

# BAZELE TEORETICE ȘI ANALITICE DE FABRICARE ȘI PĂSTRARE A MUSTULUI DE STRUGURI SULFITAT-ACIDIFIAT

*Dr. Ion PRIDA*  
*Antonina IALOVAIA*  
*Alla KRAJEVSKAIA*  
*ÎTȘ „OenoConsulting” SRL*  
*Dr. hab. Rodica STURZA*  
*Universitatea Tehnică din Moldova*  
*Acad. Boris GAINA*  
*Academia de Științe a Moldovei*

THE THEORETICAL AND ANALYTICAL PRINCIPLE OF INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PRODUCTION AND STORAGE OF GRAPE JUICE ACIDIFIED AND SULFURED

**Summary.** The paper reviews the theoretical and analytical principle of innovative technology of production and storage of grape juice acidified and sulfured. Technology enables long-term storage of grape juice, sulfured to sulphur dioxide concentrations up to 200-300 mg/dm<sup>3</sup> and acidified to pH values below 2.8, under normal circumstances, the wine-making enterprises. The use of such grape juice in the production of wines with a residual sugar helps reduce their costs and improve their quality.

**Keywords:** storage of grape juice, sulfiting, acidification, active acidity, sulphur dioxide molecular.

**Rezumat.** Sunt expuse bazele teoretice și analitice ale tehnologiei inovaționale de fabricare și păstrare a mustului de struguri sulfitat-acidifiat. Tehnologia permite păstrarea îndelungată a musturilor, sulfitate până la concentrația de dioxid de sulf de 200-300 mg/dm<sup>3</sup> și acidificate sub mărirea pH-ului de 2,8, în condițiile obișnuite ale întreprinderilor vinicole. Folosirea acestor musturi la fabricarea vinurilor cu zahăr restant permite diminuarea prețului de cost și ameliorarea calității lor.

**Cuvinte-cheie:** păstrarea mustului de struguri, sulfitare, acidifiere, aciditate activă, dioxid de sulf molecular.

## Introducere

Mustul de struguri sulfitat este un semifabricat folosit pe larg în vinificație, în calitate de component de cupaj cu zahăr natural, atât direct, cât și după desulfurare și/ori concentrare.

Conform documentelor normative în vigoare, mustul de struguri sulfitat reprezintă un lichid limpede sau opalescent, având culoarea și aroma corespunzătoare soiurilor de struguri din care este fabricat, cu o concentrație minimă a zahărului de 146 g/dm<sup>3</sup>, a acizilor titrabili de 5-11 g/dm<sup>3</sup> și concentrația dioxidului de sulf total în limitele 800-1600 mg/dm<sup>3</sup> [1].

Fabricarea, păstrarea și utilizarea acestui must sulfitat, stabilitatea microbiologică a căruia este asigurată de concentrația sporită a dioxidului de sulf, alături de elemente pozitive, primordial fiind păstrarea nativității lui, are și câteva inconveniente majore legate de concentrațiile sporite ale dioxidului de sulf – agresivitatea și toxicitatea. Dacă primul inconvenient este rezolvat prin folosirea vaselor și aparatajului speciale, cel de-al doilea – prin limitele restrânse de utilizare ori prin desulfurarea preliminară înainte de utilizare.

La ora actuală, sunt elaborate bazele teoretice care permit optimizarea procesului de fabricare, păstrare și utilizare a mustului de struguri sulfitat cu diminuarea concentrațiilor sporite în dioxid de sulf și a cerințelor severe către aparatajul și vasele folosite, care sunt cunoscute datorită lucrărilor clasice, efectuate la mijlocul secolului trecut, asupra formelor acidului sulfuros și activității acestora în must și vin, generalizate inclusiv în manuale [2, 3].

Dioxidul de sulf, introdus în produsele vinicole, poate fi prezent în patru forme libere (gaz solubilizat, acid sulfuros nedisociat, ionul de bisulfid și ionul de sulfid), precum și în mai multe forme combinate stabile (primordial cu aldehidele) și instabile – cu zaharurile, cu acizii, cu substanțele fenolice etc. [4].

În vinuri, cantitatea primordială a dioxidului de sulf este combinată cu aldehida acetică sub formă de acid aldehidosulfuros, component (în mediul acid) destul de stabil, a cărui constantă de disociație depinde slab atât de aciditatea activă, cât și de temperatură (în limitele reale). Se știe că 1 mg de aldehide poate combina aproximativ 1,5 mg de dioxid de sulf. Astfel, partea formelor libere ale dioxidului de sulf în vinurile moderat sulfitate constituie de la 5-10% (în vinurile oxidative) până la 25-35% (în cele reductive).

