

Agris

Agenzia regionale
per la ricerca in agricoltura



REGIONE
AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

QUADERNI DEL

*SERVIZIO TECNOLOGIA DEL SUGHERO E DELLE MATERIE PRIME
FORESTALI*

N° 17

Tappi di sughero. Effetti della copertura della materia prima durante la stagionatura

M. Giua, G. Marzeddu, F. Pampiro, I. Fois, R. Manuedda

Tempio Pausania
2019

Tappi di sughero. Effetti della copertura della materia prima durante la stagionatura

M. Giua, G. Marzeddu, F. Pampiro, I. Fois, R. Manuedda

*Agris Sardegna – Servizio Ricerca per la tecnologia del Sughero e delle materie prime forestali.
Via Limbara 9, 07029 Tempio Pausania – Italia.*

Corresponding author: Maria Giua (migiua@agrisricerca.it).

Riassunto

Il sughero destinato alla produzione di tappi prevede un periodo di stagionatura di 6 - 12 mesi. Secondo il metodo tradizionale la stagionatura è eseguita all'aperto con le plance di sughero disposte orizzontalmente e la schiena rivolta verso l'alto. Attualmente si stanno diffondendo modalità di stagionatura diverse fra cui la copertura delle cataste e lo stoccaggio delle plance in posizione inclinata per evitare i ristagni d'acqua. Una partita di sughero di una stessa origine è stata suddivisa in quattro cataste, stagionate secondo quattro diverse modalità per mettere a confronto la stagionatura tradizionale con quelle alternative. Dopo la stagionatura da ciascuna catasta sono stati prodotti tappi monopezzo. Questi sono stati suddivisi in tre classi diverse per massa volumica per complessive 12 tesi sperimentali. I tappi delle diverse tesi, dopo la caratterizzazione, sono stati utilizzati per determinarne le prestazioni in prove d'imbottigliamento e le cessioni. L'analisi dei dati ha fatto rilevare differenze significative relativamente alla massa volumica, con migliore tenuta dei tappi con massa volumica più elevata e cessioni più basse per quelli con massa volumica minore. Relativamente alle modalità di stagionatura non sono state rilevate differenze significative. Per i caratteri analizzati, pertanto, le modalità di stagionatura alternative a quella tradizionale non sembrano portare vantaggi.

Parole chiave: Sughero, Stagionatura, Tappi naturali, Prestazioni, Tenuta, Cessioni.

Abstract

Cork for the production of cork stoppers is seasoned for a period of 6-12 months after stripping. According to the traditional method, the seasoning is performed outdoors with the cork plank arranged horizontally and the back facing upwards. Currently, different methods of seasoning are widespread, including the covering of planks and their storage in slanting position to avoid water stagnation. A batch of cork of the same origin was divided into four stacks, seasoned according to four different methods to compare the traditional seasoning with the alternative ones. After seasoning, natural cork stoppers were produced from each stack. The corks were divided into three different classes by density for a total of 12 experimental theses. After the characterization, the corks of the different theses were tested to determine their performance in bottling tests as well their migrations. The density of the corks affected the test results, with better sealing of the stoppers with higher density and lower migrations for those with lower density. Regarding the seasoning methods, no significant differences were found. Therefore, for the analyzed characters, the alternative seasoning methods do not seem to bring advantages.

Key words: Cork, Seasoning, Natural cork stoppers, Performance, Sealing, Migrations.

