



ASPECTE INOVATIVE LA FABRICAREA, PĂSTRAREA ȘI UTILIZAREA ÎN VINIFICAȚIE A MUSTULUI DE STRUGURI SULFITAT-ACIDIFIAT

Ion PRIDA, Antonina IALOVAIA, Alla KRAJEVSKAIA, ÎTȘ „OenoConsulting” SRL, Rodica STURZA, Universitatea Tehnică a Moldovei

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

Conform documentelor normative în vigoare, mustul de struguri sulfitat reprezintă un lichid limpede sau opalescent, cu culoarea și aroma caracteristice soiurilor de struguri din care este fabricat, cu o concentrație minimă a zahărului de 146 g/dm³, a acizilor titrabili – de 5–11 g/dm³ și concentrația dioxidului de sulf total în limitele 800–1600 mg/dm³ (1).

Fabricarea, păstrarea și utilizarea acestui must sulfitat, stabilitatea microbiologică a căruia este asigurată datorită concentrației sporite a dioxidului de sulf, pe lângă elemente pozitive, dintre care primordial este păstrarea nativității lui, are și câteva inconveniențe majore, cauzate de concentrațiile sporite ale dioxidului de sulf – agresivitatea și toxicitatea. Dacă prima inconveniență este lichidată prin folosirea vaselor și aparatului special, atunci a doua – prin limitele restrânse de utilizare ori prin desulfurarea preliminară înainte de utilizare.

În prezent 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 față de aparatură și vasele utilizate, care sunt cunoscute datorită cercetărilor 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 viticole, poate fi prezent în patru forme libere (gaz solubilizat, acid sulfuros nedisociat, ionul de bisulfid și ionul de sulfid) și în mai multe forme combinate stabile (primordial cu aldehidele) și instabile – cu zaharurile, cu acizii, cu substanțele fenolice etc. (4).

În vinuri preponderența dioxidului de sulf este combinată cu aldehida acetică sub forma de acid aldehid sulfuros, component (în mediul acid) destul de stabil, constanta de disociație a căruia puțin depinde atât de aciditatea activă, cât și de temperatură (în limitele reale). Este cunoscut faptul că 1 mg de aldehide poate combina aproximativ 1,5 mg de dioxid de sulf, astfel partea formelor libere ale dioxidului de sulf în vinuri variază între 1–3% (în vinurile oxidate) până la 10–20% (în cele roșii și reductive).

În musturile de struguri sulfitate partea principală a dioxidului de sulf combinat 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/dm³, 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. Cu toate că și alți componenți ai mustului sulfitat posedă proprietăți considerabile de combinare cu dioxidul de sulf (arabinoza, substanțele fenolice, pectinele acide etc.), influența lor este limitată (mai ales la mustul limpede alb, obținut din struguri sănătoși), ca rezultat al concentrațiilor limitate. În mustul de struguri sulfitat real concentrația de echilibru a dioxidului de sulf combinat constituie 55–70% din concentrația lui totală și nu depinde substanțial de aciditate (tab. 1).

Tabulul 1

Concentrația de echilibru a dioxidului de sulf în mustul proaspăt de struguri

Mustul de struguri	Concentrația zahărului, g/dm ³	Aciditatea titrabilă, g/dm ³	Aciditatea activă, pH	Concentrația SO ₂ , mg/dm ³		Pondere de combinare, %
				total	liber	
Roada 2012						
Muscat Ottonel cu macerare (Cahul)	234	7,0	3,4	250	105	58
Cabernet-Sauvignon (pe alb), Sărăteni	194	6,5	3,3	180	60	67
Muscat de Hamburg cu macerare (Sărăteni)	188	4,8	3,5	210	85	60
Aligote (Cricova)	185	6,9	3,2	150	68	55
Rkațiteli (Cricova)	190	7,9	3,1	120	51	64
Traminer cu macerare (Cahul)	252	4,2	3,7	210	65	69
Roada 2013						
Fetească albă (Cricova)	187	8,2	3,3	120	45	62
Rkațiteli (Cricova)	184	10,3	3,1	130	47	64
Rkațiteli (Cahul)	200	8,4	3,3	210	88	58
Merlot cu tratare termică (Cahul)	192	8,7	3,3	205	76	63
Pinot gri cu macerare (largara)	240	5,2	3,5	195	66	66
Muscat alb cu macerare (largara)	225	4,8	3,7	225	92	59
Schiraz cu tratare termică (Cahul)	195	9,1	3,1	155	51	67

