

GUIDA TECNICA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INQUINAMENTO DA BROMO E CLOROANISOLI NEL PROCESSO ENOLOGICO

Stefano Zaninotto¹, Milena Lambri²

¹ Amorim Cork Italia, Via Camillo Bianchi, 8 - 31015 Scomigo (TV)

stefano.zaninotto@amorim.com

² DiSTAS, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmense, 84 - 29122 Piacenza

milena.lambri@unicatt.it

1. INTRODUZIONE

Da parte del consumatore si osserva un progressivo aumento dell'attenzione al vino imbottigliato: ciò è legato a una evidente modifica dell'approccio al prodotto che, a sua volta, dipende da una sempre maggiore formazione e conoscenza. Questo costituisce un "incipit" per le aziende a svolgere analisi accurate dei fattori di rischio legati al "post bottling", intendendo come tale tutto il periodo che va dalla messa in bottiglia sino al consumo del vino stesso. Quest'ultima parte della vinificazione, coinvolge tecnicamente tutti gli elementi del packaging siano essi intesi in termini di chiusura, o di metodologia di imbottigliamento: aspetti che divengono fondamentali per ottenere un prodotto in linea con le aspettative del consumatore.

Dal punto di vista della valutazione dell'imballaggio, occorre ricordare che il vino è uno dei pochi prodotti alimentari privo della data di consumo preferibile la cui alterazione è percepita sostanzialmente come modifica del profilo sensoriale a causa dell'insorgenza di anomalie o difetti prettamente di carattere olfattivo. L'imballaggio, pertanto, non deve generare modifiche al quadro sensoriale del vino imbottigliato che deve mantenersi il più possibile immutato rispetto al momento in cui è stato confezionato (Art. 3 Reg. (CE) 1935/04). Altro aspetto, che riveste carattere normativo, è la conformità di Materiali e Oggetti e, dunque anche tappi e bottiglie (All. I Reg. (CE) 1935/04), destinati a venire a Contatto con gli Alimenti (MOCA), di cui si fanno garanti le stesse aziende produttrici di chiusure e bottiglie (Reg. (CE) n. 2023/06).

Nell'ambito delle alterazioni olfattive del vino vi sono, altresì, off-flavours come bromo- e cloroanisoli la cui occorrenza nel prodotto può essere legata a (Chassagnou & Maron, 2006; Chatonnet et al., 2010; Cravero, 2020; Fang et al., 2016; Pereira et al., 2000):

- una contaminazione veicolata dalla chiusura;
- presenza delle medesime sostanze alteranti negli ambienti di lavoro;
- adsorbimento dei contaminanti su supporti presenti nelle medesime aree della cantina (pallet, cartoni);
- ritenzione dei contaminanti da parte di legni, additivi e coadiuvanti che vengono poi a contatto col vino.

I principali composti responsabili di note olfattive riconducibili a cartone ammuffito, muffa e fungo (difetto di tappo) nel vino sono: 2,4,6-tricloroanisolo (TCA), 2,3,4,6-tetracloroanisolo (TeCA), pentacloroanisolo (PeCA) e 2,4,6-tribromoanisolo (TBA) (Cravero et al., 2015). Tra essi, il TCA è considerato il principale responsabile in almeno l'80% dei casi (Callejón et al., 2016) a causa della sua bassa soglia di percezione che varia da 0,03 a 1-2 ng / L in acqua (Griffith, 1974), 2 a 10 ng / L in vino bianco e da 5 a 22 ng / L nel vino rosso (Prescott et al., 2005). Tuttavia, il 2,4,6-tribromoanisolo (TBA), avente anch'esso una bassa soglia di percezione (0,5 µg / L in vini

bianchi) e un odore sgradevole di muffa e fungo (Michel, 2003), evidenzia un ruolo attivo nella compromissione dell'aroma del vino quando il TCA è contemporaneamente presente anche a concentrazioni inferiori alla sua soglia di percezione (Chatonnet et al., 2004).

Diversi studi hanno dimostrato che i microrganismi responsabili della produzione di questi metaboliti indesiderabili sono i funghi filamentosi (principalmente *Penicillium spp.*, *Seguiti da Aspergillus spp.*, *Cladosporium spp.*, *Trichoderma spp.* E *Fusarium spp.*, *Botrytis spp.*), altri autori hanno evidenziato l'implicazione di diverse specie di lievito nella loro produzione (Alvarez-Rodriguez et al., 2002; Jäger et al., 1996).

