperatura de 18 – 20°C, timp de 15 zile și inoculată cu bacterii lactice Biolact Acclimatée BM 10 mg/L |
| <b>Varianta 7 (V7)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată și fermentată la temperatura de 18 – 20°C, timp de 21 zile și inoculată cu bacterii lactice Biolact Acclimatée BM 10 mg/L |
| <b>Varianta 8 (V8)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată și fermentată la temperatura de 18 – 20°C, timp de 30 zile și inoculată cu bacterii lactice Biolact Acclimatée BM 10 mg/L |

Mustuiala a fost sulfitată cu 40 mg SO<sub>2</sub>/L, iar temperatura de macerare - fermentare a fost de 18 – 20°C.

După tragerea vinului de pe boștină jumătate din cantitatea de vin obținută a fost inoculată cu bacterii lactice starter liofilizate, rezultând, pentru fiecare dintre cele două soiuri, variantele experimentale detaliate mai sus.

Caracteristicile fizico-chimice ale musturilor sunt prezentate în tabelul 7.4.

**Tabelul 7.4. Caracteristicile fizico-chimice ale musturilor procesate**

| Soiul                     | Varianta | Zahăr, g/L | Acid.tot., g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | SO <sub>2</sub> total, mg/L | SO <sub>2</sub> liber, mg/L | pH   | Acid malic, g/L |
|---------------------------|----------|------------|--|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------|
| <b>Cabernet Sauvignon</b> | V1       | 215,00     | 4,56   | 40,00                       | 23,80                       | 3,41 | 2,35            |
|                           | V2       | 215,00     | 4,57   | 40,00                       | 22,40                       | 3,40 | 2,35            |
|                           | V3       | 213,00     | 4,55   | 40,00                       | 22,40                       | 3,40 | 2,35            |
|                           | V4       | 217,00     | 4,55   | 40,00                       | 22,40                       | 3,41 | 2,35            |
| <b>Fetească neagră</b>    | V1       | 222,00     | 3,58   | 40,00                       | 21,20                       | 3,74 | 1,02            |
|                           | V2       | 222,00     | 3,58   | 40,00                       | 20,00                       | 3,74 | 1,02            |
|                           | V3       | 222,00     | 3,61   | 40,00                       | 20,00                       | 3,73 | 1,02            |
|                           | V4       | 222,00     | 3,58   | 40,00                       | 19,50                       | 3,74 | 1,02            |

Așa cum se observă din datele obținute, materia primă folosită este aceeași ca și în cazul primului studiu.

Cantitatea de zahăr este de aproximativ 215 g/L, pentru strugurii soiului Cabernet Sauvignon și de 222 g/L, pentru strugurii soiului Feteasca neagră, aciditatea totală, exprimată în g/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, are valoarea de 4,55 – 4,56, respectiv 3,58 – 3,61, iar conținutul în acid malic este de 2,35 g/L, pentru primul soi și de 1,02 g/L, pentru cel de-al doilea.

Doza de SO<sub>2</sub> folosită, aceeași pentru toate variantele (40 mg/L), nu poate constitui un impediment pentru declanșarea fermentației malolactice. Deoarece valoarea pH – ului este constantă, atât pentru variantele soiului Cabernet Sauvignon (3,40 –

3,41), cât și pentru cele ale soiului Fetească neagră (3,73 - 3,74), singurul factor variabil rămâne durata de macerare a mustului pe boștină.

Principalele caracteristici fizico - chimice ale vinurilor, după tragerea de pe boștină sunt prezentate în tabelul 7.5.

**Tabelul 7.5.** Caracteristicile fizico - chimice ale vinurilor procesate în momentul separării de pe boștină

| Soiul              | Varianta | Alcool, % (v/v) | Zaharuri reducăt., g/L | Acid.tot., g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | Acid.volatilă, g ac. acetic/L | SO <sub>2</sub> total, mg/L | SO <sub>2</sub> liber, mg/L | pH   | Acid malic, g/L | Acid lactic, g/L |
|--------------------|----------|-----------------|------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------|------------------|
| Cabernet Sauvignon | V1       | 12,40           | 6,00                   | 4,34   | 0,29                          | 38,40                       | 12,80                       | 3,32 | 2,23            | 0,12             |
|                    | V2       | 12,60           | 3,00                   | 4,31   | 0,36                          | 32,00                       | 9,60                        | 3,33 | 2,21            | 0,14             |
|                    | V3       | 12,70           | -                      | 4,22   | 0,48                          | 30,00                       | 6,40                        | 3,35 | 2,09            | 0,15             |
|                    | V4       | 12,90           | -                      | 4,16   | 0,51                          | 28,80                       | 3,20                        | 3,40 | 1,99            | 0,39             |
| Fetească neagră    | V1       | 13,00           | 4,50                   | 3,46   | 0,33                          | 32,00                       | 9,60                        | 3,62 | 1,01            | 0,21             |
|                    | V2       | 13,10           | 1,50                   | 3,43   | 0,37                          | 32,00                       | 6,40                        | 3,63 | 1,00            | 0,22             |
|                    | V3       | 13,20           | -                      | 3,38   | 0,49                          | 25,60                       | 3,21                        | 3,66 | 0,89            | 0,25             |
|                    | V4       | 13,20           | -                      | 3,31   | 0,52                          | 25,00                       | 3,20                        | 3,71 | 0,85            | 0,36             |

Comparativ cu musturile din care au provenit, se constată o reducere a acidității totale, pe măsură ce perioada de contact dintre cele două faze, lichidă și solidă, se prelungește.

Acest lucru este consecința extracției suplimentare de potasiu și a consumului de acid malic în timpul procesului de macerare – fermentare.

Reducerea acidității totale se corelează cu o creștere sensibilă a valorilor pH corelat cu durata macerării fermentării la ambele soiuri studiate.

Cantitățile de dioxid de sulf, atât liber, cât și total, se situează în limite rezonabile, astfel încât, din acest punct de vedere, declanșarea fermentației malolactice este asigurată la toate variantele urmărite.

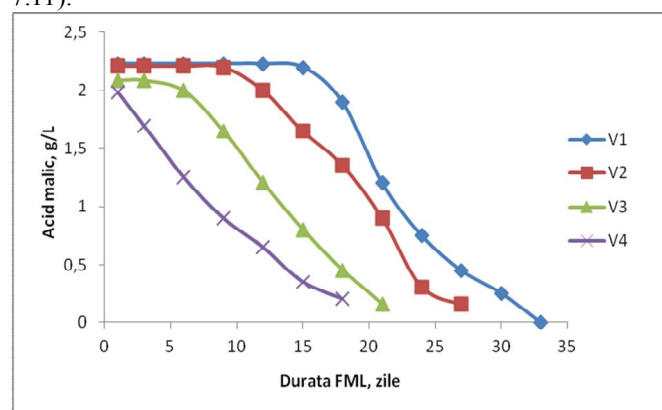
Cantitatea de acid malic transformată în timpul fermentației alcoolice este cuprinsă între 5% și 15% la variantele soiului Cabernet Sauvignon și între 1% și 17% la cele ale soiului Fetească neagră, reduceri mai importante înregistrându-se la variantele macerate pe boștină timp de 30 zile.

Cantitățile de acid lactic format variază între 0,12 – 0,39 g/L, la soiul Cabernet Sauvignon și între 0,21 – 0,36 g/L, la soiul Feteasca neagră.

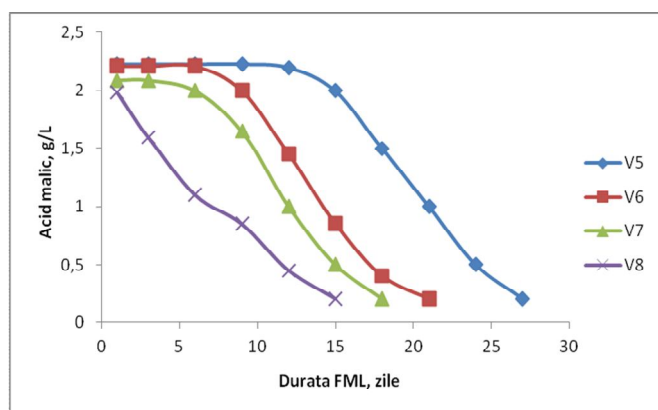
Aciditatea volatilă (g/L acid acetic) crește odată cu mărirea duratei de macerare, fiind cuprinsă între 0,29 g/L (V1) și 0,51 g/L (V4), la soiul Cabernet Sauvignon și între 0,33 g/L (V1) și 0,52 g/L (V4) la soiul Fetească neagră.

Creșterea duratei de macerare reduce faza de latență oenologică (figurile 7.9 – 7.12). Acest efect este vizibil, mai ales, la variantele macerate pe boștină, timp de 30 zile, unde fermentația malolactică s-a declanșat, practic, înainte de separarea celor două faze.

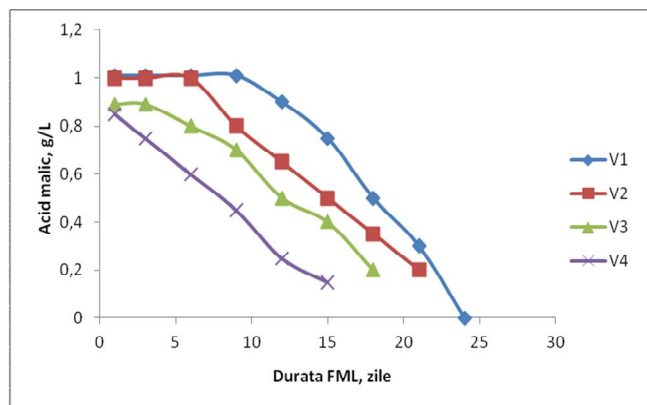
Prelungirea duratei de macerare de la 7 la 15 zile a condus la scurtarea fazei de latență, la variantele în care nu s-au utilizat culturi starter de bacterii lactice, cu 6 zile, la soiul Cabernet Sauvignon și cu 3 zile la soiul Feteasca neagră (figurile 7.9 - 7.11).