**Ponderea dioxidului de sulf molecular (activ) în mustul proaspăt (în % din concentrația SO₂ 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

Este cunoscut faptul că în mediul acid al produselor vinicole practic lipsește acidul sulfuric nedisociat, iar concentrația sulfat-ioni este foarte mică. Efectele tehnologice ale dioxidului de sulf în vinificație sunt asigurate primordial de două forme libere ale acestuia – ionul de bisulfat (HSO₃⁻), care este responsabil de proprietățile antioxidante, și gazul solubilizat (SO₂ molecular), care determină proprietățile antiseptice. Ultimul este mai nociv vizavi de microorganisme decât ionul de bisulfat – de mai bine de 1 000 de ori față de *Escheria coli*; de aprox. 500 ori contra drojdiilor oenologice și de peste 100 ori – contra *Aspergillus niger* (5).

Dacă concentrațiile formelor legate ale dioxidului de sulf sunt mai mult sau mai puțin stabile, atunci în formele libere ale acestuia există un echilibru dinamic între concentrația dioxidului de sulf solubilizat (SO₂ molecular) și concentrația ionului de bisulfat (forma preponderentă) în funcție de temperatură, concentrația alcoolului și aciditatea activă a mediului.

În tabelul 2 sunt prezentate datele concentrației de echilibru a dioxidului de sulf solubilizat (SO₂ molecular), în procente din concentrația formelor libere din mustul de struguri. Datele evidențiate sunt preluate din „Metodele de analiză ale OIV” (6), iar restul datelor sunt calculate în baza programei plasate 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). Faptul acesta confirmă efectul cunoscut al stabilității microbiologice (și nu numai) mai sigure a musturilor sulfatate cu aciditatea activă sporită.

Reieșind din faptul că această pondere crește brusc la acidități active mai mari (pH 2,8-2,4), care se află în afara limitelor caracteristice lor întâlnite în mustul de struguri,

însă care pot fi create și păstrate în acestea prin procedee admise, este logică folosirea acestui efect la fabricarea și păstrarea mustului de struguri sulfat în scopul diminuării concentrațiilor necesare de dioxid de sulf și a cerințelor sporite la păstrarea acestuia. Activitatea drojdiilor (*Sacharomices vini*) și a unor mușegaiuri (*Aspergillus niger*) este posibilă și la acidități active sporite (8), însă acțiunea sinergică a acidității active și dioxidului de sulf poate crea condiții nocive practic pentru toate grupele de microorganisme oenologice, datorită menținerii concentrațiilor sporite de dioxid de sulf molecular în mediu.

În tabelul 3 sunt prezentate concentrațiile de dioxid de sulf total, în funcție de aciditatea activă (pH) la temperatura ambiantă (15°C), calculate conform datelor din literatura citată, care asigură stabilitatea garantată microbiologică a mustului de struguri sulfat. La baza concluziilor făcute au fost puse ponderea dioxidului de sulf liber, care constituie în musturile reale 30-40% din concentrația lui totală, precum și concentrația dioxidului de sulf solubilizat (SO₂ molecular) egală cu 5 mg/dm³, care este nocivă pentru toate grupele de microorganisme întâlnite în musturi.

Datele prezentate în tabelul 3 arată că stabilitatea microbiologică a musturilor de struguri sulfatate reale poate fi garantată doar la concentrații sporite de dioxid de sulf total, care sunt cuprinse între 452 (la pH 3,0) și 1 800 mg/dm³ (la pH 3,6). În mustul de struguri cu aciditatea activă scăzută (pH mai mare de 3,6) nu poate fi garantată stabilitatea microbiologică chiar și la concentrații foarte ridicate ale anhidridei sulfuroase.