În musturile de struguri sulfitate, partea principală a dioxidului de sulf combinată prezintă compuși instabili ai zaharurilor, substanțelor fenolice și acizilor organici, stabilitatea cărora este dependentă atât de aciditatea activă, cât și de temperatură. La concentrația de dioxid de sulf liber 100 mg/dm<sup>3</sup>, 1 g de glucoză poate combina, în funcție de pH-ul mediului, de la 0,2 până la 0,8 mg de dioxid de sulf, iar fructoza (și zaharoza) practic nu formează asemenea compuși.

În pofida faptului că și alți componenți ai mustului sulfitat posedă proprietăți de combinare cu dioxidul de sulf considerabile (arabinoza, substanțele fenolice, pectinele acide etc.), influența lor este limitată (mai ales la mustul limpede alb, obținut din struguri sănătoși), ca rezultat al concentrațiilor lor reduse.

Este cunoscut faptul că în mediul acid al produselor vinicole practic lipsește acidul sulfuros nedisociat, iar concentrația sulfid-ionului este foarte mică. Efectele tehnologice ale dioxidului de sulf în vinificație sunt asigurate primordial de două forme libere ale acestuia – ionul de bisulfid ( $\text{HSO}_3^-$ ), care este responsabil de proprietățile antioxidante, și gazul solubilizat ( $\text{SO}_2$  molecular), care determină proprietățile antiseptice. Ultimul este mai nociv pentru microorganisme decât ionul de bisulfid: de mai mult de 1000 de ori contra *Escheria coli*; de aproximativ 500 de ori contra drojdiilor oenologice și de peste 100 de ori – contra *Aspergillus niger* [5].

Dacă concentrațiile formelor legate ale dioxidului de sulf sunt mai mult sau mai puțin stabile, în formele libere ale acestuia există un echilibru dinamic între concentrația dioxidului de sulf solubilizat ( $\text{SO}_2$  molecular) și concentrația ionului de bisulfid (forma preponderentă) în funcție de temperatură, concentrația alcoolului și aciditatea activă a mediului.

În Tabelul 1 sunt prezentate concentrațiile de echilibru ale dioxidului de sulf solubilizat ( $\text{SO}_2$  molecular) în funcție de activitatea activă (pH-ul) și temperatura mustului, în % din concentrația formelor libere din el. Datele evidențiate sunt din culegerea *Metodele de analiză ale OIV* (6b), iar restul datelor sunt calculate după programa, plasată pe un site oenologic specializat [7].

După cum putem observa, ponderea dioxidului de sulf activ (molecular), în limitele normale ale temperaturilor, poate fi cu o diferență de 3-4 ori în

musturile de struguri reale cu aciditatea activă diferită (pH 3,0-3,6). Această cotă crește considerabil la acidități active mai mari (pH 2,8-2,4), care se află în afara limitelor normal întâlnite în mustul de struguri. Faptul acesta confirmă efectul stabilității microbiologice (și nu numai) mai sigure a musturilor sulfitate cu aciditatea activă accentuată.

Este cunoscută rezistența sporită a drojdiilor (*Sacharomices vini*) și a unor mucegaiuri (*Aspergillus niger*) la acțiunea concentrațiilor mari de anhidridă sulfuroasă și la acidități active ridicate [8], însă acțiunea sinergică a acidității active și dioxidului de sulf poate să creeze condiții nocive practic pentru toate grupele de microorganisme oenologice, ca rezultat al menținerii în mediu a concentrațiilor sporite de dioxid de sulf molecular.

În literatură lipsesc date concrete despre concentrația de dioxid de sulf molecular, care garantează stabilitatea microbiologică absolută. Din informații generale fragmentare este cunoscut că dezvoltarea microorganismelor aerobe în musturi este practic exclusă la concentrațiile 0,54-0,90 mg/dm<sup>3</sup>, iar concentrațiile mai ridicate rețin începerea fermentării [5]. Pentru asigurarea stabilității microbiologice în vinurile cu zahăr restant se recomandă concentrațiile nu mai mici de 1,2 mg/dm<sup>3</sup>, iar pentru preîntâmpinarea fermentării premature în musturi – nu mai puțin de 1,5 mg/dm<sup>3</sup> [3].