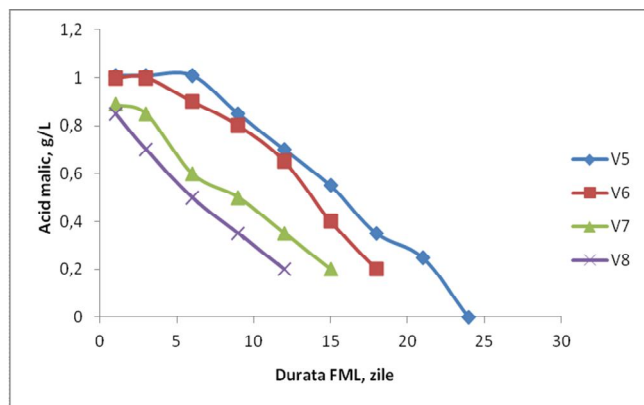
**Figura 7.9.** Influența duratei de macerare asupra desfășurării FML spontane la soiul Cabernet Sauvignon



**Figura 7.10.** Influența duratei de macerare asupra desfășurării FML dirijate la soiul Cabernet Sauvignon



**Figura 7.11.** Influența duratei de macerare asupra desfășurării FML spontane la soiul Fetească neagră



**Figura 7.12.** Influența duratei de macerare asupra desfășurării FML dirijate la soiul Fetească neagră

Aceeași mărire a duratei de macerare, la variantele inoculate cu bacterii lactice liofilizate, reduce timpul necesar declanșării fermentației malolactice cu, doar 4 zile, respectiv 2 zile (figurile 7.10 - 7.12).

Prelungirea cu încă o săptămână a duratei de macerare nu conduce la diferențe ale cineticii fermentației malolactice însă influențează în mod favorabil, durata totală a fermentației malolactice.

Astfel, menținerea vinului pe boștină pentru încă 7 zile produce o reducere a duratei totale a fermentației malolactice, în cazul soiului Cabernet Sauvignon, cu 4 zile (variantele V2), sau chiar 6 zile (variantele V6).

Caracteristicile fizico-chimice ale vinurilor, la sfârșitul fermentației malolactice sunt prezentate în tabelul 7.6.

După cum se observă, din datele obținute, creșterea duratei de macerare este însoțită de o creștere reală a acidității volatile a vinurilor. Menținerea vinurilor pe boștină timp de 21 zile, respectiv 30 zile conduce la valori ale acidității volatile de peste 0,50 g/L acid acetic (variantele V3, V4, V7, V8), ceea ce relevă faptul că o prelungire a duratei de macerare de peste 15 zile, deși contribuie într-o oarecare măsură la reducerea perioadei de latență oenologică, nu este justificată.

**Tabelul 7.6.** Caracteristicile fizico - chimice ale vinurilor după finalizarea fermentației malolactice

| Soiul              | Varianta | Alcool, % (v/v) | Zahar. redus., g/L | Acid. tot., g/L H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Acid. volat., g/l ac. acetic | SO <sub>2</sub> total, mg/L | SO <sub>2</sub> liber, mg/L | pH   | Ac. malic, g/L | Ac. lactic, g/L |
|--------------------|----------|-----------------|--------------------|--|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|----------------|-----------------|
| Cabernet Sauvignon | V1       | 12,80           | -                  | 3,45   | 0,33                         | 32,00                       | 6,40                        | 3,52 | -              | 1,61            |
|                    | V2       | 12,70           | -                  | 3,49   | 0,46                         | 28,80                       | 9,60                        | 3,50 | 0,15           | 1,52            |
|                    | V3       | 12,70           | -                  | 3,44   | 0,54                         | 28,80                       | 6,40                        | 3,54 | 0,15           | 1,44            |
|                    | V4       | 12,90           | -                  | 3,44   | 0,63                         | 28,80                       | 3,20                        | 3,53 | 0,20           | 1,58            |
|                    | V5       | 12,80           | -                  | 3,53   | 0,35                         | 35,20                       | 6,40                        | 3,47 | 0,20           | 1,48            |
|                    | V6       | 12,70           | -                  | 3,51   | 0,48                         | 28,80                       | 6,40                        | 3,49 | 0,20           | 1,48            |
|                    | V7       | 12,70           | -                  | 3,46   | 0,56                         | 28,80                       | 6,40                        | 3,52 | 0,20           | 1,51            |
|                    | V8       | 12,90           | -                  | 3,44   | 0,65                         | 28,80                       | 3,20                        | 3,54 | 0,20           | 1,55            |
| Fetească neagră    | V1       | 13,00           | -                  | 3,06   | 0,38                         | 32,00                       | 9,60                        | 3,82 | -              | 0,88            |
|                    | V2       | 13,10           | -                  | 3,11   | 0,43                         | 32,00                       | 6,40                        | 3,81 | 0,20           | 0,75            |
|                    | V3       | 13,20           | -                  | 3,10   | 0,53                         | 22,40                       | 3,00                        | 3,80 | 0,20           | 0,71            |
|                    | V4       | 13,20           | -                  | 3,03   | 0,65                         | 16,00                       | 3,00                        | 3,83 | 0,15           | 0,82            |
|                    | V5       | 13,00           | -                  | 3,05   | 0,39                         | 32,00                       | 6,40                        | 3,82 | -              | 0,86            |
|                    | V6       | 13,10           | -                  | 3,11   | 0,46                         | 32,00                       | 6,40                        | 3,81 | 0,20           | 0,74            |
|                    | V7       | 13,20           | -                  | 3,10   | 0,55                         | 25,60                       | 3,00                        | 3,81 | 0,20           | 0,70            |
|                    | V8       | 13,20           | -                  | 3,05   | 0,67                         | 22,40                       | 3,00                        | 3,82 | 0,20           | 0,79            |

Probabil, aciditatea volatilă ar fi fost și mai ridicată, dacă vinurile nu ar fi fost protejate împotriva dezvoltării microorganismelor de contaminare de conținutul ridicat de alcool.

Deși, se cunoaște că mărirea duratei de macerare este însoțită de o creștere a pH-ului, acest fenomen nu a fost pus în evidență, în condițiile studiate, decât la variantele de vinuri obținute din soiul Cabernet Sauvignon inoculate cu culturi starter de bacterii lactice liofilizate.

Analizând cantitățile de acid malic remanente, se constată că toate vinurile studiate au fermentat malolactic. Trebuie amintit, totuși, că parametrii experimentali evaluați, îndeosebi regimul termic, au fost deosebit de favorabili desfășurării fermentației malolactice, comparativ cu condițiile de producție, unde controlul temperaturii este, adesea, mai greu de realizat.

### 7.3.3. Influența temperaturii asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului”

Impactul temperaturii la care este menținut vinul pentru realizarea fermentației malolactice a fost studiat independent pe aceleași soiuri, reprezentative pentru podgoria “Dealul Bujorului”, Cabernet Sauvignon și Fetească neagră. Ca și în cazurile precedente au fost abordate două situații, fie fermentația malolactică spontană, fie inocularea cu bacterii lactice liofilizate Biolact Acclimatée BM.

Temperatura la care au fost menținute vinurile după tragerea de pe boștină, în vederea realizării fermentației malolactice, a fost conform următoarelor variante studiate:

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Varianta 1 (V1)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 16 °C.                             |
| <b>Varianta 2 (V2)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, neinoculată cu bacterii lactice starter și menținută la temperatura de 18 °C                                |
| <b>Varianta 3 (V3)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 20 °C                              |
| <b>Varianta 4 (V4)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 25 °C                              |
| <b>Varianta 5 (V5)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 30 °C                              |
| <b>Varianta 6 (V6)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM 10 mg/ L și menținut la temperatura de 16 °C |
| <b>Varianta 7 (V7)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, inoculată cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM 10 mg/L și menținută la temperatura de 18 °C    |
| <b>Varianta 8 (V8)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM 10 mg/L și menținut la temperatura de 20 °C  |
| <b>Varianta 9 (V9)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM 10 mg/L și menținut la temperatura de 25 °C  |
| <b>Varianta 10 (V10)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM 10 mg/L și menținut la temperatura de 30 °C  |

Caracteristicile fizico-chimice ale materiei prime, prezentate în tabelul 7.7, nu trebuie să pună nici un fel de probleme pentru declanșarea fermentației malolactice, la cele două soiuri.

**Tabelul 7.7.** Caracteristicile fizico-chimice ale materiei prime procesate

| Soiul              | Zahăr,<br>g/L | Acidit. tot., g<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | SO <sub>2</sub> total,<br>mg/L | SO <sub>2</sub> liber,<br>mg/L | pH   | Acid malic,<br>g/L |
|--------------------|---------------|--|--------------------------------|--------------------------------|------|--------------------|
| Cabernet Sauvignon | 215,00        | 4,55   | 40,00                          | 22,40                          | 3,41 | 2,35               |
| Fetească neagră    | 223,00        | 3,61   | 40,00                          | 16,00                          | 3,72 | 1,02               |

Principalii parametri chimici ai vinurilor obținute, la sfârșitul fermentației alcoolice, sunt prezentați în tabelul 7.8.

**Tabelul 7.8.** Caracteristicile fizico-chimice ale vinurilor la sfârșitul fermentației alcoolice

| Soiul                 | Alcool<br>% (v/v) | Zahăr<br>reducător<br>g/L | Acid. tot.,<br>g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | Acid.<br>volatilă g<br>ac. acetic /L | SO <sub>2</sub><br>total,<br>mg/L | SO <sub>2</sub><br>liber,<br>mg/L | pH   | Acid<br>malic<br>g/L | Acid<br>lactic,<br>g/L |
|-----------------------|-------------------|---------------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|----------------------|------------------------|
| Cabernet<br>Sauvignon | 12,00             | 3,00                      | 4,35   | 0,25                                 | 36,00                             | 9,60                              | 3,33 | 2,21                 | 0,12                   |
| Fetească<br>neagră    | 13,10             | 3,00                      | 3,47   | 0,33                                 | 35,20                             | 6,40                              | 3,61 | 1,01                 | 0,20                   |

În mod deosebit, valorile pH-ul și conținutul în dioxid de sulf liber și total sunt foarte importante. La vinul obținut din soiul Cabernet Sauvignon, pH-ul are valoarea de 3,33, în timp ce la vinul obținut din soiul Feteasca neagră este de 3,61.

La ambele tipuri de vinuri conținutul în dioxid de sulf total este sub 40 mg/L, iar cel liber sub 10 mg/L, limite considerate a fi maxime pentru o declanșare facilă a fermentației malolactice.

Studiile efectuate evidențiază rolul preponderent pe care-l are temperatura la care este menținut vinul în declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice.



Rezumatul tezei de doctorat

Astfel, la temperatura de 16°C, frecvent întâlnită în cramele din podgoria “Dealul Bujorului” în luna octombrie, fermentația malolactică nu are loc la vinurile neinoculate cu bacterii lactice starter (sub formă liofilizată), atât la vinul obținut din soiul Cabernet Sauvignon, cât și la vinul obținut din soiul Fetească neagră (figurile 7.13 și 7.14).

