

Estabilização tartárica de vinhos: Aplicação de Poliaspartato de Potássio em comparação com outros métodos

Diana Inácio⁽¹⁾, Carla Parreira⁽²⁾, Helena Mira⁽¹⁾

(1) Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém

(2) Enoport Produção de Bebidas, S.A.

RESUMO

No âmbito do projeto europeu de investigação Stabi-Wine, foi descoberto um biopolímero, o Poliaspartato de Potássio, com interessantes propriedades estabilizantes em enologia, e representa, do ponto de vista legislativo, a ferramenta tecnológica mais recente. Este aditivo foi autorizado em julho 2017, segundo Regulamento (UE) 2017/1399.

O presente trabalho estudou a eficácia, na estabilidade tartárica, do poliaspartato de potássio (KPA) (Enartis) e de um produto enológico constituído por poliaspartato de potássio e carboximetilcelulose, em comparação com a aplicação de carboximetilcelulose (CMC) e da estabilização pelo frio. Os ensaios foram realizados à escala laboratorial, utilizando um vinho branco da região dos vinhos verdes, muito instável, e avaliou-se a estabilidade tartárica 24h e 2 meses após o tratamento. Todos os produtos enológicos testados apresentaram bons resultados para a estabilização tartárica do vinho branco muito instável. Tanto o KPA e a mistura de KPA e CMC apresentam-se muito estáveis durante o período de estudo. Já a estabilização pelo frio, assim como a adição de CMC evidencia que se verificaram alterações no decorrer do estudo. Foi possível evidenciar que os produtos enológicos utilizados não alteraram a constituição físico-química do vinho.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais nos dias de hoje, a estabilidade tartárica dos vinhos é motivo de preocupação tanto por parte dos enólogos como por parte dos produtores de vinho, dado que os consumidores são cada vez mais exigentes no que diz respeito à qualidade do produto em causa. Desse modo, há uma necessidade crescente de encontrar soluções preventivas com o intuito de apresentar no mercado um vinho límpido e sem precipitações, desde o engarrafamento até ao momento do seu consumo.

Os tratamentos preventivos da estabilidade tartárica são baseados em diferentes princípios: na indução da cristalização dos sais do ácido tartárico antes do engarrafamento (estabilização pelo frio), na remoção de alguns iões que são necessários para a precipitação do ácido tartárico na forma de sais de cristais de bitartrato de potássio (KHT) ou de tartarato de cálcio (CaT) (electrodialise ou permuta iónica) ou no impedimento da formação ou crescimento dos cristais usando aditivos (ácido metatartárico, manoproteínas, carboximetilcelulose ou poliaspartato de potássio). Todos visam o mesmo objectivo, aumentar a estabilidade, reduzindo ou eliminando a aptidão para as precipitações tartáricas no vinho. A decisão do tratamento a aplicar depende do produtor ou enólogo responsável, uma vez que este deve considerar o tipo de vinho que vai tratar, assim como o nível de instabilidade do mesmo e os custos imputados ao respetivo tratamento.

O método tradicional é a estabilização pelo frio, consiste em diminuir a temperatura do vinho até próximo da sua temperatura de congelação para induzir a cristalização e a conseqüente separação dos cristais formados (Muller-Spath, 1979; Rhein e Neradt, 1979; Blouin, 1982). A eficiência depende da composição coloidal do vinho (Usseglio-Tomasset & Bosia, 1982) e nem sempre é absoluta, podendo ser complementada com outro tratamento. A estabilização pelo frio não é eficiente para o CaT (Maujean et al., 1985). Outras desvantagens indicadas para esta técnica são o tempo despendido e o consumo energético, a diminuição da acidez titulável, devido à precipitação do ácido tartárico na forma de sais de KHT, diminuição da intensidade da cor devido a precipitação parcial dos compostos fenólicos com os sais de KHT (Benítez et al., 2003). Rodrigues et al. (2012a) mostraram que a estabilização tartárica pelo frio promove a diminuição de manoproteínas de alto peso molecular, as quais têm um papel importante nas