Ideea utilizării acidității active sporite pentru diminuarea concentrațiilor de dioxid de sulf la păstrarea sucurilor (musturilor) de fructe și pomușoare este cunoscută. Încă în anul 1960 a fost descrisă o tehnologie originală de păstrare a sucurilor la concentrații moderate de anhidridă sulfuroasă, care prevedea tratarea lor prealabilă cu cationiți în  $\text{H}^+$  formă (citată după 9). Autorii, în lucrarea de bază [9], atrag o atenție deosebită posibilității stabilizării microbi-

Tabelul 1

**Ponderea dioxidului de sulf molecular (activ) în mustul proaspăt (în % din concentrația  $\text{SO}_2$  liber)**

Temperatura, °C	Aciditatea activă, pH							
	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
5	7,19	4,54	2,86	1,81	1,14	0,82	0,45	0,29
10	10,28	6,49	4,09	2,58	1,63	1,03	0,65	0,41
15	14,69	9,27	5,85	3,69	2,33	1,47	0,93	0,58
20	20,99	13,24	7,73	5,02	3,22	2,06	1,31	0,83
25	29,99	18,92	11,47	7,76	5,04	3,24	2,07	1,32
30	42,85	27,04	18,05	12,20	8,06	5,24	3,37	2,16
35	61,24	38,64	22,27	15,31	10,24	6,71	4,34	2,78
40	87,50	55,21	29,23	20,67	14,12	9,40	6,14	3,97

ologice a sucurilor nesulfite atît datorită acidității active sporite, cât și sorbției de către cationiți a substanțelor – potențiala nutriție pentru microorganisme.

Studiile ulterioare și progresul tehnic din ramură au permis implementarea tehnologiilor de deionizare (inclusiv decationizare) la fabricarea și la păstrarea mustului de struguri primordial destinat concentrării, în care este posibilă primirea unor efecte tehnologice suplimentare legate de stabilitatea nu numai microbiologică, ci coloidală și cristalină [10, 11].

Pentru moment, în industria vinicolă sunt implementate cu succes echipamente performante destinate primordial stabilizării tartrice, care pot fi utilizate cu succes și pentru ridicarea considerabilă a acidității active în must și vinuri (electrodializatoarele firmei „Enodia”, coloanele cationice ale firmelor „Della Toffola”, „Agrovin” și altele). Păstrarea mustului sulfitat, tratat în prealabil cu ajutorul acestui aparat, ar permite diminuarea considerabilă a concentrațiilor de dioxid de sulf din el și a cerințelor drastice de păstrare.

În același timp, aparatul menționat este destul de sofisticat și costisitor, necesită cerințe și cheltuieli ridicate de exploatare și chiar, în măsură considerabilă, modifică nativitatea și calitatea mustului tratat.

Cum stabilitatea microbiologică a musturilor de struguri sulfite cu concentrații moderate de anhidridă sulfuroasă poate fi asigurată la aciditatea activă sporită și luând în considerație faptul că adăugarea acizilor admiși constituie unul din cele mai răspândite procedee tehnologice de ridicare a acidității active în vinificație, e logică studierea și folosirea acestui procedeu, chiar și în afara limitelor, care nu se întâlnesc în musturile reale.

Implementarea unor regimuri de fabricare și păstrare a musturilor de struguri sulfite-acidificate (în calitate de semifabricate) nu exclude necesitatea respectării reglementărilor tehnice în ce privește sulfitearea și acidifierea produselor finite, fabricate din ele sau cu utilizarea acestora.

#### **Materiale și metode**

În calitate de obiect de studiu au fost folosite musturile de struguri din strugurii diferitelor soiuri, prelevate în sezonul anilor 2012 și 2013 de la întreprinderile vinicole din zonele centrale și de sud ale Moldovei.

Musturile de struguri au fost sulfite până la diferite concentrații (moderate) de anhidridă sulfuroasă, supuse cleirii cu suspensie de bentonită (0,5 g/dm<sup>3</sup>), răcirii până la temperatura de + 5°C și limpezirii statice în decurs de 4-6 ore.

În musturile limpezite, decantate de precipitat, au fost determinați indicii fizico-chimici de bază,

după care, la încălzirea lor până la temperatura ambiantă, a fost introdusă maie de levuri (must în fermentare) în cantitate de 2%. Puse la păstrat în butelii de sticlă sub tampon de vată.

Testarea musturilor de struguri proaspete și în procesul păstrării lor a fost efectuată după metodele adoptate în ramura vinicolă – concentrația zahărului conform SM 84, aciditatea titrabilă – conform GOST 14252, aciditatea activă – conform metodei descrisă în [6a], concentrația dioxidului de sulf total și liber – conform GOST 14351.