Introduzione

La trasformazione del sughero destinato alla produzione di tappi prevede un periodo di stagionatura che, tradizionalmente, ha la durata di 6 - 12 mesi. Tale intervallo di tempo, basato fondamentalmente sull'esperienza delle aziende di trasformazione, permette al sughero di assumere le caratteristiche tecnologiche idonee alla successiva lavorazione. Durante questo periodo il tessuto suberoso perde il 10-30% del suo peso e subisce fenomeni d'idrolisi e ossidazione chimica ed enzimatica con una parziale depolimerizzazione della suberina e la trasformazione di alcuni componenti fenolici che lo rendono idoneo alla lavorazione. Secondo il metodo tradizionale la stagionatura è eseguita all'aperto con le plance di sughero disposte orizzontalmente e la schiena rivolta verso l'alto. Attualmente si stanno diffondendo modalità di stagionatura diverse fra cui la copertura delle cataste e lo stoccaggio delle plance in posizione inclinata per evitare ristagni d'acqua. Precedenti sperimentazioni, (Giua *et al.* 2014), hanno messo in evidenza differenze di tenuta tra tappi prodotti da sughero stagionato all'aperto e sughero stagionato sotto copertura. In particolare, tappi ottenuti da sughero stagionato all'aperto hanno registrato minori assorbimenti e progressioni di vino rispetto a quelli ottenuti da sughero stagionato sotto copertura.

Il progetto ha lo scopo di mettere a confronto la tenuta e le cessioni di tappi naturali ottenuti dalla lavorazione di una partita di sughero della stessa origine, stagionato con diverse modalità di stoccaggio per uno stesso intervallo di tempo.

Materiali e metodi

È stato utilizzato un campione di circa 500 kg di sughero di 10 anni appartenente ad una partita di qualità commerciale mista I - IV estratta in Comune di Berchidda a fine giugno 2015. La cernita, la stagionatura e la lavorazione sono state eseguite presso lo stabilimento dell'azienda Colla & Fresu di Berchidda.

Prima dell'avvio della stagionatura, il sughero è stato selezionato per verificarne lo spessore e l'assenza di difetti e, successivamente, è stato impilato in cataste per la stagionatura. Ogni catasta è stata disposta su una base d'appoggio provvista di una struttura laterale per fare da supporto alle plance.

Sono state predisposte 4 cataste, una per ogni modalità di stagionatura allo studio, costituite da circa 100 kg di sughero ciascuna. Tre cataste sono state realizzate impilando le plance orizzontalmente, con la crosta rivolta verso l'alto, la quarta è stata realizzata disponendo le plance in posizione inclinata. Dopo la costituzione le cataste sono state avviate alla stagionatura nel cortile della fabbrica in condizioni differenti (Tab. 1).

Tabella 1. Collocazione delle cataste di sughero.

Sigla identificativa	Posizione delle plance	Collocazione
TR	Orizzontale con crosta in alto	All'aperto
TE	Orizzontale con crosta in alto	Sotto tettoia
PL	Orizzontale con crosta in alto	Sotto teli di plastica
IN	Inclinate	All'aperto

A novembre 2016, dopo 17 mesi di stagionatura, il sughero di ogni catasta è stato trasformato in tappi monopezzo con misure nominali 24 mm di diametro e 45 mm di lunghezza. La lavorazione è stata eseguita in conformità alle prescrizioni del codice C.E. Liège (2016).

Al termine del ciclo produttivo i tappi ottenuti da ogni catasta sono stati suddivisi meccanicamente in azienda in 3 classi ponderali identificate X, Y e Z e caratterizzate dagli intervalli di massa e di massa volumica riportati in tabella 2.

Tabella 2. Classificazione ponderale dei tappi.

Classe di peso	MVA [kg/m ³]	Massa [g]
X	130 ÷ 159	2,65 ÷ 3,24
Y	160 ÷ 188	3,25 ÷ 3,83
Z	189 ÷ 225	3,84 ÷ 4,58

La verifica della classificazione ponderale è stata eseguita dal laboratorio.

Il piano sperimentale adottato tiene conto dei seguenti fattori:

- a) Copertura del sughero: all'aperto secondo il metodo tradizionale (TR), sotto tettoia (TE), con copertura in plastica (PL) e all'aperto con plance inclinate (IN);

b) Classe ponderale dei tappi: leggeri (X), medi (Y) e pesanti (Z);

per un totale di 12 tesi.