interações e propriedades dos vinhos. A estabilização pelo frio pode ser realizada de forma estática (com ou sem sementeira de cristais de KHT) ou por processo dinâmico contínuo, com considerável redução do tempo despendido (Burnett, 1982; Ferenczi et al., 1982; Blouin e Desenne, 1983; Serrano et al., 1983; Sudraud e Caye, 1983; Maujean et al., 1986; Rodriguez-Clemente et al., 1990; Garcia-Ruiz et al., 1995; Minguez e Hernández, 1998; Viaux et al., 1996a,b; Lasanta et al. 2013). Apesar das desvantagens referidas, esta técnica origina vinhos correctamente estabilizados.

A electrodiálise (ED) é um processo de separação baseado na migração dos iões, sob a aplicação de um campo eléctrico, através de membranas de permeabilidade selectiva, alternadamente catiónicas e aniónicas (Gavach, 1992), havendo eliminação de cationes e aniões do vinho. A intensidade do tratamento é função da instabilidade de cada vinho e é limitada à necessidade de prevenção do risco de ocorrência de cristais nos vinhos (Escudier et al., 1985; Moutounet et al., 1991, 1994, 1997; Riponi et al., 1992; Gonçalves et al., 1998; Cameira dos Santos et al., 2000). Esta tecnologia não interfere com outros compostos do vinho (Gonçalves et al., 1998; Cameira dos Santos et al., 2000).

A permuta iónica é um processo físico, extractivo, no qual os iões de uma certa carga, contidos no vinho são substituídos por uma quantidade equivalente de outros iões, da mesma carga, cedidos por um permutador, que é uma resina sintética, insolúvel e permeável (Dardel e Arden, 1989). A intensidade do tratamento é função da instabilidade do vinho, obtém-se melhores resultados de estabilidade com as resinas a funcionar em ciclo ácido (catião de troca é o H+) dando-se a retenção do K⁺ e do Ca²⁺, com um ligeiro aumento da acidez total titulável e diminuição do pH (Benitez et al., 2002; Mira et al., 2006, Ibeas et al., 2015).

A estabilização tartárica através da adição de inibidores baseia-se nas propriedades dos colóides protectores, que actuam aumentando a estabilidade dos sais no vinho, isto é, deslocando o equilíbrio termodinâmico no sentido que favorece a sua dissociação, ou impedindo a cristalização e precipitação dos cristais por adsorção à superfície dos núcleos. O primeiro composto químico desenvolvido à escala industrial para a prevenção da estabilidade tartárica foi o ácido metatartárico (AMT), mais recentemente surgiu a carboximetilcelulose (CMC) e as manoproteínas (MP)

extraídas das paredes celulares das leveduras, e ainda mais recente o aparecimento de biopolímeros poliaspartatos e poliglutamatos. Em comparação com os métodos físicos, o uso de aditivos apresenta vantagens importantes nomeadamente o custo da energia, o investimento inicial do equipamento e o impacto ambiental.

O ácido metatartárico é um poliéster, resultante da esterificação do ácido tartárico a temperatura elevada (150-170°C) e baixa pressão, entre a função ácida de uma molécula de ácido tartárico e a função álcool secundária de outra, com perda da acidez e a libertação de água (Colagrande, 2002; Ribéreau-Gayon et al., 2006). As propriedades inibidoras da cristalização dependem do índice de esterificação, que corresponde à percentagem de funções carboxílicas esterificadas; a percentagem mínima legalmente imposta é de 32%, estabelecida pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV) através do Codex Enológico (resolução Oeno 31/2000) (OIV, 2015). O ácido metatartárico não é estável, tendendo a hidrolisar-se ao longo do tempo, reconvertendo-se em ácido tartárico. A sua hidrólise, associada à perda do efeito inibidor, é função da temperatura, sendo rápida para temperaturas elevadas (Ribéreau-Gayon et al., 1977; Rhein e Neradt, 1979).