Determinarea ponderii de combinare a dioxidului de sulf (PC SO<sub>2</sub>) a fost efectuată conform metodei-expres, descrisă în literatura de specialitate [5]. Pondere dioxidului de sulf molecular în musturi a fost calculată în funcție de concentrația dioxidului de sulf liber în ele după datele Tabelului 1 [6b, 7]. Începutul fermentării a fost determinat la tulburare și/ori începutul degajării gazului carbonic. Acidifierea musturilor a fost efectuată prin adăugarea în ele a acizilor alimentari. Controlul tehnologic al mustului sulfite-acidificat s-a efectuat prin monitorizarea aspectului, pH-ului și concentrației de dioxid de sulf liber.

#### **Rezultate și discuții**

Rezultatele unor serii de experimente, desfășurate în scopul determinării comportării dioxidului de sulf în musturile reale și acțiunea acestuia asupra fermentabilității lor sunt prezentate în tabelul 2.

Datele prezentate arată că musturile de struguri prelevate se caracterizează printr-un conținut moderat sau sporit al zaharurilor și aciditate, inclusiv activă, diferită, care sunt în corelație inversă între ele.

În mustul proaspăt sulfite în limitele 150-250 mg/dm<sup>3</sup> și limpezit, concentrația de echilibru a dioxidului de sulf liber a fost determinată în limitele 60-100 mg/dm<sup>3</sup> la o pondere de combinare (PC SO<sub>2</sub>) 55-88%. Acest indice nu corelează direct nici cu concentrația de dioxid de sulf total, nici cu conținutul în zahăr ori cu aciditatea, inclusiv activă, a mustului, fapt ce demonstrează complexitatea comportării dioxidului de sulf în musturile de struguri.

Totuși se poate observa că ponderea de combinare a dioxidului de sulf al mustului de struguri cu simptome de fermentare este cu mult mai mare (72-88%) decât a mustului fără aceste simptome (55-69%), precum și majorarea indicelui dat în musturile obținute din strugurii afectați (64-69%).

În funcție de concentrația de dioxid de sulf liberă și activitatea activă din musturi, concentrația dioxidului de sulf activ (molecular) calculată (vezi Tabelul 1) constituie de la 0,34 până la 2,1 mg/dm<sup>3</sup>.

**Influența concentrației de dioxid de sulf asupra începutului fermentării în mustul de struguri real (în condiții provocatoare)**

Mustul de struguri	Concentrația zaharului, g/dm <sup>3</sup>	Aciditatea titrabilă, g/dm <sup>3</sup>	Aciditatea activă, u.c. pH	Concentrația SO <sub>2</sub> , mg/dm <sup>3</sup>			PC SO <sub>2</sub> , %	Începutul fermentării, zile
				Total	Liber	Activ (la 15°C)		
<b>Roada 2012</b>								
Muscat ottonel cu macerare (Cahul)	234	7,0	3,4	250	105	1,54	58	10
*Cabernet Sauvignon pe alb (Cahul)	194	6,5	3,3	180	60	1,14	67	7
Muscat de Hamburg cu macerare (Sărăteni)	188	4,8	3,5	210	85	1,02	60	5
Aligote (Cricova)	185	6,9	3,2	150	68	1,58	55	12
*Rkațiteli (Cricova)	190	7,9	3,1	120	51	2,10	64	15
*Traminer cu macerare (Cahul)	252	4,2	3,7	210	65	0,49	69	2
**Muscat ottonel cu macerare (Cahul)	234	7,0	3,4	210	30	0,44	86	3
**Traminer cu macerare (Cahul)	252	4,2	3,7	185	45	0,34	76	3
**Cabernet Sauvignon pe alb (Cahul)	194	6,5	3,3	210	25	0,47	88	3
<b>Roada 2013</b>								
Feteasca albă (Cricova)	187	8,2	3,3	120	45	0,86	62	4
*Rkațiteli (Cricova)	184	10,3	3,1	130	47	1,41	64	7
Rkațiteli (Cahul)	200	8,4	3,3	210	88	1,67	58	13
Merlot cu tratare termică (Cahul)	192	8,7	3,3	205	76	1,44	63	10
*Pinot gri cu macerare (Iargara)	240	5,2	3,5	195	66	0,79	66	5
Muscat alb cu macerare (Iargara)	225	4,8	3,7	225	92	0,69	59	4
Schiraz cu tratare termică (Cahul)	195	9,1	3,1	155	51	1,54	67	10
**Rkațiteli (Cahul)	200	8,4	3,3	192	45	0,86	76	5
**Pinot gri cu macerare (Iargara)	240	5,2	3,5	183	33	0,40	82	3
**Muscat alb cu macerare (Iargara)	225	4,8	3,7	215	60	0,45	72	2

\*Mustul obținut din struguri cu un grad mare de afectare cu mucegai

\*\* Mustul de struguri sulfitat, cu primele simptome de fermentare

Se poate de observat că aceste concentrații corelează direct cu timpul necesar pentru începutul fermentării active în musturi, după adăugarea în ele a drojdiilor.