Prima di testarne le prestazioni in prove d'imbottigliamento, i tappi sono stati caratterizzati attraverso i seguenti controlli:

- Controllo delle dimensioni (ISO 9727 – 1: 2007);
- Controllo della massa e della massa volumica (ISO 9727 – 2: 2007);
- Controllo del contenuto d'umidità, metodo con igrometro (ISO 9727 – 3: 2007);
- Controllo del recupero del diametro dopo compressione (ISO 9727–4: 2007). I tappi testati sono stati compressi sino al diametro di 16 mm ed il recupero è stato rilevato dopo 3 minuti. Per ciascun campione sono state eseguite due misure del diametro, una nella direzione degli accrescimenti annuali del sughero ed una in direzione perpendicolare.
- Controllo della forza di estrazione, metodo di tappatura a vuoto e stappatura dinamometrica dopo un'ora (ISO 9727 – 5: 2007).

Le prestazioni dei tappi sono state testate con le seguenti prove:

- Controllo dell'assorbimento e della progressione di un simulante del vino dopo imbottimenti della durata di 8 giorni e di 6 mesi. Per la prova sono state utilizzate bottiglie bordolesi da 750 ml riempite con soluzione etanolica colorata con blu di metilene. Tre ore dopo la tappatura le bottiglie sono state poste in posizione orizzontale e tenute ad una temperatura di 15 – 20 °C. Durante il periodo di conservazione, allo scopo di registrare l'eventuale insorgenza di colature, le bottiglie sono state monitorate giornalmente nella prima settimana, settimanalmente nel primo mese e mensilmente dal secondo mese. Al termine del periodo di conservazione le bottiglie sono state stappate e sono stati misurati assorbimento e progressione del simulante. L'assorbimento è stato misurato come differenza fra la massa del tappo rilevata al termine della prova e la massa iniziale, la progressione è stata misurata lungo la superficie laterale del tappo nel punto di massima risalita;
- Determinazione della migrazione globale col metodo ISO 10106:2003;

- Determinazione della cessione di tannini utilizzando un metodo interno del laboratorio. La prova è eseguita in spettrofotometria UV-Vis a lunghezza d'onda di 760 nm, utilizzando il reattivo di Folin-Denis ed una soluzione satura di sodio carbonato. Il mezzo d'estrazione è costituito da una soluzione etanolica al 10% (V/V) portata a pH 3,0÷3,5 con acido tartarico. Le misure sono state eseguite con uno Spettrofotometro Perkin Elmer Lambda 2.

Il numero delle unità sperimentali testate per ciascuna prova è riportato in Tabella 3.

Tabella 3. Numero di tappi testati.

Carattere esaminato	Unità sperimentali
Controllo delle dimensioni, massa e massa volumica	120
Contenuto dell'umidità	240
Recupero diametro	60
Forza di estrazione dopo tappatura a vuoto	60
Assorbimento e progressione dopo imbottigliamento di 8 giorni	120
Assorbimento e progressione dopo imbottigliamento di 6 mesi	120
Controllo della migrazione globale	108
Determinazione della cessione di tannini	120
Numero totale delle unità sperimentali utilizzate per l'esecuzione delle prove	948

I dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza e la significatività delle medie è stata analizzata col test di Tukey utilizzando il software Minitab 15.

Risultati e discussione

Caratterizzazione dei campioni

Le dimensioni medie dei tappi rientrano nelle tolleranze, fissate dalla Norma ISO 16240:2013, di $\pm 0,5$ mm per il diametro e $\pm 0,7$ mm per la lunghezza. L'ovalizzazione risulta inferiore a 0,1 mm. La massa volumica rientra nell'intervallo, indicato per i tappi naturali, $135 \div 225$ kg/m³ e l'umidità è compresa fra il 3% e l'8% (AA. VV., 2011). Le differenze fra le diverse tesi sperimentali sono molto piccole per tutti i caratteri analizzati. In particolare, la differenza della lunghezza e del diametro medi fra le diverse tesi è limitata rispettivamente a 0,02 mm e 0,05 mm, la differenza della massa a 0,13 g e la differenza della massa volumica a 5,3 kg/m³.