A carboximetilcelulose (CMC) é um polímero glucídico, constituído por celulose esterificada em C6 e em C2 com grupos carboximetilo, é um aditivo de elevado poder aglutinante (emulsionante) muito utilizado na indústria alimentar (E466). A sua eficácia é função do grau de substituição e de polimerização (Lubbers et al., 1993; Crachereau et al.; 2001, Ribéreau-Gayon et al., 2006; Gerbaud et al., 2010, Guise et al., 2014). A CMC não se altera com o tempo, não apresenta toxicidade, mas cuja eficácia varia em função da natureza dos vinhos. É recomendada para vinhos brancos e efervescentes, mas desde que estáveis do ponto de vista proteico dado que a formação de colóides de CMC-proteínas são de difícil separação do vinho. Em vinhos rosados e tintos, a CMC pode interagir com as antocianinas, originando perda da cor e instabilidades coloidais (Sommer et al., 2016). As manoproteínas (MP) são os principais polissacáridos de origem microbiana no vinho, libertadas das paredes celulares da *Saccharomyces cerevisiae* durante a vinificação ou estágio sobre as borras, por mecanismos como a autólise das leveduras. As MP são mananas quase puras (a D-manose representa 80 a 90% do teor total em açúcar) incluindo pequenas quantidades de D-glucose, N-acetilglucosamina e proteínas (10 a

20%), apresenta fracções com peso molecular variado (20 a 2000 kDa) (Gonçalves et al., 2002; Ribéreau-Gayon et al., 2006). As diferenças na composição e na estrutura das MP origina diferentes propriedades nos vinhos, tais como protecção do vinho contra a instabilidade proteica (Waters et al., 1994), interacção com os compostos do aroma, estimulação do crescimento das bactérias lácticas para o desenvolvimento da fermentação maloláctica, adsorção da ocratoxina A e estabilização dos taninos (Rodrigues et al., 2012b).

As MP podem apresentar carga negativa ao pH do vinho, o que explica a sua capacidade de estabelecer interacções iónicas e electrostáticas com outros constituintes do vinho. A extracção das manoproteínas das paredes de leveduras pode ser efectuada quimicamente a quente, ou por via enzimática utilizando enzimas α -glucanases para hidrolisar a glucana e permitir a libertação das manoproteínas (Lubbers et al., 1993; Feuillat e Charpentier, 1998; Moine-Ledoux et al., 1997; Moine-Ledoux e Dubourdieu, 2002a,b; Feuillat, 2003). As manoproteínas assim extraídas apresentam algumas diferenças entre si, as obtidas por digestão enzimática são mais ricas em proteínas e a fracção de polissacáridos é constituída unicamente por manose em oposição às extraídas pelo calor que também revelam presença de glucose (Moine-Ledoux et al., 1997; Moine-Ledoux e Dubourdieu, 2002a,b). O grande interesse deste método comparativamente aos outros tratamentos com colóides protectores reside na utilização de compostos biológicos e estáveis que existem naturalmente no vinho, não implicando a adição de substâncias exógenas.

O poliaspartato de potássio (KPA) é um sal de potássio do ácido poliaspártico, produzido a partir de ácido L-aspártico e de hidróxido de potássio. Com recurso a processo térmico, o ácido L-aspártico transforma-se em polisuccinimida, que é insolúvel. A polisuccinimida é tratada com hidróxido de potássio, para promover a abertura do anel e a sua polimerização. A última etapa é a fase de secagem por pulverização, da qual resulta um produto pulverulento de cor ligeiramente acastanhada (Regulamento (EU) 2017/1399). O KPA já consta na lista de aditivos alimentares, tendo-lhe sido atribuído o número E456. O KPA é um polímero que apresenta carga negativa no pH do vinho. A sua carga negativa permite o sequestro de K^+ existentes no vinho e deste modo inibir a formação e o crescimento de cristais de bitartarato de potássio.