În același timp, s-a constatat că în condițiile experimentelor descrise, concentrația dioxidului de sulf liber de până la 2,1 mg/dm<sup>3</sup> nu asigură stabilitatea microbiologică a mustului de struguri sulfitat. Chiar și în musturile cu concentrațiile dioxidului de sulf activ mai mari decât cele menționate în literatură ca suficiente [3], fermentarea alcoolică a început în termen de 10-15 zile de la adăugarea în ele a maiei de drojdie activă.

Este cert faptul că stabilitatea microbiologică a mustului de struguri sulfitat este asigurată de concentrații sporite de dioxid de sulf activ (molecular), care,

la rândul lor, depind de aciditatea activă și concentrația dioxidului de sulf liber. Pornind de la aceasta, în scopul determinării condițiilor ce ar asigura stabilitatea microbiologică la concentrații moderate ale dioxidului de sulf (200 mg/dm<sup>3</sup>), au fost efectuate câteva serii de experimente în musturile proaspete sulfitate, în care aciditatea activă a fost majorată artificial. Sporirea acidității a fost efectuată prin administrarea în ele a acizilor alimentari, după care ele au fost însămânțate cu 2% de maie de levuri active și păstrate la temperatura de 20-25°C în butelii de sticlă sub tampon de vată.

Rezultatele unei serii de experimente, în care acidifierea mustului a fost efectuată prin adăugarea diferitelor cantități de acid tartric și acid citric, sunt prezentate în Tabelul 3.

**Influența acidifierii mustului de struguri sulfitat la fermentabilitatea  
lui după adiționarea maiei de levuri**

Varianta	Adiționat	Aciditatea		Dioxid de sulf, mg/dm <sup>3</sup>			PC SO <sub>2</sub> , %	Începutul fermentării, zile
		Titribilă, g/dm <sup>3</sup>	Activă, pH u.c.	Total	Liber	Activ (la 15°C)		
Must proaspăt sulfitat		8,4	3,32	210	88	1,67	58	13
+ 2 g/dm <sup>3</sup> acid tartric		10,2	3,18	205	92	2,10	55	23
+ 4 g/dm <sup>3</sup> acid tartric		11,9	3,02	208	95	3,38	54	35
+ 6 g/dm <sup>3</sup> acid tartric		13,0	2,89	203	100	4,80	51	48
+ 8 g/dm <sup>3</sup> acid tartric		15,8	2,75	200	103	6,90	49	mai mult de 90
+ 2 g/dm <sup>3</sup> acid citric		10,5	3,22	208	95	2,13	54	20
+ 4 g/dm <sup>3</sup> acid citric		12,7	3,05	203	100	3,35	51	31
+ 5 g/dm <sup>3</sup> acid citric		14,6	2,95	205	98	4,15	52	44
+8 g/dm <sup>3</sup> acid citric		16,9	2,82	205	98	6,2	52	mai mult de 90

Analiza rezultatelor arată, că adiționarea acizilor menționați duce la creșterea proporțională a acidității titrabilă și activă în musturi. Ponderea de combinare a dioxidului de sulf cu acidifierea mustului scade puțin, totodată concentrația (calculată) dioxidului de sulf activ crește proporțional diminuării pH-ului. Începutul fermentării în musturile de struguri sulfitat-acidificate întârzie și depinde de concentrația de dioxid de sulf activ.

De menționat că, în condițiile experimentului descris, cu toate că s-a reușit întârzierea preconizată, la concentrațiile de dioxid de sulf activ ce depășesc 5 mg/dm<sup>3</sup> mai mult de 90 zile nu s-a putut asigura stabilitatea absolută a mustului de struguri sulfitat moderat.

În Tabelul 4 sunt calculate concentrațiile de dioxid de sulf total, care asigură garantat concentrația de dioxid de sulf activ în mustul de struguri cu diferită aciditate activă (pH), mai mare de 5 mg/dm<sup>3</sup>. Drept condiții de calcul, cu rezervă, au fost luate ponderea de combinare (PC SO<sub>2</sub>) 60%, temperatura de păstrare 15°C, precum și concentrația minimă a dioxidului de sulf activ (SO<sub>2</sub> molecular) egală cu 5 mg/dm<sup>3</sup>, care în condițiile provocatoare ale ex-

perimentelor a asigurat întârzierea începutului fermentării mai mult de 90 zile.