Il recupero del diametro ha fatto registrare un valore medio globale del 97,6% con un minimo del 95,9% e un massimo del 98,4%. Il recupero diametrale non ha fatto registrare differenze significative rispetto alla modalità di stagionatura ($p = 0,871$). Rispetto alla classe ponderale le differenze sono risultate significative ($p=0,001$) con medie del 97,9%, 97,6% e 97,2% rispettivamente per i tappi leggeri, medi e pesanti. Tali differenze, pur statisticamente significative, sono in ogni caso piccole. La Norma ISO 16240:2013 fissa un limite per il recupero del diametro del 90%.

La forza d'estrazione a vuoto ha fatto registrare una media globale di 23,1 daN, minimo 15,9 daN e massimo 30,4 daN con differenze non significative per la modalità di stagionatura e significative per la classe ponderale ($p < 0,001$). I tappi più pesanti hanno fatto registrare le forze d'estrazione a vuoto più alte con una media di 26,9 daN contro 22,1 daN per i tappi medi e 20,3 daN per quelli leggeri. All'interno di ciascuna classe ponderale le forze d'estrazione sono omogenee secondo quanto indicato dalla Norma ISO 16240:2013. Le medie per le variabili diametro, lunghezza, massa, massa volumica, contenuto d'umidità, recupero del diametro e forza d'estrazione a vuoto sono riassunte in tabella 4.

Tabella 4. Medie, intervalli di confidenza ($\alpha= 0,05$) e coefficienti di variazione delle variabili utilizzate per la caratterizzazione dei campioni.

Variabile	Media	Intervallo di confidenza		Coeff. variazione
		Limite inferiore	Limite superiore	
Lunghezza [mm]	45,10	44,93	45,27	0,11
Diametro [mm]	24,13	24,03	24,23	0,16
Massa [g]	3,578	2,836	4,495	10,59
Massa volumica [kg/m ³]	173,51	138,14	217,22	10,49
Umidità [%]	4	3	6	11,3
Recupero del diametro [%]	97,6	95,9	98,4	0,51
Forza d'estrazione a vuoto [daN]	23,1	15,9	30,4	14,90

I tappi utilizzati per le prove d'imbottigliamento sono stati caratterizzati dal laboratorio anche in relazione alla classe di qualità visiva (AA.VV., 2011). Oltre l'82% dei campioni appartiene alle classi visive B e C. La suddivisione percentuale dei campioni rispetto alla classe visiva è riassunta in tabella 5.

Tabella 5. Suddivisione percentuale dei campioni usati nelle prove d'imbottigliamento per classe di qualità visiva.

Classe di qualità visiva	Imbottigliamento di 8 giorni	Imbottigliamento di 6 mesi
B	51,6	54,2
C	26,7	30,8
A	21,7	12,5
D	-	2,5

Nota: La qualità visiva è decrescente dalla classe A alla D.

Analisi delle prestazioni dei tappi

Dopo imbottigliamento di 8 giorni i valori dell'assorbimento del simulante risultano molto bassi con un valore medio globale di 0,09 g (2,5% del peso medio dei campioni). Anche dopo imbottigliamento di 6 mesi l'assorbimento presenta valori bassi con una media globale di 0,5 g (14,7% del peso medio dei campioni). Pur non esistendo valori di

riferimento per questo carattere, il laboratorio ritiene accettabili, per imbottigliamenti di 6 mesi, assorbimenti inferiori al 20% della massa dei tappi.

Relativamente alla progressione del simulante lungo la superficie di separazione fra vetro e sughero, nelle prove d'imbottigliamento di 8 giorni e 6 mesi si registra una risalita media globale rispettivamente di 8,3 mm e 20,2 mm; i campioni con progressioni maggiori di 20 mm sono risultati il 5,8% dopo 8 giorni e il 42,5% dopo 6 mesi. Dopo 8 giorni non sono stati registrati campioni colosi, nelle prove di 6 mesi i campioni colosi sono risultati 4 (3,3%).

I valori medi e le deviazioni standard dell'assorbimento e della progressione a 8 giorni e 6 mesi in rapporto ai diversi fattori di variabilità sono riassunti nelle tabelle 6 e 7.