O objectivo deste trabalho foi avaliar o poder estabi-

lizante de novos produtos enológicos nomeadamente o poliaspartato de potássio (Enartis), um produto enológico que consiste numa mistura de poliaspartato de potássio e carboximetilcelulose (Enartis), comparativamente a outros métodos de estabilização tartárica já existentes, como a estabilização pelo frio e a CMC (Enartis).

MATERIAIS E MÉTODOS

Produtos enológicos: Foram testados três produtos i) poliaspartato de potássio (KPA) (100mL/hL), ii) produto constituído por poliaspartato de potássio, carboximetilcelulose e goma arábica (KPA+CMC) (100mL/hL) e iii) CMC Cellogum L (CMC) (200mL/hL). Todos os produtos foram gentilmente cedidos pela Enartis, Portugal.

Vinho: A um vinho branco da Região dos Vinhos Verdes muito instável, da vindima de 2016, foram adicionados, em provetas de 1 L, os produtos enológicos nas doses máximas permitidas pelo OIV. O vinho foi colocado em garrafas de vidro de um litro e devidamente rolhadas. Cada ensaio foi realizado em duplicado. O vinho a que não foi aplicado qualquer produto enológico foi designado por testemunha.

Avaliação da estabilidade tartárica: O teste de minicontacto foi realizado 24h (t_0) e 2 meses (t_1) após a aplicação dos produtos enológicos. Para tal recorreu-se a um equipamento designado Tartarcheck (Ing. C. Bullio). O teste de mini-contacto baseia-se no princípio de que a precipitação de THK é acelerada adicionando cristais em excesso. A cinética da precipitação é seguida pela medição da condutividade eléctrica do vinho, que depende dos iões presentes, ainda não precipitados, numa câmara termostática cuja temperatura vai diminuindo até chegar aos 0°C. Um vinho branco é considerado instável se apresentar variação da condutividade superior a 30 $\mu S \cdot cm^{-1}$. Foi também realizado o teste do frio, as amostras foram previamente filtradas por membrana 0,45 μm e sujeitas à -1°C, numa câmara frigorífica, durante oito dias, em t_0 e t_1 .

Outras determinações: O teor alcoólico, acidez total, acidez volátil, massa volúmica foram determinados com o WineScan FT120 (Foss), o dióxido de enxofre livre e total com o Crison TitroMatic 1S, o pH com o potenciómetro Crison pH meter GLP22, a turbidez com recurso ao turbidímetro Hanna, LP2000 e foi avaliada a estabilidade proteica do vinho (método usual da adega, baseado na avaliação da turbidez do vinho antes e 24h após aquecimento do vinho a 80°C, durante 30 minutos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a estabilidade tartárica encontram-se no quadro 1 e na figura 1.

Método de Estabilização	Teste minicontacto ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)		Teste do frio	
	t_0 (24h)	t_1 (2meses)	t_0 (24h)	t_1 (2meses)
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$		
Testemunha	207±1,4	205±7,1	cristais	cristais
Estabilização pelo frio	20±2,1	31±2,1	sem cristais	sem cristais
CMC Cellogum L	24±2,1	32±1,4	sem cristais	sem cristais
KPA	14±0	17±0,7	sem cristais	sem cristais
KPA + CMC	14±0	17±0,7	sem cristais	sem cristais

Quadro 1 – Resultados da estabilidade tartárica do vinho pelo teste do minicontacto