Această concentrație a dioxidului de sulf activ în musturile de struguri sulfitate reale poate fi obținută doar la concentrații sporite de dioxid de sulf total, care sunt cuprinse între 540 mg/dm<sup>3</sup> (la pH 3,2) și 1342 mg/dm<sup>3</sup> (la pH 3,6). În mustul de struguri cu aciditatea activă scăzută (pH mai mare de 3,6), pentru a atinge acest indice sunt necesare concentrații exagerate de dioxid de sulf total (peste 2000 mg/dm<sup>3</sup>).

Totodată, aciditatea activă sporită din musturi permite diminuarea concentrațiilor de dioxid de sulf total, necesare pentru atingerea acestui indice, care la pH-ul 2,8 este egală cu 215 mg/dm<sup>3</sup>.

Rezultatele seriei de experimente descrise și expuse în Tabelul 3, precum și datele din Tabelul 4 permit a concluziona că excluderea condițiilor provocatoare de infectare excesivă cu drojdie activă, prin respectarea elementarelor norme sanitaro-igienice la culesul, transportarea și prelucrarea strugurilor, cât și monitorizarea periodică a păstrării, ar permite fabricarea și păstrarea îndelungată a mustului de struguri sulfitat până la concentrații de 200-250 mg/dm<sup>3</sup> și acidifiat până la pH-ul mai mic de 2,8, în condițiile obișnuite ale întreprinderilor vinicole.

Tabelul 4

**Concentrațiile de dioxid de sulf la temperatura de 15°C,  
necesare pentru asigurarea stabilității microbiologice în mustul de struguri proaspăt  
(la pondere de combinare 60%)**

Concentrația de SO <sub>2</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	Aciditatea activă, pH							
	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
- molecular	5	5	5	5	5	5	5	5
- liber	34	54	85	135	215	340	537	862
- total	85	135	215	340	540	850	1342	2155

**Regimurile tehnologice de fabricare și păstrare a mustului de struguri sulfat-acidifiat**

Pentru condiții reale de producere, autorii au elaborat regimuri tehnologice de fabricare, păstrare și utilizare a mustului de struguri sulfat-acidifiat, care nu necesită nici cheltuieli preliminare la procurarea aparatajului sofisticat, nici cheltuieli suplimentare de exploatare. Regimurile tehnologice elaborate prevăd fabricarea, păstrarea și utilizarea mustului de struguri sulfat moderat 200-300 mg/dm<sup>3</sup> și acidifiat prin adăugarea acizilor, până la diminuarea pH-ului sub mărimea critică de 2,8 [12].

Regimurile elaborate prevăd acidifierea mustului, de regulă, prin adăugarea acidului tartric, a acidului citric, sau amestecului acestora (fapt ce nu exclude, în unele cazuri, folosirea altor acizi). Cantitatea de acid, necesară pentru diminuarea pH-ului, depinde de natura acestuia și de proprietățile de tamponare ale musturilor concrete.

În musturile reale, în funcție de puterea-tampon (gradul de neutralizare a acizilor), pentru diminuarea pH-ului la 0,1 unități, este necesar, de regulă, 1,2-1,6 g/dm<sup>3</sup> de acid tartric sau 1,4-1,8 g/dm<sup>3</sup> de acid citric.

*În cea mai simplă variantă* ce poate fi implementată practic la toate întreprinderile viticole din ramură, fabricarea mustului de struguri sulfat-acidifiat prevede obținerea mustului de struguri proaspăt limpezit, determinarea în el a acidității active, puterii tampon și ponderii de combinare a dioxidului de sulf (prin expres-metode), calculul condițiilor de stabilitate garantată (pentru condițiile concrete de producere), sulfatarea și acidifierea mustului până la condițiile de stabilitate garantată și dirijarea lui la păstrare în condiții obișnuite.

În practica oenologică curentă, la ponderea de 55-65% a dioxidului de sulf legat, sulfatarea mustului se recomandă a fi efectuată din considerentele 200-250 mg/dm<sup>3</sup>, acidifierea lui – până la pH 2,8-2,6, indici care asigură stabilitatea microbiologică absolută. Pentru diminuarea pH-ului până la aceste valori este necesară, de regulă, folosirea a 4-6 g/dm<sup>3</sup> de acid tartric sau de amestec al acestuia cu acid citric.