Tabella 6. Valori medi e deviazioni standard dell'assorbimento e della progressione per gli imbottigliamenti di 8 giorni per le diverse tesi sperimentali.

<i>Tesi Stagionatura</i>	TR		TE		PL		IN	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
Assorbimento [g/tappo]	0,08	0,05	0,08	0,06	0,10	0,04	0,09	0,05
Progressione [mm]	8,6	7,8	7,9	7,2	8,8	4,9	7,8	5,7

<i>Tesi Massa volumica</i>	X		Y		Z	
	media	ds	media	ds	media	ds
Assorbimento [g/tappo]	0,08	0,04	0,08	0,04	0,12	0,06
Progressione [mm]	8,0	6,6	8,4	7,2	8,4	5,6

Tabella 7. Valori medi e deviazioni standard dell'assorbimento e della progressione per gli imbottigliamenti di 6 mesi per le diverse tesi sperimentali.

<i>Tesi Stagionatura</i>	TR		TE		PL		IN	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
Assorbimento [g/tappo]	0,44	0,24	0,59	0,41	0,54	0,31	0,49	0,21
Progressione [mm]	21,6	11,1	20,1	15,3	19,6	11,5	19,5	9,3

<i>Tesi Massa volumica</i>	X		Y		Z	
	media	ds	media	ds	media	ds
Assorbimento [g/tappo]	0,56	0,34	0,49	0,33	0,50	0,24
Progressione [mm]	25,4	11,8	19,0	12,5	16,2	9,3

L'assorbimento e la progressione non mostrano differenze significative in relazione alla modalità di stagionatura della materia prima. Rispetto alla classe ponderale sono state rilevate differenze significative per l'assorbimento nelle prove d'imbottigliamento di 8 giorni e per la progressione in quelle di 6 mesi (tabella 8).

Tabella 8. Assorbimento e progressione, significatività (p-value) dei fattori di variabilità.

Fattori di variabilità	Assorbimento p-value		Progressione p-value	
	8 giorni	6 mesi	8 giorni	6 mesi
Modalità di stagionatura	0,309	0,289	0,911	0,889
Classe ponderale	< 0,001	0,553	0,966	0,001

I confronti multipli, relativi all'assorbimento e alla progressione, effettuati all'interno delle 3 classi ponderali sono riportati nelle tabelle 9 e 10.

Tabella 9. Confronto fra le medie (Test di Tukey 95%) relativo all'assorbimento in prove d'imbottigliamento di 8 giorni in base alla classe ponderale.

Classe ponderale	Differenze	p value
X	X - Y	0,981
	X - Z	< 0,001
Y	Y - Z	< 0,001

Tabella 10. Confronto fra le medie (Test di Tukey 95%) relativo alla progressione in prove d'imbottigliamento di 6 mesi in base alla classe ponderale.

Classe ponderale	Differenze	p value
X	X - Y	0,031
	X - Z	0,001
Y	Y - Z	0,525

La forza d'estrazione media nelle prove d'imbottigliamento di 8 giorni risulta uguale a 22,9 daN con minimo e massimo di 17,7 daN e 30,5 daN. Nelle prove di 6 mesi la media globale è uguale a 19,9 daN con minimo e massimo di 11,5 daN e 28,8 daN. I

valori relativi alle 4 modalità di stagionatura e alle 3 classi di massa volumica studiate sono riassunti nelle tabelle 11 e 12 rispettivamente per le prove di 8 giorni e 6 mesi.

Tabella 11. Valori medi e deviazioni standard delle forze d'estrazione nelle prove d'imbottigliamento di 8 giorni per le diverse tesi sperimentali.

<i>Tesi Stagionatura</i>	TR		TE		PL		IN	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
Forza d'estrazione [daN]	23,1	3,2	23,3	2,6	22,6	3,5	22,5	2,6

<i>Tesi Massa volumica</i>	X		Y		Z	
	media	ds	media	ds	media	ds
Forza d'estrazione [daN]	19,8	1,4	22,8	1,6	25,9	1,9

Tabella 12. Valori medi e deviazioni standard delle forze d'estrazione nelle prove d'imbottigliamento di 6 mesi per le diverse tesi sperimentali.