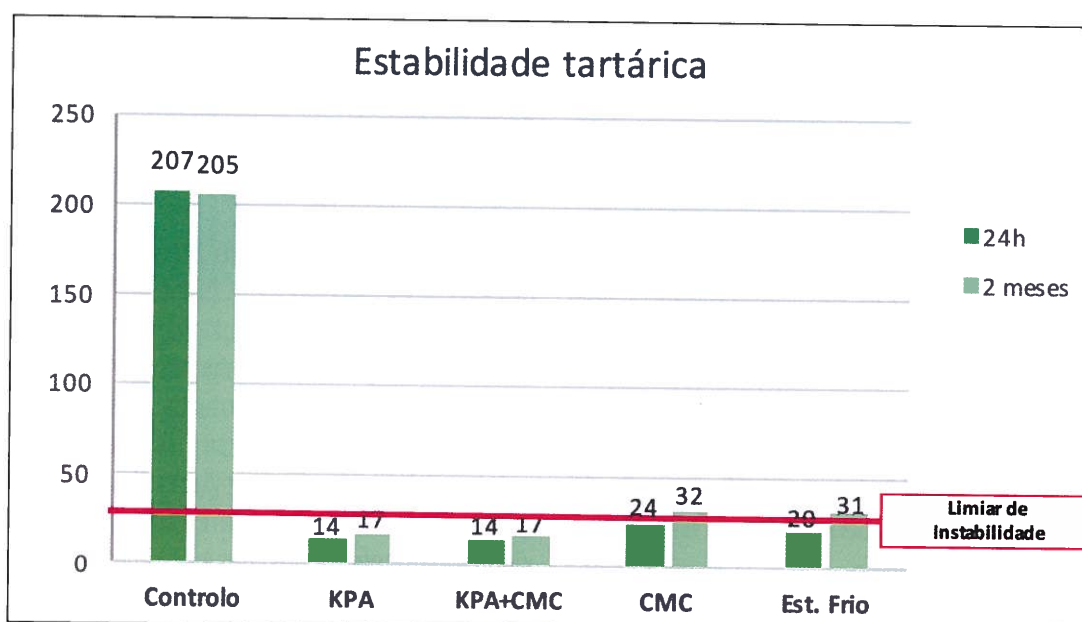


Figura 1 – Resultados da estabilidade tartárica (método minicontacto)

O vinho branco é considerado um vinho muito instável, pois a condutividade é muito superior a $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. É possível verificar que quer a estabilização pelo frio quer a aplicação de KPA, de KPA+CMC ou CMC conduziram a um vinho estável no tempo t_0 , 24h após o tratamento. No tempo t_1 , 2 meses após o tratamento, verifica-se que o vinho a que foi aplicado KPA ou KPA+CMC encontra-se muito estável, já o vinho submetido a estabilização pelo frio e o vinho a que foi aplicado CMC apresentaram aumento na variação da condutividade para valores ligeiramente superiores $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, no limiar da estabilidade. Esta observação deve-se ao fac-

to desta CMC ter aptidão para vinhos com instabilidade tartárica média-baixa. Os vinhos que apresentem uma instabilidade muito elevada não podem ser estabilizados apenas com CMC assumindo a dose máxima legal de 200mL/hL (Enartis, 2014).

As determinações físico-químicas não revelaram alterações significativas, à exceção do vinho estabilizado pelo frio, cuja acidez total baixou em média $0,5 \text{ g/L}$. Do ponto de vista organoléptico, não foram detetadas alterações com impacto sobre o perfil sensorial do vinho, confirmando os resultados previamente obtidos por López et al. 2015.

CONCLUSÕES

Os resultados deste ensaio à escala laboratorial, confirmaram a eficácia do poliaspartato de potássio como inibidor da cristalização do bitartarato de potássio. Este produto apresentou maior eficiência que a carboximetilcelulose e com efeito mais duradouro. Seria importante poder acompanhar a estabilidade tartárica deste vinho ao longo do tempo, aos 9 ou 12 meses. Para vinhos com uma instabilidade tartárica elevada, a dose máxima legal de aplicação de CMC poderá não ser completamente eficaz.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Enartis Portugal a cedência dos diversos produtos enológicos.