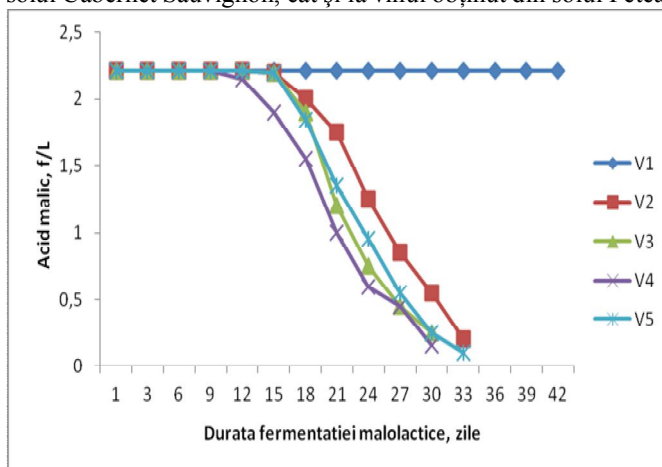


Figura 7.13. Influența temperaturii asupra desfășurării FML spontane la soiul Cabernet Sauvignon

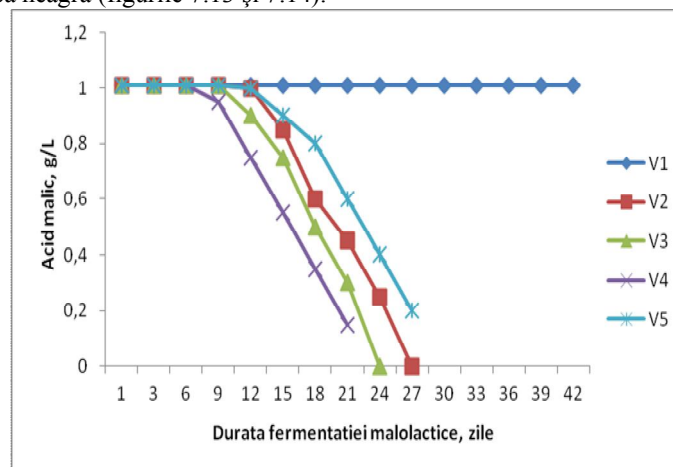


Figura 7.14. Influența temperaturii asupra desfășurării FML spontane la soiul Fetească neagră

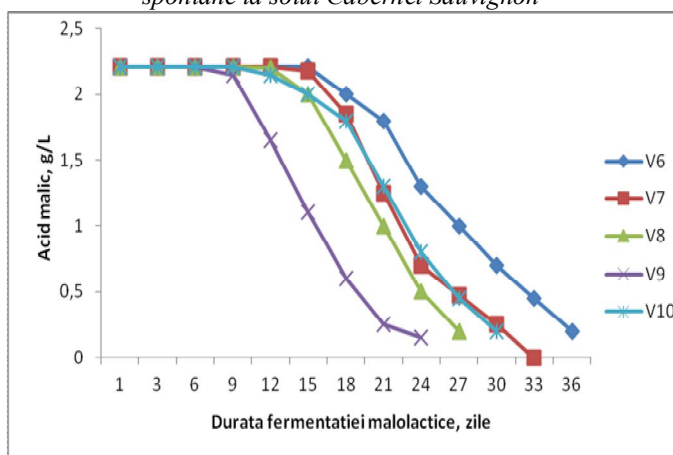


Figura 7.15. Influența temperaturii asupra desfășurării FML dirijate la soiul Cabernet Sauvignon

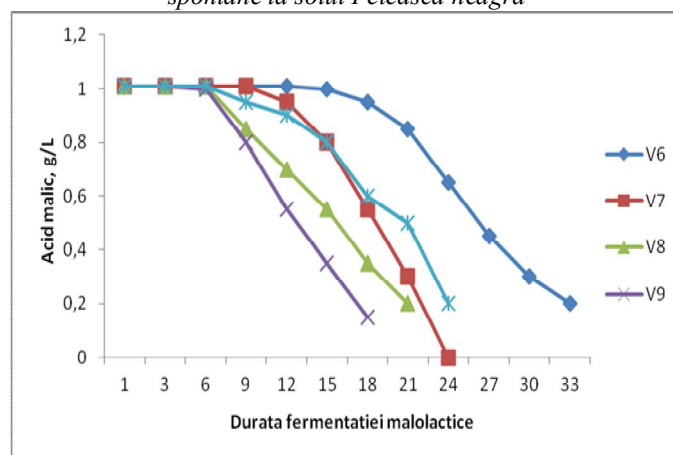


Figura 7.16. Influența temperaturii asupra desfășurării FML dirijate la soiul Fetească neagră

La variantele de must inoculate cu Biolact Acclimatée BM, menținute la aceeași temperatură, fermentația malolactică are loc, dar durata ei totală s-a prelungit până la 36 zile, în cazul vinul obținut din soiul Cabernet Sauvignon și până la 33 de zile la vinul obținut din soiul Fetească neagră (figurile 7.15 și 7.16). Corelat cu temperaturile scăzute, bacteriile lactice nu reușesc să se dezvolte în condiții optime și, în mod firesc, perioada de latență crește evident, ajungând până la 18 zile și respectiv 15 zile.

Creșterea temperaturii cu doar 2°C, de la 16°C la 18°C, permite declanșarea fermentației malolactice la toate variantele studiate, însă cinetica cea mai rapidă se înregistrează în intervalul de temperaturi de 20°C și 25°C.

La temperatura de 25°C fermentația malolactică se declanșează spontan după 12 zile de la finalizarea fermentației alcoolice la soiul Cabernet Sauvignon și după 9 zile la soiul Fetească neagră.

În aceleași condiții, procesul începe doar după 9 zile și respectiv 6 zile la variantele inoculate cu bacterii lactice liofilizate. Creșterea temperaturii la 30°C limitează multiplicarea, și, în aceeași măsură, activitatea bacteriilor malolactice. Față de temperatura de 25°C, perioada de latență și durata totală a FML cresc cu 3 zile la ambele vinuri obținute (figurile 7.13 și 7.14).

Caracteristicile fizico-chimice ale vinurilor, după terminarea fermentației malolactice, sunt prezentate în tabelul 7.9.

Analiza datelor obținute evidențiază rolul pe care-l are temperatura, la care sunt menținute vinurile în vederea desfășurării fermentației malolactice, asupra compoziției chimice a acestora.

Deși, procesul se desfășoară cel mai rapid la temperatura de 25°C, atât în prezența cât și în absența culturilor starter comerciale de bacterii lactice liofilizate, caracteristicile chimice ale vinurilor produse finite scot în evidență necesitatea desfășurării procesului la temperaturi mai scăzute, 18 – 20°C, temperaturi la care este degradat de preferință acidul malic, și mai puțin zaharurile, acidul citric sau glicerolul.

Astfel, aciditatea volatilă, parametru ce influențează direct calitatea vinului, are valori evident mai mari atunci când fermentația malolactică se desfășoară la temperatura de 25°C sau 30°C (tabelul 7.9).

Rezumatul tezei de doctorat

Deși mai lentă, în intervalul de temperaturi de 18 °C – 20°C fermentația malolactică este mai fidelă, valorile acidității volatile, exprimată în acid acetic, fiind sub sau ușor peste 0,40 g/L. În același timp, cantitățile de acid lactic formate la aceste temperaturi se corelează cu cantitățile de acid malic transformat.

**Tabelul 7.9. Caracteristicile fizico - chimice ale vinurilor după finalizarea fermentației malolactice**

| Soiul              | Varianta | Alcool,<br>% (v/v) | Zahar.<br>reducăt.,<br>g/L | Acid.<br>tot., g/L<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Acid.<br>volat.,<br>g/l ac.<br>acetic | SO <sub>2</sub><br>total,<br>mg/L | SO <sub>2</sub><br>liber,<br>mg/L | pH   | Ac.<br>malic,<br>g/L | Ac.<br>lactic,<br>g/L |
|--------------------|----------|--------------------|----------------------------|--|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|----------------------|-----------------------|
| Cabernet Sauvignon | V1       | 12,60              | -                          | 4,33   | 0,25                                  | 28,80                             | 9,60                              | 3,31 | 2,21                 | 0,15                  |
|                    | V2       | 12,60              | -                          | 3,54   | 0,30                                  | 28,80                             | 9,60                              | 3,52 | 0,20                 | 1,45                  |
|                    | V3       | 12,70              | -                          | 3,46   | 0,40                                  | 25,60                             | 9,60                              | 3,52 | -                    | 1,60                  |
|                    | V4       | 12,80              | -                          | 3,52   | 0,72                                  | 25,60                             | 9,60                              | 3,54 | 0,15                 | 1,80                  |
|                    | V5       | 12,60              | -                          | 3,50   | 0,78                                  | 25,60                             | 9,60                              | 3,51 | 0,10                 | 1,83                  |
|                    | V6       | 12,60              | -                          | 3,51   | 0,24                                  | 32,00                             | 6,40                              | 3,48 | 0,20                 | 1,46                  |
|                    | V7       | 12,60              | -                          | 3,47   | 0,27                                  | 28,80                             | 6,40                              | 3,53 | -                    | 1,58                  |
|                    | V8       | 12,80              | -                          | 3,55   | 0,30                                  | 25,60                             | 4,60                              | 3,54 | 0,20                 | 1,45                  |
|                    | V9       | 12,80              | -                          | 3,53   | 0,66                                  | 25,60                             | 6,40                              | 3,53 | 0,15                 | 1,75                  |
|                    | V10      | 12,60              | -                          | 3,54   | 0,72                                  | 22,40                             | 6,40                              | 3,50 | 0,20                 | 1,85                  |
| Fetească neagră    | V1       | 13,10              | -                          | 3,45   | 0,33                                  | 32,0                              | 6,40                              | 3,62 | 1,01                 | 0,22                  |
|                    | V2       | 13,10              | -                          | 3,06   | 0,35                                  | 32,0                              | 6,40                              | 3,83 | -                    | 0,87                  |
|                    | V3       | 13,30              | -                          | 3,07   | 0,40                                  | 22,40                             | 3,20                              | 3,84 | -                    | 0,86                  |
|                    | V4       | 13,30              | -                          | 3,12   | 0,57                                  | 25,60                             | 6,40                              | 3,82 | 0,15                 | 0,97                  |
|                    | V5       | 13,10              | -                          | 3,14   | 0,65                                  | 22,40                             | 3,20                              | 3,80 | 0,20                 | 1,01                  |
|                    | V6       | 13,10              | -                          | 3,15   | 0,33                                  | 35,20                             | 6,40                              | 3,78 | 0,20                 | 0,72                  |
|                    | V7       | 13,10              | -                          | 3,07   | 0,39                                  | 32,00                             | 6,40                              | 3,80 | -                    | 0,87                  |
|                    | V8       | 13,30              | -                          | 3,15   | 0,44                                  | 22,40                             | 3,20                              | 3,80 | 0,20                 | 0,73                  |
|                    | V9       | 13,20              | -                          | 3,13   | 0,60                                  | 28,80                             | 3,20                              | 3,84 | 0,15                 | 0,96                  |
|                    | V10      | 13,10              | -                          | 3,04   | 0,69                                  | 25,60                             | 6,40                              | 3,86 | 0,20                 | 1,04                  |

Față de musturile din care au provenit, aciditatea totală a vinurilor fermentate malolactic a scăzut, în funcție de variantă, între 22 – 24%, la soiul Cabernet Sauvignon și între 12,7 – 15,8%, la soiul Feteasca neagră. Valorile pH-ului au crescut, la aceleași vinuri, cu 0,07 – 0,13, respectiv 0,06 – 0,14 unități.