<i>Tesi Stagionatura</i>	TR		TE		PL		IN	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
Forza d'estrazione [daN]	19,7	3,3	21,1	4,5	19,1	3,2	19,8	3,5

<i>Tesi Massa volumica</i>	X		Y		Z	
	media	ds	media	ds	media	ds
Forza d'estrazione [daN]	16,5	2,0	20,2	2,3	23,2	3,0

I valori della forza d'estrazione dopo 8 giorni sono comparabili con quelli ottenuti nella tappatura a vuoto eseguita per la caratterizzazione dei tappi. La forza d'estrazione dopo 6 mesi d'imbottigliamento mostra, come atteso, una diminuzione rispetto alle prove dopo 8 giorni.

Per le prove di 8 giorni non sono state rilevate differenze significative per la modalità di stagionatura ($p = 0,180$) a differenza delle prove a 6 mesi ($p = 0,014$). Tali differenze, pur significative dal punto di vista statistico, non rivestono importanza pratica. Riguardo alla classe ponderale, le differenze sono risultate altamente significative ($p < 0,001$) per

entrambi gli imbottigliamenti con medie più alte per i tappi con massa volumica maggiore.

Relativamente alle cessioni, si analizzano i risultati delle prove di migrazione globale e di cessione di tannini.

I valori medi di migrazione globale sono compresi fra 1,3 e 1,7 mg/tappo per le diverse modalità di stagionatura e fra 1,2 e 1,7 mg/tappo per le diverse classi ponderali. Le modalità di stagionatura non hanno fatto rilevare differenze significative ($p = 0,252$). Rispetto alla classe ponderale i tappi con massa volumica più bassa hanno fatto rilevare le migrazioni globali minori ($p = 0,002$). Le migrazioni globali risultano in ogni caso molto piccole e si collocano nella parte bassa dell'intervallo normalmente misurato dal laboratorio. I valori di migrazione trovati sono sempre inferiori al limite di 50 mg per kg di alimento in contatto fissato dalle normative (D.M. 21 marzo 1973 e s.m.i.).

Le differenze fra le diverse tesi sperimentali, anche quando statisticamente significative, non rivestono importanza dal punto di vista applicativo. I valori di migrazione globale sono riassunti in tabella 13.

Tabella 13. Valori medi e deviazioni standard delle migrazioni globali per le diverse tesi sperimentali.

<i>Tesi Stagionatura</i>	TR		TE		PL		IN	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
Migrazione globale [mg/tappo]	1,7	0,5	1,3	0,4	1,6	0,4	1,6	0,5

<i>Tesi Massa volumica</i>	X		Y		Z	
	media	ds	media	ds	media	ds
Migrazione globale [mg/tappo]	1,2	0,2	1,7	0,5	1,7	0,4

I valori medi di cessione di tannini sono compresi fra 8,3 e 13,1 mg/tappo per le diverse modalità di stagionatura e fra 8,6 e 13,0 mg/tappo per le diverse classi ponderali. L'analisi delle medie ha fatto rilevare differenze significative sia per la copertura ($p = 0,008$) sia per classe ponderale ($p = 0,004$); i tappi prodotti da sughero stagionato sotto tettoia e i tappi con massa volumica più bassa hanno fatto rilevare cessioni di tannini più

basse. I valori registrati si collocano nell'intervallo normalmente misurato dal laboratorio; le differenze, anche quando statisticamente significative, non rivestono importanza dal punto di vista applicativo. Le cessioni di tannini sono riassunte in tabella 14.

Tabella 14. Valori medi e deviazioni standard delle cessioni di tannini per le diverse tesi sperimentali.