BIBLIOGRAFIA

- Benítez, J.G., Palacios Macías, V.M., Pazo, J.A.S. & Rodriguez, L.P. (2002). Industrial development of proton exchange for tartrate stabilization of sherry wines. *Eur. Food Res. Technol.*, 214, 418-422.
- Benítez J.G, Palacios Macías, V. M., Szekely, Gorostiaga P., Veas López, R. & Pérez Rodríguez, L. (2003). Comparison of electro dialysis and cold treatment on an industrial scale for tartrate stabilization of sherry wines. *J. Food Eng.*, 58, 373-378.
- Blouin, J. (1982). Les techniques de stabilisation tartrique des vins par le froid. *Conn. Vigne Vin*, 16, 63-77.
- Blouin, J. & Desenne, A. (1983). Essai d'un appareil de traitement des vins par le froid en continu. *Conn. Vigne Vin*, 17, 137-150.
- Burnett, J. (1982). 20 ans d'évolution des techniques de stabilisation au froid. *Rev. Franc. Oenol.*, 87, 103-104.
- Cameira dos Santos, P. J., Pereira, O. M., Gonçalves, F., Tomás Simões, J. & De Pinho, M. N. (2000). Tartaric stabilization tests in Portuguese wines: Comparative study of electro dialysis and a traditional method. *Ciência Téc. Vitiv.*, 15, 95-108.
- Colagrande, O. (2002). Stabilità chimico-fisica dei vini. *Industria delle Bevande*, XXXI, 238-250.
- Crachereau, J. C., Gabas, N., Blouin J., Hébrard, B. & Maujean, A. (2001). Tartaric stabilization of wines by carboxymethylcellulose. *Bull. O.I.V.*, 841-842, 151-159.
- Dardel, F. & Arden, T. (1989). Echange d'ions. Principes et applications. *Rohm and Haas Separation Technologies*, Paris.
- Enartis (2014). Cellogum L, ficha técnica. shop-usa.enartis.com/amfilerating/file/download/file_id/605
- Escudier, J.L., Moutounet, M., Barillere, J.M., Benard, P., Cottereau, P., Audinos, R., et al. (1985). L'Electrodialyse: déminéralisation et désacidification des moûts de raisin fabrication de moûts concentrés rectifiés. *Rev. Franc. Oenol, cahier scientifique*, 106, 39-44.
- Feuillat, M. & Charpentier, C. (1998). Les mannoprotéines de levures: un adjuvant œnologique possible. *Bull. O.I.V.*, 813-814, 945-951.
- Feuillat, M. (2003). Yeast macromolecules: origin, composition and enological interest. *Am.J. Enol. Vitic.*, 54, 211-213.
- Ferenczi, S., Asvany, A. & Erczhegyi, L. (1982). Stabilisation des vins contre les précipitations tartriques par le froid. *Bull. O.I.V.*, 613, 203-220.
- Gavach, C. (1992). L'Electrodialyse 1: Principes. *Rev. Franc. Oenol.*, 137, 53-63.
- García-Ruiz, J.M., Alcántara, R. & Martín, J. (1995). Effects of Reutilized potassium bitartrate seeds on the stabilization of dry sherry wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46, 525-528.
- Gerbaud, V., Gabas, N., Blouin, J. & Crachereau, J. C. (2010). Study of wine tartaric acid salt stabilization by addition of carboxymethylcellulose (CMC): comparison with the "protective colloids" effect. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 44, 231-242.
- Gonçalves, F., Cameira dos Santos, P. J., Spranger, M. I., Pereira, O. M., Santos, F. & Pires da Silva, M. (1998). Tartaric stabilization tests of "Vinho Verde": Comparative study of electro dialysis and a traditional technique, In *Proceedings of XXIII éme Congrès Mondial de la Vigne et du Vin*, 657-662. Lisboa, Portugal.
- Gonçalves, F., Heyraud, A., de Pinho, M. N. & Rinaudo, M. (2002). Characterization of white wine mannoproteins. *J. Agr. Food Chem.*, 50, 6097-6101.
- Gonçalves, F., Fernandes, C., Cameira dos Santos, P. & Pinho, M. N. (2003). Wine tartaric stabilization by electro dialysis and its assessment by the saturation temperature. *J. Food Eng.*, 59, 229-235.
- Guise, R., Filipe-Ribeiro, L., Nascimento, D., Bessa, O., Nunes, F. M. & Cosme, F. (2014). Comparison between different types of carboxymethylcellulose and other oenological additives for white wine tartaric stabilization. *Food Chem.*, 156, 250-257.
- Ibeas, V., Correia, A. C. & Jordão, A.M. (2015). Wine tartrate stabilization by diferente levels of cation exchange resin treatments: impact on chemical composition, phenolic profile and organoleptic properties of red wines. *Food Res. Int.*, 69, 364-372.
- Lasanta, C., Caro, I. & Pérez, L. (2013). The influence of cation exchange treatment on the final characteristics of red wines. *Food Chem.*, 138, 1072-1078.
- López, R.; Vela, E. Hernández-Orte, P. & Ferreira, V. (2015) – Impacto del poliaspartato de potasio en la estabilidad tartárica y el aroma de los vinos. *Enología 2015. Innovation vitivinícola*. <https://books.google.pt/books?isbn=8484243788>
- Lubbers, S., Léger, B., Charpentier, C. and Feuillat, M. (1993). Protective colloid effect of extracts of yeast walls on tartaric stability of a water-alcohol solution model. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 27, 13-22.
- Maujean, A., Sausy, L. and Vallee, D. (1985). Determination of supersaturation of potassium bitartrate of a wine. *Quan-*