La maggior parte degli studi concorda sul fatto che la principale via di formazione dei cloroanisoli prevede la bio-metilazione diretta di clorofenoli (Prak et al., 2007). Questa trasformazione biologica è un meccanismo di detossificazione attraverso il quale i microrganismi rimuovono i fenoli alogenati (tossici per la maggior parte dei microrganismi) dall'ambiente colonizzato (Tindale et al., 1989).

I fenoli alogenati (clorofenoli) possono essere introdotti in cantina attraverso diverse fonti quali: pallet di legno, cartone, materiali di imballaggio e l'uso di soluzioni di ipoclorito per la pulizia dei contenitori enologici (Callejón et al., 2016). Inoltre, alcuni trattamenti enologici e la contaminazione da cloro di materiali organici a contatto con il vino, può portare al rischio di formazione di cloroanisoli mediante la clorurazione diretta di fenoli seguita da bio-metilazione (Gabrielli et al., 2020; Simpson & Sefton, 2007).

Pertanto, è sempre estremamente complesso stabilire l'origine e la fonte di una contaminazione sensoriale del vino, specie quando questa si verifica nel periodo post-bottling. È intento di questa nota tecnica quello di fornire un contributo pratico alla prevenzione di difetti generati, talvolta, da fattori e situazioni a cui non si attribuisce la dovuta importanza che sono, comunque, veicoli di possibile contaminazione.

Si richiama, in merito, il fatto che la contaminazione da sostanze capaci di generare odori e sapori di muffa, chiuso, stantio, straccio bagnato, ecc., esiste anche in settori diversi da quello vinario come, ad esempio nell'industria lattiero-casearia, brassicola, dei vegetali di quarta gamma, del caffè, del cacao, della frutta secca, di alcuni distillati e nondimeno, in quella farmaceutica e dell'igiene della persona (AFGC, 2007; Cacho et al., 2016; Capone et al., 1998; McGarrity et al., 2003; Peter and von Gunten, 2009; Whitfield, 1998).

Questi comparti hanno sviluppato, individualmente, buone pratiche di lavorazione (GMP) e liste di verifica (Check-list) al fine di minimizzare i rischi, individuandone le cause, i vettori che li generano e i relativi punti critici di controllo (CCP) secondo i ben noti principi dell'HACCP. La conoscenza di tutti i fattori che, nell'industria enologica, possono portare alla formazione di odori definiti "di muffa" permette lo sviluppo di buone pratiche atte a scongiurare queste situazioni nelle fasi precedenti l'imbottigliamento, con l'intento di diminuire rischi di alterazione sensoriale (Systecode, 2019; Cowey, 2006).

Obiettivo, quindi, della presente nota tecnica è quello di esaminare tutto il processo di vinificazione in termini di:

- locali ed ambienti di lavoro e di stoccaggio
- impianto fognario e smaltimento acque
- contenitori e vasi vinari
- tubazioni
- pallet e cartoni da imballaggio

- coadiuvanti
- sanificanti e detergenti

tenendo in considerazione quanto definito nel regolamento CE 852/2004 relativamente a infrastrutture, manutenzione, pulizia e formazione del personale.

Al termine dell'analisi, si propone l'utilizzo di un algoritmo che possa permettere di effettuare una valutazione oggettiva e, dunque anche affidabile a terze parti, dei rischi legati alla contaminazione del vino da inquinanti appartenenti alle classi dei cloro- e bromoanisoli. L'algoritmo, che funziona sulla scorta di una check-list, si basa sull'analisi dei rischi prevista dall'approccio HACCP, considerando frequenza del rischio e gravità (magnitudo) del relativo pericolo.

2. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INQUINAMENTO DA CLORO E BROMO ANISOLI NEL PROCESSO ENOLOGICO

2.1 Rischi e pericoli connessi ai locali e agli ambienti di lavoro e di stoccaggio

L'ambiente può essere fonte di inquinamento da cloro- e bromo fenoli, che sono i precursori diretti dei corrispettivi cloro e bromoanisoli dal potentissimo effetto odorante. Negli ambienti di cantina, siano essi di lavoro o di stoccaggio del vino, i fattori da considerare possono essere di seguito elencati.