Datele obținute permit evidențierea faptului că temperatura optimă pentru realizarea unei retrogradări malolactice normale, fără efecte secundare prea intense este de 18 – 20°C. Perioada de latență și durata totală a fermentației malolactice se corelează liniar cu temperatura, până la circa 25°C, după care, efectul combinat al acestora cu alcoolul limitează multiplicarea și activitatea bacteriilor lactice.

Rezultate asemănătoare au obținut Mihalca și colab. (1983), care în urma studiilor efectuate pe vinurile roșii obținute din struguri din podgoria Murfatlar, recolta 1978, elaborate prin tehnologia clasică, au constatat că vinurile menținute la temperaturi de 17 – 21°C, au fermentat malolactic în 80 % din cazuri.

#### 7.3.4. Influența pH-ului asupra declanșării și desfășurării fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine din podgoria “Dealul Bujorului”

Alături de temperatură și de conținutul inițial în dioxid de sulf, pH-ul are o influență hotărâtoare asupra bacteriilor lactice răspunzătoare de realizarea fermentației malolactice la vinurile roșii de calitate. Față de alți parametri care nu pot fi controlați, pH-ul poate fi modificat în limite favorabile malofermentației, fără a prejudicia calitatea vinului.

Corecțiile de pH ale mustului materie primă s-au realizat prin adăugarea în mustuală a unor cantități diferite de acid tartric sau de carbonat de calciu.

Variantele studiate pentru cele două soiuri au fost următoarele:

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>Varianta 1 (V1)</b> | Mustuală sulfitață cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 2,8 |
| <b>Varianta 2 (V2)</b> | Mustuală sulfitață cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 3,0 |
| <b>Varianta 3 (V3)</b> | Mustuală sulfitață cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 3,2 |
| <b>Varianta 4 (V4)</b> | Mustuală sulfitață cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 3,4 |

*Rezumatul tezei de doctorat*

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Varianta 5 (V5)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin neinoculat cu bacterii lactice starter și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 3,6                                       |
| <b>Varianta 6 (V6)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM (10 mg/L) și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 2,8         |
| <b>Varianta 7 (V7)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM (10 mg/L) și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 3,0         |
| <b>Varianta 8 (V8)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM (10 mg/L) și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 3,2         |
| <b>Varianta 9 (V9)</b>   | Mustuială sulfitată cu 40 mg SO <sub>2</sub> /L, macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice starter Biolact Acclimatée BM (10 mg/L) și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 3,4         |
| <b>Varianta 10 (V10)</b> | Mustuială sulfitată cu 40 mg/L SO <sub>2</sub> , macerată-fermentată, vin inoculat cu bacterii lactice SO <sub>2</sub> Biolact Acclimatée BM (10 mg/L) și menținut la temperatura de 20 °C și pH = 3,6 |

Caracteristicile mustului materie primă, înainte de modificările de pH sunt prezentate în tabelul 7.10.

**Tabelul 7.10. Caracteristicile fizico-chimice ale mustului procesat**

| Soiul              | Zahăr,<br>g/L | Acid.tot.,<br>g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | SO <sub>2</sub> total,<br>mg/L | SO <sub>2</sub> liber,<br>mg/L | pH   | Acid malic.<br>g/L |
|--------------------|---------------|---|--------------------------------|--------------------------------|------|--------------------|
| Cabernet Sauvignon | 215           | 4,56  | 40,00                          | 22,40                          | 3,40 | 2,35               |
| Fetească neagră    | 220           | 3,58  | 40,00                          | 25,00                          | 3,72 | 1,02               |

După corecțiile de pH, conform variantelor experimentale, vinurile au fost fermentate pe boștină până la realizarea unei densități de aproximativ 1,010 g/cm<sup>3</sup>. Imediat după separarea de pe boștină vinurile au fost analizate, rezultatele obținute fiind prezentate în tabelul 7.11.

Urmare a corecțiilor de pH, aciditatea titrabilă a vinurilor, comparativ cu cea a mustului din care au provenit, a crescut, ajungând până la 8,82 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/L (varianta V1), în cazul vinului obținut din soiul Cabernet Sauvignon și până la 9,30 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/L (varianta V1), în cazul vinului obținut din soiul Fetească neagră.

**Tabelul 7.11. Caracteristicile fizico-chimice ale vinurilor la separarea de pe boștină**

| Soiul                 | Varianta | Alcool,<br>% v/v | Zaharuri<br>reducăt.,<br>g/L | Acid.tot.,<br>gH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | Acid.volat.,<br>g/L acid<br>acetic | SO <sub>2</sub><br>total,<br>mg/L | SO <sub>2</sub><br>liber,<br>mg/L | pH   | Acid<br>malic,<br>g/L | Acid<br>lactic,<br>g/L |
|-----------------------|----------|------------------|------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|-----------------------|------------------------|
| Cabernet<br>Sauvignon | V1       | 12,20            | 5,00                         | 8,82   | 0,25                               | 32,00                             | 6,40                              | 2,79 | 2,30                  | 0,10                   |
|                       | V2       | 12,40            | 1,50                         | 7,43   | 0,30                               | 32,00                             | 6,40                              | 2,98 | 2,25                  | 0,11                   |
|                       | V3       | 12,50            | -                            | 6,28   | 0,31                               | 25,60                             | 3,20                              | 3,18 | 2,22                  | 0,12                   |
|                       | V4       | 12,20            | 5,00                         | 4,20   | 0,33                               | 28,80                             | 3,20                              | 3,37 | 2,21                  | 0,12                   |
|                       | V5       | 12,30            | 3,00                         | 3,56   | 0,34                               | 32,00                             | 6,40                              | 3,56 | 2,20                  | 0,18                   |
| Fetească<br>neagră    | V1       | 13,00            | 1,50                         | 9,30   | 0,30                               | 28,80                             | 3,20                              | 2,78 | 1,02                  | 0,10                   |
|                       | V2       | 13,10            | -                            | 7,44   | 0,30                               | 32,00                             | 3,20                              | 3,00 | 1,02                  | 0,10                   |
|                       | V3       | 13,10            | -                            | 6,31   | 0,33                               | 32,00                             | 6,40                              | 3,18 | 1,01                  | 0,12                   |
|                       | V4       | 13,10            | -                            | 4,44   | 0,33                               | 35,20                             | 6,40                              | 3,37 | 1,01                  | 0,15                   |
|                       | V5       | 13,10            | -                            | 3,40   | 0,35                               | 38,40                             | 6,40                              | 3,60 | 1,01                  | 0,20                   |

După adaosul de bacterii lactice starter, în stare liofilizată, metabolizarea acidului malic a fost urmărită timp de 42 de zile, atât la variantele cu adaos de culturi starter, cât și la cele fără adaos de culturi starter (figurile 7.17 – 7.20).

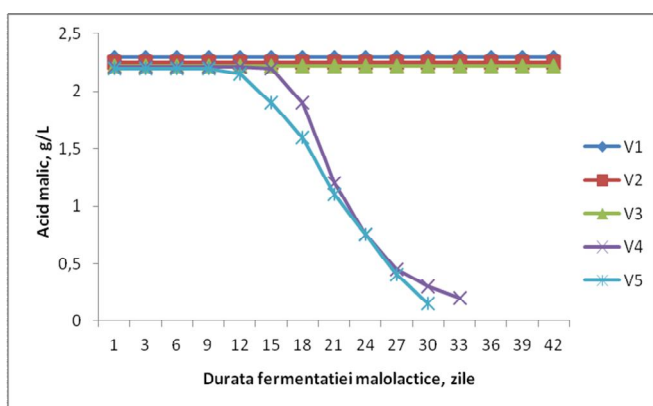
În cazul variantelor fără adaos de culturi starter, fermentația malolactică nu s-a declanșat în cazul variantelor V1 (pH = 2,8), V2 (pH = 3,0) și V3 (pH = 3,2), atât la vinurile obținute din soiul Cabernet Sauvignon, cât și la vinul obținut din soiul Fetească neagră (figura 7.17 și figura 7.18).

În schimb, bacteriile lactice liofilizate Biolact Acclimatée BM s-au dovedit a fi eficiente, chiar și atunci când profilul acid al vinului era neadecvat, având un pH apropiat de 3,0 (figura 7.19 și figura 7.20).

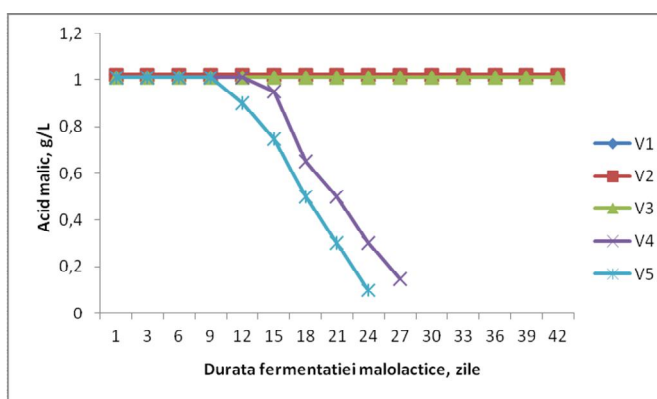
Cu cât valoarea pH-ului este mai mică, cu atât starea de latență se prelungește și activitatea bacteriilor lactice este încetinită. Declanșarea fermentației malolactice, la vinurile obținute din cele două soiuri, s-a realizat cel mai rapid la pH = 3,6 (V5, V10).