În același timp, aciditatea activă sporită din mustul sulfat permite asigurarea stabilității microbiologice la concentrații reduse de dioxid de sulf total. Pentru concentrații moderate de dioxid de sulf (mai puțin de 300 mg/dm³) se evi-

Concentrațiile de dioxid de sulf la temperatura de 15°C, necesare pentru asigurarea stabilității microbiologice absolute în mustul de struguri proaspăt cu diferită pondere de combinare

Concentrația de SO ₂ , mg/dm ³	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, la ponderea de combinare 60%	85	135	215	340	540	850	1342	2155
- total, la ponderea de combinare 70%	115	180	285	452	715	1133	1790	2873



dențiază aciditatea activă-reper cu un pH al mustului mai mic de 2,8.

Ideea folosirii acidității active sporite pentru diminuarea concentrațiilor de dioxid de sulf la păstrarea sucurilor (musturilor) de fructe și pomușoare este bine cunoscută. Încă în anul 1960 a fost propusă o tehnologie originală de păstrare a sucurilor în baza acestui principiu, care asigură ridicarea acidității active prin tratarea lor cu cationi și în forma H^+ (9).

Studiile ulterioare și progresul tehnic din ramură au permis implementarea tehnologiilor de deionizare (inclusiv decationizare) la fabricarea și păstrarea mustului de struguri, primordial destinat concentrării, în care este posibilă obținerea unor efecte tehnologice suplimentare (10,11).

La 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 musturi și vinuri (electrodializatoarele firmei „Enodia”, coloanele cationice ale firmelor „Della Toffola”, „Agrovin” și altele). Păstrarea mustului sulfitat, tratat în prealabil cu ajutorul acestui aparat, permite diminuarea concentrațiilor de dioxid de sulf și a cerințelor stricte de păstrare.

În același timp, aparatul menționat este destul de sofisticat și costisitor, impune cerințe și cheltuieli sporite de exploatare și, în măsură considerabilă, poate chiar modifica nativitatea și calitatea mustului tratat.

Pentru crearea condițiilor optime de producere, noi am elaborat regimuri tehnologice de fabricare, păstrare și utilizare a mustului de struguri sulfitat-acidifiat, care nu necesită nici cheltuieli preliminare pentru procurarea aparatului sofisticat, nici cheltuieli de exploatare. Regimurile tehnologice elaborate sunt bazate pe ridicarea acidității active (și totale) în musturile sulfitate prin acidifierea lor cu acizi admiși, în dozele necesare pentru diminuarea pH-ului mai mic decât concentrația critică de 2,8 (12).

Implementarea regimurilor tehnologice elaborate în vinificația autohtonă poate nu doar diminua considerabil necesitatea mustului concentrat (de import) și a cheltuielilor legate de procurarea lui, ci și spori substanțial nativitatea și calitatea vinurilor naturale cu zahăr restant.

Regimurile elaborate prevăd acidifierea mustului, ca regulă, prin adăugarea acidului tartric și citric sau a amestecului acestora (fapt ce nu exclude, în unele cazuri, folosirea

altor acizi). Cantitatea de acid necesară pentru diminuarea pH-ului depinde atât de natura acestuia, cât și de proprietățile de tamponare a musturilor.

În musturile de struguri reale, pentru diminuarea pH-ului la 0,1 unități este necesar, ca regulă, 1,2–1,6 g/dm³ de acid tartric sau 1,4–1,8 g/dm³ de acid citric.

În cea mai simplă variantă, care poate fi implementată practic la toate întreprinderile vinicole din ramură, fabricarea mustului de struguri sulfitat-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),

sulfitatea și acidifierea mustului până la condițiile de stabilitate garantată, dirijarea lui la păstrare în condiții obișnuite.

În practica oenologică obișnuită, la ponderea dioxidului de sulf legat de 55–70%, sulfitatea mustului se recomandă de a fi efectuată reieșind din doza de 200–250 mg/dm³, acidifierea lui – până la pH 2,8–2,6, indici care asigură stabilitatea microbiologică absolută.

Pentru diminuarea pH-ului până la aceste valori este necesar, ca regulă, folosirea a 4–6 g/dm³ de acid tartric sau de amestec al acestuia cu acid citric.

Mustul de struguri sulfitat-acidifiat este microbiologic stabil și poate fi păstrat o perioadă îndelungată (până la 12 luni și mai mult) în condițiile obișnuite de producere, fapt ce nu exclude respectarea normelor sanitare. Este recomandată păstrarea lui 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 sulfitat-acidifiat are tendința de autostabilizare, ceea ce nu exclude tratarea lui pe parcurs.