- *Umidità relativa*: se superiore al 65 - 70 % può provocare accrescimenti di muffe tali da generare rischi di proliferazione e inquinamento.
- *Temperatura*: evitare valori superiori a 15-18°C per molte ore.
- *Pavimenti*: evitare la formazione di crepe, avvallamenti, buche che provocano ristagni di umidità e, nelle peggiori condizioni, di acqua con formazione di muffe.
- *Pareti*: mantenerne l'integrità evitando la formazione di crepe e di perdita del rivestimento. Preservare un buono stato degli angoli tra le pareti e il soffitto e tra le pareti e il pavimento, assicurandosi che non vi siano punti di difficile accesso per asciugatura e pulizie.
- *Soffitti*: mantenerne l'integrità evitando la formazione di crepe e di perdita del rivestimento. In caso di soffitti sospesi controllare la pulizia e l'assenza di umidità nella parte sovrastante i locali.
- *Bocche di lupo/caditoie*: tenere puliti i pozzetti evitando il ristagno di acqua e di materiale. Mantenerle per quanto possibile aperte per permettere il passaggio di aria.
- *Aperture verso l'esterno* valutare il rapporto tra le aperture (porte, portoni, finestre) e il volume d'aria interno per permettere il costante ricambio. Verificare se sussistono stagnazioni nei ricircoli dell'aria. In caso di necessità operare con ricambio dell'aria meccanico e forzato.
- *Tinteggiature* delle pareti e del pavimento utilizzando vernici e materiale per tinteggiatura privo di VOC (volatile organic compounds). Non effettuare verniciature sui contenitori o sulle pareti in presenza del vino.

- *Strutture in legno*: verificare il sistema di trattamento del legno al fine di evitare per quanto possibile la presenza di vernici a base di bromofenoli. Evitare la formazione di muffe sulla superficie.

2.2 Rischi e pericoli connessi all'impianto fognario e di smaltimento delle acque

I reflui sono uno dei fattori di maggiore rischio di contaminazione per la presenza al loro interno delle stesse molecole responsabili di alterazione sensoriale, oltre ad essere un substrato di crescita di muffe e funghi. Relativamente al tema "acqua in cantina", i fattori da considerare possono essere di seguito elencati.

- *Acqua di pozzo e di rete (acque di processo)*. L'acqua è uno dei veicoli fondamentali per i contaminanti, come ben dimostrato in letteratura (Peter & von Gunten, 2009). Sulle acque di processo occorre, quindi, valutare l'assenza di tali sostanze a seguito di trattamenti, quali: microfiltrazione, sanificazione, irraggiamento (Systecode, 2019).
- *Acque di lavaggio*: è da evitare il ristagno delle acque di lavaggio su pavimenti sia delle aree di stoccaggio, sia di quelle di imbottigliamento e tappatura.
- *Acque reflue interne*: bisogna porre attenzione al loro smaltimento totale tramite opportuna canalizzazione così da evitarne il ristagno.
- *Pozzetti interni*: vanno ispezionati con regolarità e mantenuti puliti al fine di evitare il ristagno di percolato e di materiale organico.

2.3 Contenitori e Vasi Vinari

In relazione al tipo di materiale con cui sono costruiti, le vasche e i vasi vinari possono presentare un rischio minore o maggiore legato alla presenza di asperità superficiali in cui possono formarsi piccole sacche microbiche, come accade nel caso della contaminazione dei contenitori in legno da parte di *Brettanomyces bruxellensis*. Chiaramente, il rischio è presente anche nel caso degli altri materiali (inox, cemento, vetroresina) specie in corrispondenza di specifici punti quali i rubinetti assaggiavino, le portelle di scarico e le cannule di livello soprattutto se non vi è una costante pulizia. Pertanto, l'attenzione deve essere mirata a:

- *contenitori in acciaio, vetroresina, e cemento* ove è necessario evitare il ristagno di acqua e/o vino in punti quali assaggiavino, portelloni, cannule di livello;
- *contenitori in cemento non vetrificati, in argilla e in coccio* ove si deve porre attenzione alla formazione di tartrati che possano fungere da collettori per odori sgradevoli;
- *contenitori in legno* cui si deve porre particolare attenzione per evitare i ristagni interni di acqua. Occorre effettuare manutenzione attraverso ripulitura da tartrati e levigatura interna del legno. Inoltre, è opportuno svolgere verifiche periodiche sullo stato di conservazione del legno anche esterno. Si ricorda, in merito, che l'OIV prevede controlli specifici dei legnami utilizzati;
- *contenitori in vetro*: il rischio, considerato il materiale, è da addebitarsi eventualmente all'uso di detergenti a base cloro oppure alla detersione con acqua di lavaggio contaminata.