Rezultatele demonstrează că, de-a lungul elaborării vinului, pH –ul reprezintă un factor selectiv asupra bacteriilor malolactice starter în funcție de acidorezistență, orientează metabolismul lor și determină, mai ales, viteza lor de multiplicare.

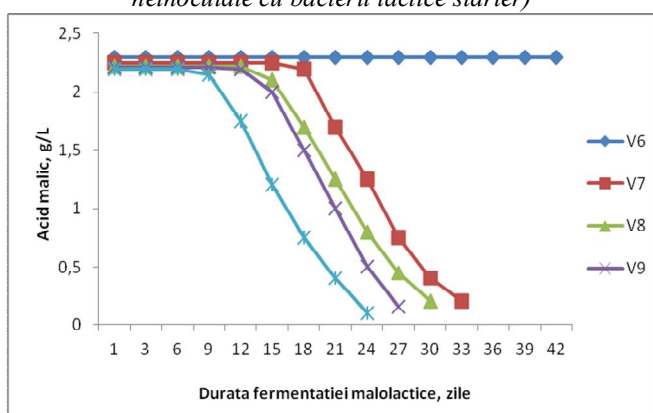
În cazul variantelor de must inoculate cu bacterii lactice starter, fermentația malolactică se declanșează după 18 zile, la pH = 3,0, după 15 zile, la pH = 3,2, după 12 zile, la pH = 3,4 și după 9 zile, la pH = 3,6, atât la vinul obținut din soiul Cabernet Sauvignon, cât și la vinul obținut din soiul Fetească neagră.



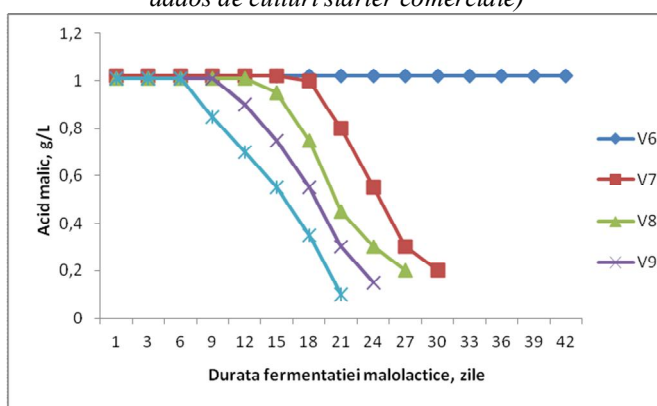
**Figura 7.17.** Dinamica transformării acidului malic în funcție de valorile pH la soiul Cabernet Sauvignon (variante neinoculate cu bacterii lactice starter)



**Figura 7.18.** Dinamica transformării acidului malic în funcție de valorile pH ale mustului la soiul Fetească neagră (fără adaos de culturi starter comerciale)



**Figura 7.19.** Dinamica transformării acidului malic în funcție de valorile pH ale mustului din soiul Cabernet Sauvignon (cu adaos de culturi starter comerciale)



**Figura 7.20.** Dinamica transformării acidului malic în funcție de valorile pH ale mustului la soiul Fetească neagră (cu adaos de culturi starter comerciale)

La aceleași valori ale pH-ului, fermentația malolactică se declanșează cu 3 zile în avans la variantele inoculate cu bacterii lactice starter, comparativ cu cele fără adaos exogen de culturi starter, la ambele soiuri (V4, V5, V9, V10).

Caracteristicile fizico-chimice ale vinurilor după 42 de zile de la finalizarea fermentației alcoolice sunt prezentate în tabelul 7.12.

Din datele prezentate constatăm lipsa fermentației malolactice la vinurile corespunzătoare variantelor V1, V2, V3 și V6 pentru cele două soiuri studiate și, ca urmare, aciditatea totală ridicată a acestor vinuri.

Aciditatea volatilă, corelată cu valoarea pH-ului, prezintă o corelație pozitivă (de la V1 la V5), atât în lipsa cât și în prezența culturilor starter de bacterii malolactice exogene.

Cantitățile de acid lactic format sunt cu atât mai mari cu cât valorile pH-ului sunt mai ridicate.

În urma observațiilor efectuate între anii 1967 – 1978 pe vinurile roșii de Valea Călugărească, I.V.Popescu a ajuns la concluzia că cele mai favorabile valori ale pH-ului pentru desfășurarea fermentației malolactice sunt de 3,1 – 3,3, rezultate apropiate de cele obținute pentru vinurile roșii obținute din struguri cultivați în podgoria “Dealul Bujorului”.

**Tabelul 7.12.** Caracteristicile fizico-chimice ale vinurilor la 42 de zile după finalizarea fermentației alcoolice

| Soiul              | Varianta | Alcool, % (v/v) | Zaharuri reducăt. g/L | Aciditate a totală, g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L | Aciditate volatilă, g/L ac. acetic | SO <sub>2</sub> total, mg/L | SO <sub>2</sub> liber, mg/L | pH   | Acid malic, g/L | Acid lactic, g/L |
|--------------------|----------|-----------------|-----------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------|------------------|
| Cabernet Sauvignon | V1       | 12,40           | -                     | 8,80  | 0,25                               | 28,80                       | 6,40                        | 2,81 | 2,30            | 0,12             |
|                    | V2       | 12,40           | -                     | 7,40  | 0,30                               | 25,60                       | 6,40                        | 2,99 | 2,25            | 0,15             |
|                    | V3       | 12,50           | -                     | 6,20  | 0,32                               | 25,50                       | 9,60                        | 3,20 | 2,22            | 0,20             |
|                    | V4       | 12,40           | -                     | 3,39  | 0,40                               | 28,80                       | 9,60                        | 3,57 | 0,20            | 1,47             |
|                    | V5       | 12,40           | -                     | 2,74  | 0,45                               | 28,80                       | 9,60                        | 3,81 | 0,15            | 1,55             |

Rezumatul tezei de doctorat

|                 |     |       |   |      |      |       |      |      |      |      |
|-----------------|-----|-------|---|------|------|-------|------|------|------|------|
|                 | V6  | 12,40 | - | 8,80 | 0,25 | 32,00 | 6,40 | 2,82 | 2,30 | 0,10 |
|                 | V7  | 12,40 | - | 6,60 | 0,35 | 25,60 | 6,40 | 3,13 | 0,20 | 1,48 |
|                 | V8  | 12,50 | - | 5,45 | 0,40 | 22,40 | 3,20 | 3,36 | 0,20 | 1,47 |
|                 | V9  | 12,40 | - | 3,37 | 0,44 | 28,80 | 6,40 | 3,58 | 0,15 | 1,50 |
|                 | V10 | 12,40 | - | 2,72 | 0,45 | 28,80 | 6,40 | 3,82 | 0,10 | 1,59 |
| Fetească neagră | V1  | 13,10 | - | 9,20 | 0,30 | 22,40 | 6,40 | 2,84 | 1,02 | 0,12 |
|                 | V2  | 13,10 | - | 7,40 | 0,30 | 28,80 | 6,40 | 2,99 | 1,02 | 0,12 |
|                 | V3  | 13,10 | - | 6,30 | 0,33 | 30,20 | 6,40 | 3,20 | 1,01 | 0,15 |
|                 | V4  | 13,10 | - | 4,00 | 0,39 | 33,40 | 6,40 | 3,59 | 0,15 | 0,70 |
|                 | V5  | 13,10 | - | 3,03 | 0,48 | 35,60 | 6,40 | 3,86 | 0,10 | 0,80 |
|                 | V6  | 13,10 | - | 9,20 | 0,30 | 28,80 | 6,40 | 2,84 | 1,02 | 0,12 |
|                 | V7  | 13,10 | - | 7,10 | 0,42 | 28,80 | 6,40 | 3,17 | 0,20 | 0,65 |
|                 | V8  | 13,10 | - | 5,90 | 0,42 | 28,80 | 6,40 | 3,41 | 0,20 | 0,66 |
|                 | V9  | 13,10 | - | 4,05 | 0,42 | 30,40 | 6,40 | 3,62 | 0,15 | 0,72 |
|                 | V10 | 13,10 | - | 3,03 | 0,54 | 32,50 | 6,40 | 3,87 | 0,10 | 0,80 |

### 7.3.5. Modelarea matematică a biotransformării acidului malic în cursul fermentației malolactice

Condițiile pentru optimizarea transformării acidului malic în vinul obținut din soiul Fetească neagră, prin fermentația malolactică corelat cu temperaturile de păstrare și concentrația de dioxid de sulf au fost prelucrate statistic prin analiza factorială utilizând metoda suprafeței de răspuns.

Astfel, a fost utilizat un model factorial pentru a investiga efectul corelat al celor 2 factori (variabile independente) asupra răspunsului și anume a randamentului de transformare a acidului malic (Y). Matricea experimentelor este prezentată în tabelul 7.13.

**Tabelul 7.13.** Matricea experimentelor ce descrie influența corelată a variabilelor independente asupra randamentului de transformare a acidului malic

| Nr. crt. | T, °C          | SO <sub>2</sub> , mg/L | Acid malic, g/L |
|----------|----------------|------------------------|-----------------|
|          | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub>         | Y               |
| 1        | 10             | 0                      | 1,57            |
| 2        | 10             | 50                     | 2,01            |
| 3        | 10             | 100                    | 2,21            |
| 4        | 15             | 0                      | 1,11            |
| 5        | 15             | 50                     | 1,67            |
| 6        | 15             | 100                    | 2,1             |
| 7        | 20             | 0                      | 0,13            |
| 8        | 20             | 50                     | 0,97            |
| 9        | 20             | 100                    | 1,73            |

Ecuția care descrie modelul polinomial este:

$$Y = a + b \cdot X_1 + c \cdot X_2 + d \cdot X_1^2 + eX_2^2 + f \cdot X_1 \cdot X_2$$

Semnificația statistică a fiecărui coeficient determinat prin regresie nelineară a fost analizată prin analiza ANOVA unifactorială. Pentru stabilirea modelului și estimarea coeficienților s-a utilizat programul statistic STATISTICA 8.