- tification of colloid-protective effects. *Rev. Fr. Oenol.*, 100, 39-49.
- Maujean, A., Vallée, D. & Sausy, L. (1986). Influence de la granulométrie des cristaux de tartre de contact et des traitements et collages sur la cinétique de cristallisation du bitartrate de potassium dans les vins blancs. *Rev. Franc. Oenol.*, 104, 34-41.
- Mínguez, S. & Hernández, P. (1998). Tartaric stabilization of red, rosé, white wines with L(+)- Calcium tartrate crystal seeding. *Am. J. Enol. Vitic.*, 49, 177-182.
- Mira, H., Leite, P., Ricardo-Da-Silva, J. and Curvelo-Garcia, A. S. (2006). Use of ion exchange resins for tartrate wine stabilization. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 40, 223-246.
- Moine-Ledoux, V., Perrin, A., Paladin, I. & Dubourdieu, D. (1997). First result of tartaric stabilization by adding mannoproteins (Mannostab™). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 31, 23-31.
- Moine-Ledoux, V. and Dubourdieu, D. (2002a). Rôle des mannoprotéines de levures vis-à-vis de la stabilisation tartrique des vins. *Bull. O.I.V.*, 857-858, 471-482.
- Moine-Ledoux, V. and Dubourdieu, D. (2002b). Une mannoprotéine à ancre GPI responsable de la stabilisation tartrique des vins. *Derniers développements industriels. Rev. Franc. Oenol.*, 193, 32-35.
- Moutounet, M., Escudier, J.L. & Cottureau, P. (1991). L'électrodialyse, un nouveau procédé de stabilisation. *Viti*, 150, 82-84.
- Moutounet, M., Escudier, J.L. & Saint-Pierre, B. (1994). L'électrodialyse. Adaptation à la stabilisation tartrique des vins. In: *Les acquisitions récentes dans les traitements physiques du vin. Incidences sur la composition chimique et les caractères organoleptiques des vins*. 103-115. Ed. B. Donèche, Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- Moutounet, M., Saint-Pierre, B., Battle, J.L. & Escudier, J.L. (1997). Le stabilisateur tartrique: principe et description du procédé. *Rev. Franc. Oenol.*, 162, 15-17.
- Muller-Spath, (1979). The stabilization of the tartar with the contact process. *Rev. Fr. Oenol.*, 73, 41.
- OIV (2015). *International Oenological Codex. International Organisation of Vine and Wine, Paris.*
- Regulamento (UE) 2017/1399 da Comissão de 28 de julho de 2017; que altera o anexo II do Regulamento (CE) n.º 1333/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho e o anexo do Regulamento (UE) n.º 231/2012 da Comissão no que diz respeito ao poliaspartato de potássio.
- Rhein, O. & Neradt, F. (1979). Tartrate stabilization by the contact process. *Am. J. Enol. Vitic.*, 30, 265-271.