2.4 Tubazioni

Le tubazioni sono paragonabili ai contenitori, in quanto al loro interno è presente il prodotto. Rispetto ai contenitori, dove il liquido rimane fermo, nelle tubazioni vi è un flusso e, pertanto, se le stesse sono inquinate, possono contaminare il prodotto per effetto trascinalimento. Non vi sono indicazioni specifiche se, in tale caso, siano maggiormente rischiose le tubazioni in metallo o quelle in materiale plastico; in merito:

- *tubazioni fisse in metallo*: verificare che non persistano ristagni di umidità o di liquidi. Controllare nelle curve eventuali punti di corrosione e/o formazione di biofilm;
- *tubazioni mobili in materiale plastico*: assicurarsi che le stesse non rimangano a terra e che siano prive di ristagni di umidità e liquidi. Non deve esservi presenza di muffe o biofilm sia all'interno, sia all'esterno, che nei punti di attacco e collegamento.

2.5 Pallets e cartoni da imballaggio

Il legno e la carta/cartone sono fonti molto consistenti di inquinamento da cloro e bromo fenoli, per i tipi di processo a cui sono sottoposti. Porre attenzione al loro stoccaggio risulta molto importante al fine di diminuire i rischi di successivi e casuali inquinamenti. Pertanto, è consigliato immagazzinarli in locali areati e deodorizzati separati dalle aree di stoccaggio del vino, dei coadiuvanti, dei tappi in sughero.

- *Pallets in legno*: tali materiali sono in grado di trattenere le sostanze contaminanti come i VOC e di rilasciarli all'ambiente di cantina. Pertanto, occorre verificare l'assenza di muffe nelle tavole e negli zoccoli ed accertarsi del tipo di sanificazione. Non utilizzare materiale con legno non trattato.
- *Cartoni da imballaggio*: devono presentare assenza di muffe e integrità della parte esterna.

2.6 Coadiuvanti

Sono probabilmente la più elevata fonte di rischio contaminazione presente in cantina, in quanto non sempre vengono conservati e mantenuti con attenzione e rigore. Sacchi, bottiglie, taniche e fustini devono essere chiusi dopo l'uso e riposti in locali areati, privi di odori, di solventi e di possibili fonti di inquinamento. È bene, inoltre, ricordare che al protrarsi del tempo trascorso nei locali della cantina, aumenta il rischio di contaminazione dei prodotti stessi. Porre, inoltre, attenzione anche al tipo di imballaggio e, se necessario, proteggere ulteriormente i coadiuvanti. Il cambio di stato del prodotto (da polverulento a compatto, da gel a liquido) che permane in un certo ambiente può dare indicazione di un potenziale rischio di contaminazione del coadiuvante stesso.

- *polveri, liquidi, gel, alginati, incapsulati*: porre attenzione alla data di acquisto, all'ultima data di utilizzo, alla condizione della confezione, allo stato del materiale rispetto allo stato iniziale;
- *cartoni e cartucce filtranti mono e pluri-utilizzo*: porre attenzione alla data di acquisto, all'ultima data di utilizzo, alla condizione della confezione, ai prodotti utilizzati per il lavaggio e la sanificazione.

Se i coadiuvanti devono essere mantenuti a specifiche condizioni ambientali occorre effettuare le debite verifiche sullo stato e la condizione dell'area o della cella di conservazione.

2.7 Sanificanti e detergenti

L'utilizzo poco attento di sanificanti e detergenti può avere un impatto molto forte sulla generazione di molecole fortemente odoranti quali appunto sono gli anisoli. A questo proposito si ricorda come i prodotti a base di cloro siano riconosciuti come l'innescò per la formazione di odori sgradevoli nel vino. Pertanto:

- *detergenti clorurati con ossigeno attivo (acqua ossigenata)* di cui occorre monitorare dove vengono utilizzati e a quale frequenza, oltre a considerare che esiste una procedura per l'utilizzo e l'inertizzazione degli eventuali residui;
- *vapore- acqua calda*: da trattarsi come esposto in relazione alle acque di lavaggio.