Pentru modelare s-a adoptat un design experimental (Central Composite Design), utilizând 2 factori, 2 niveluri (+1, -1), 1 punct central (model experimental factorial  $2^3 + 1$  punct central), 1 bloc (o singură serie de experimente)

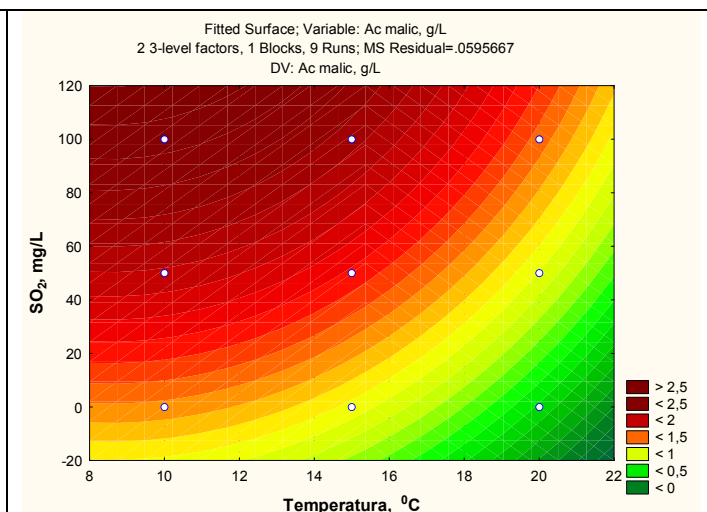
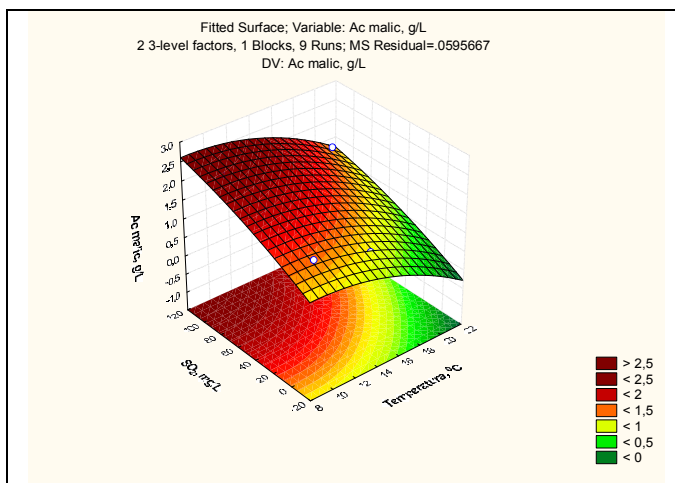
Numărul de variante experimentale a fost 9, conform datelor prezentate în tabelului 7.13.

Valorile  $R^2 = 0,93233$ ,  $R^2$  ajustat = 0,86465, MS Rezidual = 0,0595667 dovedesc că modelul ales aproximează foarte bine datele experimentale cu datele predicționate de model. Modelul corespunde unei ecuații patratice.

În urma rulării programului statistic ecuația modelului pătratic rezultat este:

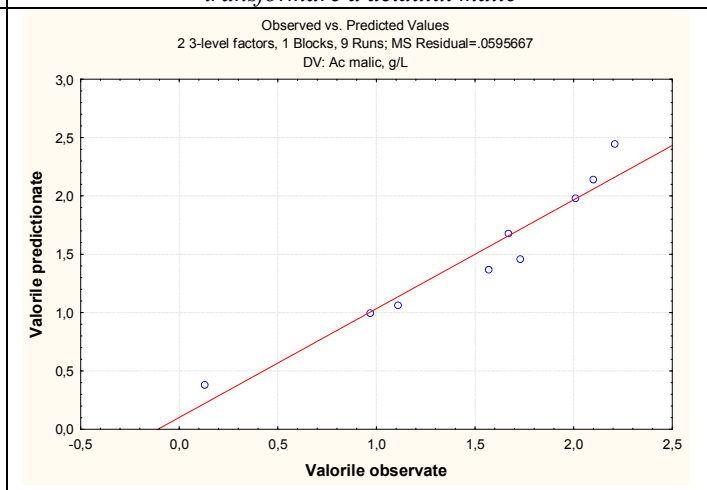
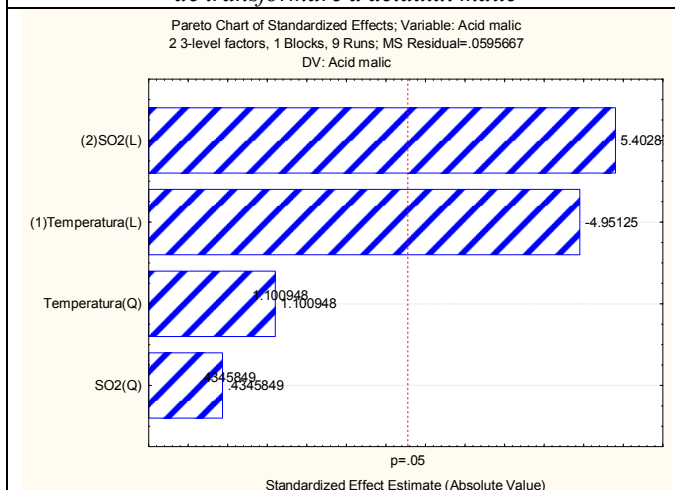
$$Y = 1,50 - 0,49 \cdot X_1 + 0,54 \cdot X_2 + 0,095 \cdot X_1^2 + 0,037 \cdot X_2^2 + 0,24 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,02X_1 \cdot X_2^2 - 0,033X_1^2 \cdot X_2 - 0,004X_1^2 \cdot X_2^2$$

Graficul tridimensional al suprafeței de răspuns obținute este o reprezentare grafică pentru studiul interacțiunii dintre cei doi factori selectați pentru determinarea valorilor optime în vederea stabilirii randamentului maxim de transformare a acidului malic.



**Figura 7.21.** Suprafața de răspuns ce descrie efectul corelativ al temperaturii și concentrației de SO<sub>2</sub> asupra randamentului de transformare a acidului malic

**Figura 7.22.** Diagrama de contur privind efectul corelat al temperaturii și a concentrației de SO<sub>2</sub> asupra randamentului de transformare a acidului malic



**Figura 7.23.** Diagrama pareto pentru determinarea factorilor semnificativi care influențează procesul de fermentație malolactică

**Figura 7.24.** Corelația dintre valorile estimate și cele obținute experimental ale randamentului de transformare a acidului malic în funcție de temperatură și doza de SO<sub>2</sub>

Astfel, randamentul de transformare a acidului malic în cursul fermentației malolactice atinge un minim la temperaturi mai mici de 8°C și la o concentrație de SO<sub>2</sub> de peste 120 mg/L. Optimumul modelului este reprezentat de de punctul central al reprezentării contur, corespunzător unei temperaturi de 15°C și unei concentrații de SO<sub>2</sub> de 50 mg/L.

Randamentul de transformare a acidului malic în cursul fermentației malolactice atinge un maxim la temperaturi mai mari de 22 °C și în absența tratamentului vinului cu SO<sub>2</sub>.

Ecuția de regresie a indicat un coeficient de regresie  $R^2 = 0,93233$  (o valoare  $R^2 > 0,75$  indică o bună adecvare a modelului) specific pentru transformarea acidului malic în timpul fermentației malolactice și astfel modelul corespunde cu o probabilitate mai mare de 99,34% condițiilor reale.

Valorile lui  $p < 0,05$  pentru cei doi factori analizați indică termenii semnificativi ai modelului. Valoarea lui  $p$  este de 0,018106 și 0,014360 mai mici decât valoarea impusă de 0,05 indică atât temperatura cât și conținutul în SO<sub>2</sub> drept factori determinanți ce influențează fermentația malolactică a vinurilor roșii (tabelul 7.14).

**Tabelul 7.14.** Parametri statistici obținuți prin analiza ANOVA

| Factorii    | SS       | df | MS       | F        | p        |
|-------------|----------|----|----------|----------|----------|
| (1)Temp L+Q | 1.532467 | 2  | 0.766233 | 12.86346 | 0.018106 |
| (2)SO2 L+Q  | 1.750067 | 2  | 0.875033 | 14.68998 | 0.014360 |
| Error       | 0.238267 | 4  | 0.059567 |          |          |
| Total SS    | 3.520800 | 8  |          |          |          |

#### Rezumatul tezei de doctorat

Valoarea lui F este cea mai mare în cazul modelului polinomial ceea ce confirmă că acest model este semnificativ. Există doar 1 din 0,035 șanse ca valoarea F a modelului să aibă valoare mare datorită perturbațiilor.

Graficul Pareto confirmă această afirmație. Pentru modelul pătratic atât temperatura cât și conținutul în SO<sub>2</sub> prezintă influență asupra procesului de fermentație malolactică.

Comparând valorile obținute experimental și valorile predicționate de modelul de regresie, se observă faptul că acesta poate fi utilizat pentru a predicționa corect evoluția răspunsului Y (concentrația în acid malic) corespunzătoare valorilor particulare ale variabilelor independente.

Disponerea valorilor de corelație a datelor experimentale cu datele predicționate de model în apropierea dreptei de regresie relevă faptul ca modelul ales este adecvat pentru a descrie evoluția fermentației malolactice corelat cu temperatură și gradul de sulfitare.