*Mustul de struguri sulfat-acidifiat* este microbiologic stabil și poate fi păstrat timp îndelungat (până la 12 luni și mai mult) în condițiile reale de producere, fapt ce nu exclude respectarea normelor sanitare. Păstrarea lui este recomandată în vase emailate ori din inox pline, în condiții de control și corectare periodică a conținutului de dioxid de sulf.

În cazul păstrării în vase nepline, se iau măsuri pentru protejarea suprafeței mustului de contaminare și de contact direct cu aerul (pernă de gaz inert sau atmosferă de dioxid de sulf). Mustul sulfat-acidifiat are tendința de autostabilizare, ceea ce nu exclude tratarea lui pe parcurs.

Mustul de struguri sulfat-acidifiat alb este fabricat fără macerarea mustuielii. Limpezirea mustului alb, sulfat rezonabil până la 100-150 mg/dm<sup>3</sup>, este efectuată, de regulă, în regim static, după tratarea preliminară a acestuia cu enzime, urmată (după 4-6 ore) de adăugarea bentonitei activate (5 g/dal).

*Fabricarea mustului de struguri extractiv* este efectuată prin macerarea mustuielii sau a boștinei la temperaturi ridicate sau obișnuite. Se recomandă folosirea efectului extracțional sinergic al concentrațiilor sporite de acid sulfuros și acidității active sporite care sunt create în boștină [13], sau mustuală proaspătă [14]. Efectul extracțional menționat este asigurat prin sulfatarea și acidifierea primelor porții de mustuală, dirijate la macerare, în dozele calculate pentru totalitatea acesteia la umplerea vaselor de macerare.

Mustul de struguri extractiv, cu concentrația de anhidridă sulfuroasă totală de 150-200 mg/dm<sup>3</sup> și aciditatea titrabilă mai mare de 10 g/dm<sup>3</sup>, după o macerare de 6-24 ore, este separat de boștină. Limpezirea mustului extractiv este efectuată, de regulă, în regim static, după tratarea preliminară a acestuia cu enzime, urmată (după 4-6 ore) de adăugarea bentonitei activate (5 g/dal).

Musturile de struguri albe sau extractive limpezite sunt separate de burbe prin filtrare grosieră. Frația mustului, obținută la filtrarea (presarea) burbelor poate fi adăugată la totalitatea mustului.

După testările de laborator în vederea determinării acidității active, puterii tampon și ponderii de combinare a dioxidului de sulf, în musturile de struguri limpezite sunt corectate aciditatea activă (pH-ul) și concentrația de dioxid de sulf total. Acești indici sunt aduși până la mărimile care le garantează stabilitatea microbiologică pentru condițiile reale de producere.

Păstrarea musturilor de struguri sulfat-acidifiat este efectuată în vase tehnologice obișnuite, prealabil spălate minuțios (sterilizate), pline sau cu pernă de gaz protectoare, fără termostatare și precauții deosebite.

Controlul tehnologic al mustului la păstrare prevede determinarea periodică a concentrației de anhidridă sulfuroasă liberă și a stării microbiologice a mustului. În caz de necesitate, mustul poate fi sulfat suplimentar și transvazat prin filtrare în alte

vase, prealabil sterilizate. Periodicitatea controlului tehnologic este determinată de condițiile reale de producere și poate fi de la 15 până la 45 de zile.

Musturile de struguri sulfat-acidifiante pot fi folosite atât direct în vinificația primară (de exemplu, pentru adăugare în must sau boștină în fermentare), cât și după păstrare, drept component de cupaj specific (cu zahăr natural, aromatic, extractiv, colorat) – în vinificația secundară (la fabricarea vinurilor naturale cu zahăr restant, la fabricarea vinurilor spumante, la fabricarea altor produse vinicole). Mustul de struguri sulfat-acidifiat poate fi folosit de sine stătător sau în amestec cu alte materiale zaharose (de exemplu – cu mustul concentrat).

Drept destinație de bază a mustului de struguri sulfat-acidifiat este utilizarea lui, în cantitate de 5-20%, pentru fabricarea vinurilor naturale demi-seci și demidulci.

Întrucât cantitățile de must utilizate pot conduce la diminuarea conținutului alcoolului și ridicarea acidității în cupaje, acest fapt nu trebuie neglijat. Folosirea în cupaje a vinurilor materie primă cu conținutul alcoolului mai mare de 12% vol. permite fabricarea vinurilor condiționate după alcool chiar în cazul folosirii mustului în calitate de unică sursă de zahăr natural, iar ridicarea acidității în cupaje, deseori, este nu numai acceptabilă, ci și necesară.