2.8 Impianto di riempimento e imbottigliamento

Poiché è l'ultima operazione della vinificazione, essa assume notevole importanza anche in ragione del fatto che in seguito non è più possibile porre rimedio a quanto svolto. Il controllo della linea di riempimento e imbottigliamento è, pertanto, fondamentale al fine di evitare possibili contaminazioni non più rimediabili.

- *riempitrice e becchi di riempimento*: assumono importanza il tipo di detergente e/o sanificante utilizzato, la sciacquatura o l'utilizzo del vapore;
- *tramoggia, alimentatore e scatole di compressione del tappatore*: fare attenzione ai detergenti e ai sanificanti impiegati nel piano di pulizie.

3. CHECK-LIST CON ALGORITMO DI CALCOLO DEL RISCHIO

Il foglio di calcolo è suddiviso in 7 aree che compongono i locali in cui normalmente è composto uno stabilimento enologico. Le singole aree sono a loro volta suddivise per processi produttivi o di supporto, suscettibili di poter generare il pericolo e, quindi, la contaminazione del vino con bromo-cloroanisoli.

In base al numero di risposte verrà generata la valutazione dell'area che prevede condizioni che spaziano dal "rischio nullo" alle condizioni di area "fuori controllo".

Il risultato permetterà inoltre di effettuare sia azioni correttive specifiche, sia il ripristino di aree produttive fuori controllo. Inoltre, l'utilizzo dell'algoritmo, può facilitare la comprensione di situazioni anomale oppure legate alla comparsa di contaminazioni non previste o lievemente anomale.

La precedenza nelle azioni correttive dei singoli parametri è legata al colore e quindi: massima per il colore rosso, nulla per il colore verde scuro, intermedia e progressiva per le altre situazioni in base alla valutazione dell'area stessa.

3.1 MODALITA' DI IMPIEGO

Il calcolo predisposto dagli Autori si basa sull'obiettività di giudizio del valutatore e sulla sua conoscenza dei processi e delle operazioni svolte all'interno della cantina.

Dopo aver aperto il foglio di calcolo, occorre cliccare sul pulsante "RESET" in alto. Questa operazione permette di annullare tutti i precedenti inserimenti.

A questo punto, occorre flaggare solamente i campi che prevedono una risposta positiva alla specifica domanda.

Alla conclusione, l'algoritmo darà una valutazione dell'entità del rischio relativo alla contaminazione da bromo- e cloroanisoli sia per la singola area, sia per l'intero stabilimento enologico.

L'algoritmo di valutazione è scaricabile tramite il seguente link <https://www.federlegnoarredo.it/it/associazioni/assoimballaggi/attivita-e-servizi-per-i-soci>

Per informazioni e delucidazioni è possibile inviare una mail agli Autori.

BIBLIOGRAFIA

- AFGC. Australian Food and Grocery Council (2007). Organohalogen Taints in Foods. ABN 23 068 732 883, Locked Bag 1, Kingston ACT 2604
- Alvarez-Rodriguez, M.L., Lopez-Ocana, L., Lopez-Coronado, J.M., Rodriguez, E., Martinez, M.J., Larriba, G., Coque, J.J.R., 2002. Cork taint of wines: Role of the filamentous fungi isolated from cork in the formation of 2,4,6-trichloroanisole by O-methylation of 2,4,6-trichlorophenol. *Applied and Environmental Microbiology* 12, 5860–5869.
- Cacho, J.I., Campillo, N., Viñas, P., Hernández-Córdoba, M. (2016). Cloud point extraction and gas chromatography with direct microvial insert thermal desorption for the determination of haloanisoles in alcoholic beverages. *Talanta*, 160 (1), 282-288.
- Callejón, R.M., Ubeda, C., Ríos-Reina, R., Morales, M.L., Troncoso, A.M. (2016). Recent developments in the analysis of musty odour compounds in water and wine: A review. *Journal of Chromatography A* 1428, 72–85.
- Capone D.L., Skouroumounis, G.K., Barker, D.A., Mclean, H.J. Pollnitz, A.P., Sefton, M.A. (1999). Absorption of chloroanisoles from wine by corks and by other materials. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 5, 91–98.
- Chassagnou C. & Maron J.M. (2006). Qualità dell'aria in cantina. Diagnosi e soluzioni. *InfoWine* 2006 n. 11/1.
- Chatonnet P, Bonnet S, Boutou S, Labadie MD. 2004. Identification and responsibility of 2,4,6-tribromoanisole in musty, corked odors in wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1255-1262.
- Chatonnet, P., Fleury, A., Boutou, S. (2010). Identification of a new source of contamination of quercus sp. Oak Wood by 2,4,6-trichloroanisole and its impact on the contamination of barrel-aged wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (19), 10528-10538.
- Cowey G. (2006). The avoidance of taints and contaminations during winemaking. *Australian Wine Research Institute*. <https://it.scribd.com/document/310632466/The-Avoidance-of-Taints-and-Contaminations-During-Winemaking1>
- Cravero (2020). Musty and moldy taint in wines: A review. *Beverages*, 6 (2), 1-13.
- Cravero, M.C., Bonello, F., Pazo Alvarez, M.C., Tsolakis, C., Borsa, D., 2015. The sensory evaluation of 2,4,6-trichloroanisole in wines. *Journal of the Institute of Brewing* 121, 411–417.
- Fang, L., Hallam, D., Bermúdez, R. (2016). Experimental studies on removal of airborne haloanisoles by non-thermal plasma air purifiers. *Energy and Buildings*, 130, 238-243.