#### 7.4. Concluzii parțiale

- Principalii factori care influențează declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice la vinurile roșii de calitate din podgoria “Dealul Bujorului” sunt: concentrația de dioxid de sulf utilizată, temperatura de păstrare în timpul FML, valoarea pH-ului, durata de macerare pe boștină, utilizarea culturilor starter de bacterii lactice comerciale.
- Cinetica fermentației malolactice este puternic influențată de gradul de sulfitare al mustuielii. Administrat în concentrație de 80 – 100 mg SO<sub>2</sub>/L, împiedică declanșarea spontană a FML, atât la mustul obținut din soiul Cabernet Sauvignon, cât și la mustul obținut din soiul Feteasca neagră.
- Influența concentrației de dioxid de sulf asupra desfășurării fermentației malolactice este strâns corelată cu valoarea pH-ului. La concentrație constantă de SO<sub>2</sub>, durata totală a fermentației malolactice spontane este cu 5 – 9 zile mai mare când pH – ul variază în intervalul 3,35 – 3,38, comparativ cu la variantele la care pH –ul variază în intervalul 3,67 – 3,68.
- Utilizarea culturilor starter de bacterii lactice comerciale, în cazul folosirii unor concentrații moderate de SO<sub>2</sub>, conduce la scurtarea duratei fermentației malolactice cu 3 – 6 zile la vinul obținut din soiul Cabernet Sauvignon și cu 1 – 3 zile la vinul obținut din Feteasca neagră.
- Durata perioadei de latență a FML se corelează cu concentrația de dioxid de sulf utilizată și valoarea pH-ului. Creșterea concentrației de SO<sub>2</sub> de la 30 la 50 mg/L întârzie pentru 2 zile declanșarea spontană a fermentației malolactice, atât la Cabernet Sauvignon, cât și la Feteasca neagră.
- Creșterea duratei de macerare reduce faza de latență oenologică. Prelungirea duratei de macerare de la 7 la 15 zile conduce la reducerea duratei fazei de latență a fermentației malolactice spontane cu 6 zile la soiul Cabernet Sauvignon și cu 3 zile, la soiul Feteasca neagră. Aceeași creștere a duratei de macerare, scurtează timpul necesar declanșării fermentației malolactice dirijate cu doar 4 zile și respectiv 2 zile.
- Menținerea vinului pe boștină timp de 15 zile, reduce cu 4 – 6 zile durata totală a fermentației malolactice la vinurile roșii de calitate din podgoria “Dealul Bujorului”.
- Creșterea acidității volatile la valori mai mari de 0,50 g acid acetic /L, nu recomandă prelungirea duratei de macerare a mustului pe boștină la mai mult de 15 zile.
- Temperatura minimă necesară pentru declanșarea fermentației malolactice la vinurile din struguri de Cabernet Sauvignon și Feteasca neagră, din podgoria “Dealul Bujorului”, neinoculate cu bacterii lactice starter este de 18°C.
- În vinurile inoculate cu bacterii lactice starter fermentația malolactică are loc optim la temperatura de 16°C, însă perioada de latență și durata totală a acestui proces se prelungesc cu 15 – 18 zile și respectiv 33 – 36 zile.
- Creșterea temperaturii de păstrare a vinului la temperatura de 30°C limitează multiplicarea și activitatea bacteriilor lactice. Comparativ cu temperatura de 25°C perioada de latență și durata totală a FML cresc cu 3 zile, atât la vinurile obținute din soiul Cabernet Sauvignon, cât și la vinurile obținute din soiul Feteasca neagră.
- Deși, fermentația malolactică are loc cel mai rapid la temperatura de 25°C, caracteristicile fizico-chimice ale vinurilor obținute evidențiază necesitatea desfășurării procesului la temperaturi de 18 – 20°C, temperatură la care este transformat preferențial acidul malic și mai puțin glucidele, acidul citric sau glicerolul.
- Fermentația malolactică este puternic influențată de pH-ul vinului. Vinurile roșii din podgoria “Dealul Bujorului” nu realizează în mod natural fermentația malolactică atunci când au valori ale pH-ului cuprinse între 2,8 și 3,2.
- În cazul vinurilor inoculate cu bacterii lactice starter comerciale, fermentația malolactică se declanșează după 18 zile, la pH = 3,0, după 15 zile, la pH = 3,2, după 12 zile, la pH = 3,4 și după 9 zile, la pH = 3,6, atât pentru soiul Cabernet sauvignon, cât și pentru soiul Feteasca neagră.
- La aceleași valori ale pH-ului, fermentația malolactică se declanșează cu 3 zile în avans în cazul utilizării bacteriilor lactice starter comerciale, comparativ cu probele fără culturi starter.
- S-a elaborat și verificat un model matematic polinomial care descrie corelația dintre randamentul de transformare a acidului malic și efectul unor variabile independente, temperatura de păstrare și concentrația de SO<sub>2</sub> folosită la sulfitare
- Relevanța modelului este certificată de gradul ridicat de suprapunere ale valorilor predicționate și cele obținute experimental și coeficienții de corelație demonstrați prin analiza statistică.

## 8. Concluzii generale

1. Calitatea și caracteristicile vinurilor cu denumire de origine controlată din podgoria "Dealul Bujorului" se datorează în mod esențial condițiilor de cultivare ale viței de vie, mediului geografic cu factorii săi naturali și umani.
2. Condițiile ecoclimatice din podgoria "Dealul Bujorului", caracterizate prin resurse heliotermice bogate, sunt deosebit de favorabile culturii soiurilor de viță de vie producătoare de vinuri roșii. La aceasta contribuie, deasemenea, solurile de tipul cernoziomurilor levigate (sărace în humus și azot), precum și orografia terenului, fragmentat în culmi și poduri prelungi, separate de văi paralele, cu direcția N – S.
3. În podgoria "Dealul Bujorului" pot fi folosite pentru obținerea vinurilor roșii cu denumire de origine controlată următoarele soiuri de viță de vie: Cabernet Sauvignon, Merlot, Fetească neagră, Burgund mare și Băbească neagră.
4. În tehnologia de obținere a vinurilor roșii cu denumire de origine controlată "Dealul Bujorului", o importanță deosebită prezintă momentul recoltării strugurilor, modul de conducere al procesului de macerare – fermentare al mustului pe boștină, precum și realizarea fermentației malolactice, operațiune obligatorie în cazul acestor vinuri.
5. Pentru obținerea unor vinuri roșii de calitate superioară, care să se distingă prin autenticitatea, naturalețea și specificitatea lor, este necesar ca recoltarea strugurilor să fie realizată la maturitatea fenolică. În podgoria "Dealul Bujorului" soiurile pentru vinuri roșii cu denumire de origine controlată ajung, în general, la maturitatea fenolică la cca. 2 – 4 zile după maturitatea deplină, atunci când maximum conținutului de antociani din pielea boabelor se diminuează cu 28 – 88 mg/Kg.
6. În timpul procesului de macerare – fermentare a mustului pe boștină, extracția compușilor fenolici din pielea boabelor se poate îmbunătăți prin executarea operațiunii de delestaj.
7. Utilizarea delestajului, ca mijloc de intensificare a extracției polifenolice, contribuie la creșterea intensității colorante a vinurilor cu 31,2 % comparativ cu vinificarea în cisterne rotative metalice și cu 19,8 % comparativ cu metoda de remontare clasică a mustului în cisterne verticale metalice. În același timp, delestajul permite o creștere a conținutului în polifenoli totali cu 22,6 % comparativ cu macerarea clasică în căzi și cu 3,2 % comparativ cu metoda de macerare în cisterne rotative metalice.
8. Pentru eficiență, operația de delestare trebuie efectuată în prima parte a procesului de macerare – fermentare a mustului pe boștină.
9. Principalii factori care influențează declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine controlată din podgoria "Dealul Bujorului" sunt: gradul de sulfitare al mustuielii, temperatura de păstrare a vinului după terminarea fermentației alcoolice, valoarea pH-ului și utilizarea culturilor starter comerciale de bacteriilor lactice.
10. Condițiile optime pentru declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine controlată din podgoria "Dealul Bujorului" sunt următoarele: concentrația de dioxid de sulf folosită la tratarea mustuielii – 30-50 mg/L, durata de macerare a vinului pe boștină – 15 zile, temperatura de păstrare a vinului după tragerea de pe boștină – 20°C, valoarea pH-ului vinului – 3,6, utilizarea bacteriilor lactice starter Biolact Acclimatée BM în concentrație de 10 mg/L.

## 9. Contribuții originale și perspective de continuare a cercetărilor

Cercetările privind optimizarea tehnologiei de producere a vinurilor roșii cu denumire de origine controlată din podgoria "Dealul Bujorului" au fost efectuate în cadrul SCDVV Bujoru, în perioada 2007 – 2010 și reprezintă rezultatul unor studii conduse la nivel de laborator, pilot și industrial.

Studiile efectuate au fost realizate în vederea stabilirii momentului optim de recoltare a strugurilor destinați producerii vinurilor roșii cu denumire de origine controlată și optimizării principalelor etape din tehnologia de obținere a acestora în vederea garantării obținerii unor vinuri roșii DOC de calitate superioară.

Pentru prima oară pentru podgoria "Dealul Bujorului", a fost studiat și stabilit momentul maturității fenolice la următoarele soiuri cu drept de producere a vinurilor cu denumirea de origine controlată "Dealul Bujorului": Cabernet Sauvignon, Merlot, Fetească neagră, Burgund mare și Băbească neagră.

Prin vinificarea strugurilor în diferite momente ale maturității lor s-a stabilit că în podgoria "Dealul Bujorului" aceste soiuri ajung la maturitatea fenolică la supramaturare, atunci când conținutul maxim de antociani din pielea boabelor se micșorează cu 28 – 88 mg/Kg.

Cercetările privind optimizarea principalelor etape din tehnologia de producere a vinurilor roșii cu denumire de origine controlată din nord – estul județului Galați au vizat îmbunătățirea procesului de macerare – fermentare a mustului pe boștină precum și, declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice la aceste vinuri, în vederea obținerii unor vinuri de calitate superioară competitive pe piață.

Originalitatea studiilor realizate constă în aplicarea unei noi metode de extracție a compușilor polifenolici din struguri: delestajul. Comparativ cu celelalte tehnici de punere în contact a mustului cu boștina, această metodă permite obținerea unor vinuri intens colorate și mai echilibrate din punct de vedere al compoziției fenolice.

Cercetările efectuate au condus, pentru prima dată pentru podgoria "Dealul Bujorului", la stabilirea parametrilor tehnologici, care asigură declanșarea și desfășurarea fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine controlată. Elementul de noutate constă în utilizarea culturilor starter de bacterii lactice comerciale în încercarea de a controla desfășurarea acestui proces, esențial pentru acest tip de vinuri corelat cu calitatea acestora.



### Rezumatul tezei de doctorat

Pe baza rezultatelor obținute au fost stabilite condițiile optime de procesare pentru conducerea fermentației malolactice la vinurile roșii cu denumire de origine controlată din podgoria "Dealul Bujorului" și anume pH-ul vinului 3,6, conținutul total de anhidridă sulfuroasă 30 – 50 mg/L, temperatura vinului de 20°C, durata de macerare pe boștină 15 zile.

Studiile realizate au identificat condițiilor optime de procesare a vinurilor roșii cu denumire de origine controlată "Dealul Bujorului": recoltarea strugurilor, macerarea – fermentarea mustului pe boștină și fermentația malolactică.

Departa de a fi rezolvat toate problemele legate de producerea vinurilor roșii cu denumire de origine controlată, rezultatele obținute pot constitui un punct de plecare pentru cercetări ulterioare care să aducă noi soluții pentru de condiționarea, stabilizarea și îmbutelierea acestor vinuri.