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Ribéreau-Gayon P. & Sudraud P. (1977). *Wine Science and Techniques, Vol. IV: Clarification and Stabilization. Equipment and facilities.* Dunod, Paris.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology. Vol. 2. The chemistry of wine. Stabilization and Treatments.* 2nd Ed. Wiley, England.
- Riponi, C., Nauleau, F., Amati, A., Arfelli, G. & Castellari, M. (1992). L'électrodialyse. 2. Essais de stabilisation tartrique des vins au moyen de l'électrodialyse. *Rev. Franc. Oenol.*, 137, 59-63.
- Rodrigues, A., Ricardo-Da-Silva, J. M., Lucas, C. & Laureano, O. (2012a). Influence of fining and tartaric stabilisation procedures on white wine wanneroprotein content. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 33, 88-94.
- Rodrigues, A., Ricardo-Da-Silva, J.M., Lucas, C. & Laureano, O. (2012b). Effect of commercial mannoproteins on wine colour and tannins stability. *Food Chem.*, 131, 907-914.
- Rodriguez-Clemente, R., Correa-Gorospe, I. & De Castro, J.J. (1990). A new method for the stabilization of wines with respect to the potassium bitartrate precipitation. *Am. J. Enol. Vitic.*, 41, 16-20.
- Serrano, M., Sudraud, P. & Ribéreau-Gayon, P. (1983). Prévention des précipitations tartriques dans les vins au moyen du traitement en continu par le froid. *Conn. Vigne Vin*, 17, 121-136.
- Saulnier, L., Mercereau, T. & Vezinhet, F. (1991). Mannoproteins from flocculating and non-flocculating *Saccharomyces cerevisiae* yeasts. *J. Sci. Food Agr.*, 54, 275-286.
- Sommer, S., Dickescheid, C., Harbertson, J.F., Fischer, U. and Cohen, S.D. (2016) Rationale for Haze Formation after Carboxymethyl Cellulose (CMC) Addition to Red Wine. *J. Agric. Food Chem*, 6 (36), 6879-6887.
- Sudraud, R. & Caye, J. (1983). Elimination du calcium du vin par le procédé par contact utilisant du tartrate neutre de calcium. *Rev. Franc. Oenol.*, 91, 19-22.
- Usseglio-Tomasset, L. & Bosia P.D. (1982). Chiarimenti sperimentali sullo stato di saturazione del bitartrato potassico nei mosti e nei vini. *Riv. Vitic. Enol.*, 35, 261-295.
- Viaux, L., Devaux, F., Renaud, S. & Robillard, B. (1996a). Comparaison des stabilisations à l'acide tartrique racémique et au tartrate neutre de calcium dans des vins de Champagne. *Bull. O.I.V.*, 781-782, 237-249.
- Viaux, L., Gabas, N. & Robillard, B. (1996b). Induction de la cristallisation de l'hydrogenotartrate de potassium par le tartrate de calcium. *Rev. Franc. Oenol.*, 157, 5-9.
- Waters, E. J., Pellerin, P. and Brillouet, J. M. (1994). A *Saccharomyces* mannoprotein that protects wine from protein haze. *Carbohydr. Polym.*, 23, 185-191.