- Gabrielli M., Englezos V., Rolle L., Rio Segade S., Giacosa S., Cocolin L., Pissoni M.A., Lambri M., Rantsiou K., Maury C. (2020) Chloroanisoles occurrence in wine from grapes subjected to electrolyzed water treatments in the vineyard. *Food Research International*, 137, 109704.
- Griffith, N.M. (1974). Sensory properties of the chloroanisoles. *Chemical Senses* 1, 187–195.
- Jäger, J.P., Diekmann, J., Lorenz, D., Jakob, L. (1996). Cork-borne bacteria and yeasts as potential producers of off-flavours in wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2 (1), 35-41
- McGarrity, M.J., McRoberts, C., and Fitzpatrick M. (2003). Identification, Cause, and Prevention of Musty Off-Flavors in Beer. *MBAA TQ*, 40 (1) 44–47.
- Michel, G. Les goûts de bouchon, mise au point. (2003) *Revue Francaise d’Oenologie*, 202, 20–22.
- Pereira, C.S., Figueiredo Marques, J.J., San Romao, M.V. (2000). Cork taint in wine: Scientific knowledge and public perception—A critical review. *Critical Reviews in Microbiology* 26, 147–162.
- Peter, A & von Gunten, U. (2009). Taste and odour problems generated in distribution systems: a case study on the formation of 2,4,6-trichloroanisole. *Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA*, 58.6, 386-394.
- Prak, S., Gunata, Z., Guiraud, J., Schorr-Galindo, S. (2007). Fungal strains isolated from cork stoppers and the formation of 2,4,6-trichloroanisole involved in the cork taint of wine. *Food Microbiology* 24, 271–280.
- Prescott, J., Norris, L., Kunst, M., Kim, S. (2005). Estimating a “consumer rejection threshold” for cork taint in white wine. *Food Quality and Preference* 16, 345–349.
- Regolamento (CE) N. 1935/2004 Del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 ottobre 2004 riguardante i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari e che abroga le direttive 80/590/CEE e 89/109/CEE (GU L 338 del 13.11.2004)
- Regolamento (CE) N. 2023/2006 della Commissione del 22 dicembre 2006 sulle buone pratiche di fabbricazione dei materiali e degli oggetti destinati a venire a contatto con prodotti alimentari (GUCE L384/75 del 29.12.2006)
- Simpson, R.F., Sefton, M.A. (2007). Origin and fate of 2,4,6-trichloroanisole in cork bark and wine corks. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 13, 106–116.
- Systecode (2019).
<https://www.federlegnoarredo.it/it/associazioni/assoimballaggi/sughero/systecode-c-e-liege>
- Tindale, C.R., Whitfield, F.B., Levingston, S.D., Nguyen, T.H. (1989). Fungi isolated from packaging materials: Their role in the production of 2,4,6-trichloroanisole. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 49, 437–447.
- Whitfield, F.B. (1998). Microbiology of food taints. *International Journal of Food Science and Technology*. 33 (1), 31-51.