## 10. Diseminarea rezultatelor cercetărilor

### Articole/studii publicate în reviste indexate în baze de date

1. **Bîrliga N.**, Ciubucă A., 2011 – *L'influence du sulfitage sur la fermentation malolactique des vins rouges de qualité du vignoble "Dealul Bujorului"*. U.S.A.M.V. "Ion Ionescu de la Brad", Lucrări științifice – Seria Horticultură, vol. 54, *in press*, ISSN 1454 – 7376, CNCSIS B<sup>+</sup>, Iași.
2. **Bîrliga N.**, Ciubucă A., 2011 – *Étude de la maturité phénolique des principaux cépages de cuve rouge du vignoble "Dealul Bujorului"*. U.S.A.M.V. "Ion Ionescu de la Brad", Lucrări științifice – Seria Horticultură, vol. 54, *in press*, ISSN 1454 – 7376, CNCSIS B<sup>+</sup>, Iași;
3. Tabaranu G., Simion Cristina, **Bîrliga N.**, Podosu-Cristescu Aurelia, 2010 – *Rezultate privind testarea biopreparatului (bsp – bsu) în vederea prevenirii cancerului bacterian al viței de vie (Agrobacterium tumefaciens) în podgoria Dealu Bujorului*. U.S.A.M.V. "Ion Ionescu de la Brad", Lucrări științifice – Seria Horticultură, vol. 53, ISSN 1454 – 7376, CNCSIS B<sup>+</sup>, Iași;
4. Tabaranu G., Simion Cristina, **Bîrliga N.**, Enache Viorica, 2009 – *Preliminary results concerning the control of wines pests and diseases under the condition agroclimatic of Dealu Bujorului vineyard*. U.S.A.M.V. "Ion Ionescu de la Brad", Lucrări științifice – Seria Horticultură, vol. 52, ISSN 1454 – 7376, CNCSIS B<sup>+</sup>, Iași;
5. Postolache Elena, Ciubucă A., Indreica E., **Bîrliga N.**, 2008 – *Elemente tehnologice de elaborare a vinului roșu aromat în podgoria Dealu Bujorului*. U.S.A.M.V. "Ion Ionescu de la Brad", Lucrări științifice – Seria Horticultură, vol. 51, ISSN 1454 – 7376, CNCSIS B<sup>+</sup>, Iași;
6. Ciubucă A., Postolache Elena, **Bîrliga N.**, Indreica E., Dobrescu Octavia, 2007 – *Influența utilizării sistemului de limpezire a mustului prin flotație asupra calității vinului*. U.S.A.M.V. "Ion Ionescu de la Brad", Lucrări științifice – Seria Horticultură, vol. 1 (50), Iași;
7. Ciubucă A., **Bîrliga N.**, Postolache Elena, Simion Cristina, Indreica E., Tabaranu G., 2006 – *Influența cipsurilor de stejar în procesul de maturare a vinurilor roșii obținute din soiul Merlot în podgoria "Dealul Bujorului"*. U.S.A.M.V. "Ion Ionescu de la Brad", Lucrări științifice – Seria Horticultură, vol. 1 (49), ISSN 1454 – 7376, Iași;

### Participari la manifestări științifice internaționale

8. Ciubucă A., Postolache Elena, **Bîrliga N.**, Simion Cristina, 2008 – *Système de traçabilité dans le secteur vitivinicole dans le but d'améliorer les garanties d'origine des vignobles Dealu Bujorului en Roumanie*. 31<sup>ème</sup> Congrès O.I.V., Verone;
9. Ciubucă A., **Bîrliga N.**, Postolache Elena, Indreica E., Kontek A., Kontek Adriana, 2007 – *Sistem modern de limpezire a mustului prin flotație*. Simpozionul științific internațional "Realizări și perspective în horticultură, viticultură, vinificație și silvicultură", Universitatea Agrară de Stat din Moldova, ISBN 978-9975-946-37-7, Chișinău;

### Alte publicații

10. Tabaranu G., Simion Cristina, **Bîrliga N.**, Ionașcu Patricia-Roxana, 2009 – *Tehnologie de combatere integrată a bolilor și dăunătorilor viței de vie în plantațiile viticole din S-E Moldovei*. Oferta cercetării științifice pentru transfer tehnologic în agricultură, industria alimentară și silvicultură, vol. XI, Editura Tehnică, ISBN 978-973-31-2306-4, București;
11. Ciubucă A., Postolache Elena, **Bîrliga N.**, 2009 – *Implementarea sistemului de trasabilitate în sectorul de producție viti – vinicol*. Oferta cercetării științifice pentru transfer tehnologic în agricultură, industria alimentară și silvicultură, vol. XI, Editura Tehnică, ISBN 978-973-31-2306-4, București;
12. Ciubucă A., Postolache Elena, **Bîrliga N.**, 2006 – *Intervenții tehnologice în elaborarea vinurilor roșii de calitate*. Analele I.C.D.V.V. Valea Călugărească, vol. XVIII, Editura Ceres, ISSN 0257-8298;

### Bibliografie selectiva

1. Amrani J. K., 1993 – *Localisation des anthocyanes et des tannins dans le raisin. Étude de leur extractibilité*, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux II;
2. Amrani J. K., Glories Y., Mercier M., 1996 – *Localisation des tanins dans la pellicule de baie des raisins*, Rev. Vitis, n° 3, pp. 133-138;
3. Blouin J., Peynaud É., 2005 – *Connaissance et travail du vin, 4<sup>e</sup> édition*, Editions LaVigne, Dunod, Paris;
4. Bony M., Bidart F., Camarasa C., Ansanay V., Dulau L., Barse P., Deguin S., 1997 – *Metabolic analysis of S. cerevisiae strains engineered for malolactic fermentation*, FEBS Letters, Nr. 410, pp. 452 – 456;

Rezumatul tezei de doctorat

5. Borsa D., Corino L., Borio M., Monticelli L., Di Stefano R., 2003 – *The uvalino a variety responsible for the synthesis of high amounts of resveratrol*, 7-eme Simp. Internat. d'Œnologie, Bordeaux;
6. Brouillard R., George F., Fougerousse A., 2008 – *Polyphenols produced during red wine ageing*, BioFactors, Vol. 6, Issue 4, pp. 403 – 410;
7. Bruneton J., 2009 – *Pharmacognosie – Phytochimie, plantes médicinales, 4<sup>e</sup> éd., revue et augmentée*, TEC&DOC – Édition médicale internationales, Paris;
8. Bunte A., 2009 – *Non – Saccharomyces wine yeast*, CHR Hansen, Improving food & health;
9. Bunte A., 2009 – *Altération microbiennes et déviations organoléptiques associées: origine et prévention*, Rencontres œnologiques, XXVI<sup>ème</sup> Journée de l'Association des œnologues de Montpellier;
10. Celotti T., Dell'Oste S., 2007 – *Une nouvelle méthode pour l'évaluation des polyphénols des raisins rouges*, Revue des Œnologues, N<sup>o</sup> 125, pp. 23 – 27;
11. Cotea D.V., Zănoagă V.C., Cotea V.V., 2009 – *Tratat de oenochimie, Vol. I*, Editura Academiei Române, București;
12. Cotea V.V., Cotea D.V., 2006 – *Tehnologii de producere a vinurilor*, Editura Academiei Române, București;
13. Davaux F., 2004 – *Evaluation du délestage au cours de la vinification en rouge. Application au cépage Fer Servadou*, Station Régionale ITV Midi – Pyrénées, Rapport d'Activité 2003 – 2004;
14. De Lumley M., Trioné D., 2005 – *La macération dans la vinification en rouge. Le rôle des enzymes*, Vinitech, Qingdao, Chine;
15. Decendit A., Vitrac X., Richard T., Larronde F., Deffieux G., Mérillon J.M., 2003 – *Extraction et purification de polyphénols originaux de la vigne et du vin*, Bull. Soc. Pharm., N<sup>o</sup>142, pp. 120 -121, Bordeaux;
16. Ducasse M-A., 2009 – *Impact des enzymes de macération sur la composition en polysaccharides et en polyphénols des vins rouges – Étude de l'évolution de ces composés en solution modèle vin*, Thèse de doctorat Université Montpellier II;
17. Dupraz Ph., Aleid-Germanier L., De Montmollins S., Guyot Ch., Sieffermann J.M., 2008 – *Suivi de la maturation des raisins de cépages rouges: 2. Synthèse des resultants sur Pinot noir*, Revue Suisse Vitic., Arboric., Hortic., Vol. 40 (4), pp. 247 – 253;
18. Enache V., 2007 – *Cercetări privind tendința evoluției unor factori climatici în zona de sud a Moldovei cu referire la plantațiile viticole*, Lucrări științifice, Universitatea de științe agricole și medicină veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Seria Horticultură, Vol. 47, Iași;
19. Geacu S., 2002 – *Colinele Covurluiului. Potențial ecologic. Comunități biologice. Modificarea antropică a peisajului geografic*, Editura Univers Enciclopedic, București;
20. Girard G., 2003 - *Bases scientifiques et technologiques de l'œnologie*, Editions TEC&DOC, Paris;
21. Girardon Ph., 2002 – *Utilisation des gaz en œnologie – maîtrise des teneurs en gaz carbonique – conservation sous gaz neutre*, Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin – L'élevage des vins, N<sup>o</sup> Hors Série, pp. 33 – 38;
22. Kontek A., Kontek A., Baniță M., 2004 – *Soluții pentru obținerea vinurilor roșii de calitate*, Anale Institutul de cercetare – dezvoltare pentru viticultură și vinificație Valea Călugărească, Vol. XVII, pp. 345 – 352, București;
23. Lemaire T., 2002 – *Utilisation de l'oxygène au cours de l'élevage des vins rouges*, Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin – L'élevage des vins, N<sup>o</sup> Hors Série, pp. 47 – 52;
24. Lonvaud-Funel A., Masneuf-Pomarède I., 2004 – *Guide pratique. Les fermentations: levures, bactéries*, Vigne&Vin Publications Internationales, Bordeaux;
25. De Montmollin S., Dupraz Ph., Guyot Ch., Siefferman J.M., 2007 – *Suivi de la maturation des raisins de cépages rouges. I. Synthèse des resultants sur Gamaret*, Revue Suisse de Vitic. Arboric. Hortic. Vol. 39 (4), pp. 269 – 277;
26. Mujdaba F., Petre O., Lascău D., Lungu C., 1980 – *Influența metodelor de vinificare asupra caracteristicilor vinurilor roșii de Murfatlar*, Anale Institutul de cercetare – dezvoltare pentru viticultură și vinificație Valea Călugărească, Vol. IX, pp. 265 – 276, Redacția de propagandă tehnică agricolă, București;
27. Renouf V., Murat M – L., 2008 – *L'utilisation de levains malolactiques pour une meilleure maîtrise du risque Brettanomyces*, Revue Œnol., N<sup>o</sup> 126, pp. 11 – 15;
28. Samouelian F., Gaudin V., Bocarra M., 2009 – *Génétique moléculaire des plants*, Edition Quae, Versailles Cedex;