Mustul de struguri sulfitat-acidifiat alb este fabricat fără macerarea mustuielii. Limpezirea mustului alb, sulfitat rezonabil până la 100–150 mg/dm³, este efectuată, ca 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 cu 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 sulfitatea și acidifierea primelor porții de mustuală, dirijate la macerare, în dozele calculate pentru totalitatea acestuia la umplerea vaselor de macerare.

Mustul de struguri extractiv, cu concentrația de anhidridă sulfuroasă totală 150–200 mg/dm³ și aciditatea titrabilă mai mare de 10 g/dm³, după o macerare de 6–24 ore, este separat de boștină. Limpezirea mustului extractiv este efectuată în regim static, după tratarea preliminară a acestuia cu enzi-



me, 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, cu determinarea acidității active, a puterii-tampon și ponderii de combinare a dioxidului de sulf, în musturile de struguri limpezite sunt corectate aciditatea și concentrația de dioxid de sulf și aduse până la condițiile care să asigure stabilitatea microbiologică pentru condiții reale de producere.

Musturile de struguri sulfatate-acidificate sunt păstrate în vase tehnologice, prealabil 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 sulfatat suplimentar și transvasat prin filtrare în alte vase, prealabil sterilizate. Periodicitatea controlului tehnologic este determinată de condițiile reale de producere și poate constitui de la 15 până la 45 de zile.

Musturile de struguri sulfatate-acidificate pot fi folosite atât în vinificația primară (de exemplu – pentru adaos 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 viticole). Mustul de struguri sulfatate-acidificat poate fi folosit separat sau în amestec cu alte materiale zaharose (cum ar fi bunăoară mustul concentrat).

Destinația de bază a mustului de struguri sulfatate-acidificat este utilizarea lui (în cantitate de 5-20%) la fabricarea vinurilor naturale demiseci și demidulci.

Trebuie să ținem cont de faptul că cantitățile de must utilizate pot conduce la diminuarea conținutului alcoolului și sporirea acidității în cupajuri. Folosirea în cupajuri a vinurilor-materie primă cu conținutul alcoolului mai mare de 12% vol. permite fabricarea vinurilor condiționate după alcool chiar și în cazul folosirii mustului în calitate de unică sursă de zahăr natural, iar majorarea acidității în cupajuri este adeoseori nu doar acceptabilă, ci și necesară.

Practica oenologică de utilizare a mustului de struguri sulfatate-acidificat în calitate de materie primă (component de cupaj) permite fabricarea vinurilor de struguri naturale cu zahăr restant, asigurând respectarea normelor legale de sulfatare și acidifiere.

BIBLIOGRAFIE



1. Indicii de calitate și inofensivitate pentru musturile de struguri. Ordinul Agenției „Moldova-vin” nr. 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 raisonnée du SO₂ en oenologie. Chimie pratique du SO₂-sulfitage. http://sn1.chez-alice.fr/vin/article/partie_4.htm
5. Usseglio-Tomasset L. Chimieoenologique. 2-ed. française. Paris. Tec&Doc, 1995, 387 p., p. 329-343.
6. Recueil international des methodes d'analyses – OIV. Dioxyde de soufre. Methode OIV – MA – AS323 – 04C: R2009. Methode de type IV.
7. Gilis J-F. Calcul du SO₂ actif. <http://www.vignevin-sudouest.com/services-professionnels/formulaires-calcul/so2-actif.php>
8. Бурьян Н.И., Тюрина Л.В. Микробиология виноделия. Москва, Изд-во «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 безалкогольных и спиртосодержащих 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 Viticole”, 2012, 129, № 13-14, p. 324-332.
12. 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. Brevet de SDal RM 713 la cererea cu depozitul s 2013 0052 din 19.03.2013.
13. Prida I.A. și al. Procedeu de fabricare a mustului de struguri extractiv destinat producerii vinului și procedee de fabricare a vinurilor cu utilizarea acestuia. Brevet de SD al RM 750 la cererea cu depozitul s 2013 0140 din 05.08.2013.
14. Prida I.A. și al. Procedeu de fabricare a mustului de struguri extractiv. Hotărâre de acordare a brevetului de SD al RM 7807 din 2014.05.15 la cererea cu depozitul s 2013 0194 din 14.11.2013.