### Concluzii

Examinarea și utilizarea bazelor teoretice ale comportamentului și proprietăților soluțiilor de dioxid de sulf a permis elaborarea regimurilor tehnologice inovatoare de fabricare, păstrare și utilizare a mustului de struguri sulfat-acidifiat.

Regimurile tehnologice elaborate sunt bazate pe folosirea efectului sinergic al acidității active sporite la concentrații moderate ale dioxidului de sulf și permit fabricarea mustului de struguri cu stabilitate microbiologică ridicată în condițiile obișnuite ale întreprinderilor vinicole.

Mustul de struguri sulfat-acidifiat, în calitate de semifabricat sau component de cupaj cu zahăr de origine naturală, poate fi folosit la fabricarea unei game largi de produse, cu condiția respectării normelor legale de sulfatare și acidifiere ale acestora.

Implementarea regimurilor tehnologice elaborate în vinificația autohtonă nu numai că ar diminua considerabil nevoia de must concentrat (de import) și a cheltuielilor legate de procurarea lui, ci ar spori substanțial nativitatea și calitatea vinurilor naturale cu zahăr restant.

### Bibliografie

1. Indicii de calitate și inofensivitate pentru musturile de struguri. Ordinul Agenției „Moldova-vin” 56 din 29.06.2009. Publicat în Monitorul Oficial 110-111. Art. 512.
2. Риборо-Гайон Ж., Пейно Э. и др. Теория и практика виноделия. Том 3. Способы производства вин. Превращения в винах. Перевод с французского, Москва: Изд-во «Пищевая промышленность». 1980, 480 с., с. 56-67.
3. Кишковский З.Н., Скурихин И. М. Химия вина. Учебник для ВУЗ-ов, Москва, Изд-во ВО «Агропромиздат», 1988, 254 с., с. 140-146.
4. Bloin J. Pratique raisonnee du SO<sub>2</sub> en oenologie. Chimie pratique du SO<sub>2</sub>- sulfitage. [http://sn1.chez-alice.fr/vin/article/partie\\_4.htm](http://sn1.chez-alice.fr/vin/article/partie_4.htm)
5. Usseglio-Tomasset L., Chimie oenologique. 2-ed. francaise. Paris. Tec&Doc. 1995 -387 p., pp. 329-343.
6. Recueil international des methodes d'analyse des vins et des mouts – OIV, Paris 1990, p. 368.
  - a) p. 153-154, aciditee active, pH.
  - b) p. 273-278, 367, dioxyde de soufre.
7. Gilis J-F. Calcul du SO<sub>2</sub> actif. [http://www.vignevin-sudouest.com/services-professionnels /formulaires-calcul/so2-actif.php](http://www.vignevin-sudouest.com/services-professionnels/formulaires-calcul/so2-actif.php)
8. Бурьян Н.И., Тюрина Л.В. Микробиология виноделия. Москва: Изд. «Пищевая промышленность», 1979, 271 с., с. 86, 213.
9. Захарина О.С. и др. Новый способ стабилизации соков. Ж-л «Виноделие и Виноградарство СССР», 1987, №5, с. 35-38.
10. Романов А., Зеленцов В. И. Применение электролиза в технологии производства напитков на виноградной основе. В сб. «Электрическая обработка биологических объектов и пищевых продуктов», 2007, № 4, с. 57-65.
11. Escudier J-L. et all. Acidification et stabilization tartrique par methods soustractives. Comparaison des technologies d'echanges d'ions par resins et d'extraction d'ions par membranes. Revue „Progres Agricoles et Vignicole”, 2012, 129, № 13-14, p. 324-332.
12. Brevet de SD al RM 713 la cererea cu depozitul s 2013 0052 din 19.03.2013. Prida I. A. și al. Procedeu de conservare a mustului de struguri, destinat fabricării vinului și procedeu de fabricare a vinului prin metoda cupajării cu utilizarea acestuia.
13. Brevet de SD al RM 750 la cererea cu depozitul s 2013 0140 din 05.08.2013. Prida I. A. și al. Procedeu de fabricare a mustului de struguri extractive destinat producerii vinului și procedee de fabricare a vinurilor cu utilizarea acestuia.
14. Hotărâre de acordare a brevetului de SD al RM 7807 din 15.05.2014 la cererea cu depozitul s 2013 0194 din 14.11.2013. Prida I.A. și al. Procedeu de fabricare a mustului de struguri extractiv.