<i>Tesi Stagionatura</i>	TR		TE		PL		IN	
	media	ds	media	ds	media	ds	media	ds
Cessione di tannini [mg/tappo]	10,7	7,3	8,3	5,0	12,9	7,6	13,1	5,0

<i>Tesi Massa volumica</i>	X		Y		Z	
	media	ds	media	ds	media	ds
Cessione di tannini [mg/tappo]	8,6	4,6	13,0	6,4	12,1	7,6

Conclusioni

La caratterizzazione dei campioni utilizzati nella sperimentazione ha evidenziato la conformità alle specifiche riportate nelle Norme e nei documenti tecnici di settore (ISO 16240:2013; AA. VV., 2011). Le prestazioni dei tappi nelle prove d'imbottigliamento non sono state influenzate dalle condizioni di stoccaggio del sughero grezzo durante la stagionatura. I dati ottenuti, non confermano le differenze di progressione e assorbimento registrate in precedenti sperimentazioni fra tappi ottenuti da sughero stagionato all'aperto e sughero stagionato sotto copertura (Giua *et al.*, 2014). Rispetto al fattore classe ponderale l'assorbimento e la progressione hanno fatto registrare differenze significative. In particolare i tappi appartenenti alla classe ponderale più alta hanno fatto registrare gli assorbimenti e le progressioni più bassi. La forza d'estrazione mostra valori medi significativamente più alti per i tappi con massa volumica maggiore. I valori di migrazione globale sono risultati sempre molto bassi e al di sotto dei limiti fissati dalle normative per tutte le tesi sperimentali. Non sono state rilevate differenze significative rispetto alle modalità di stagionatura mentre i tappi leggeri hanno mostrato valori di migrazione più bassi. Tali differenze, tuttavia, non rivestono importanza dal

punto di vista pratico. Le cessioni di tannini rientrano nei valori normalmente misurati dal laboratorio per queste tipologie di campioni e non è stata rilevata alcuna differenza significativa fra le tesi analizzate. Per i caratteri analizzati, pertanto, le modalità di stagionatura alternative a quella tradizionale non sembrano portare vantaggi.

Ringraziamenti

Hanno partecipato al progetto i Sigg. Annamaria Inzaina, Mauro Maciocco e Gavino Saba, che si ringraziano per la fattiva collaborazione nello svolgimento delle attività di competenza.

Un ringraziamento particolare al Sig. Sebastiano Colla e a tutto il personale del Sugherificio Colla & Fresu per il prezioso contributo nello sviluppo della sperimentazione.

Bibliografia

AA. VV. (2011). *Nuovo Disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero ad uso enologico*.

Agris Sardegna (2012). *Tappi e rondelle di sughero - Determinazione della cessione di tannini. Metodo spettrofotometrico*. SSS 006 SGQ 06/2012 – 01.

C.E. Liège (2016). *Code International des Pratiques Bouchonnières*. Ver. 7.00. Ed. Confédération Européenne du Liège.

Giua M., Pampiro F., Marzeddu G., Dimauro C., Gaspa G. (2014). *Effetti della stagionatura del sughero sulla tenuta di tappi monopezzo. Secondo contributo: prove di imbottigliamento*. Quaderni del DIRSS N° 8. Agris Sardegna. Sassari.

ISO 9727-1:2007. *Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.1: Determination of dimensions*.

ISO 9727 – 2:2007. *Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.2: Determination of mass and apparent density for agglomerated cork stoppers*.

ISO 9727 – 3:2007. *Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.3: Determination of humidity content*.

ISO 9727 – 4:2007. *Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.4: Determination of dimensional recovery after compression*.

ISO 9727 – 5:2007. *Cylindrical cork stoppers – Physical tests – Part.5: Determination of extraction force*.

ISO 10106:2003. *Cork stoppers. Determination of global migration*.

ISO 16240:2013. *Cork. Cork stoppers for still wines. Mechanical and physical specifications*.

Ministero della Sanità. D.M. 21 marzo 1973. *Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili, destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari o con sostanze d'uso personale*. G.U. Suppl. Ordin. N. 104 del 20/04/1973.

Minitab Inc. (2007). Minitab 15 Statistical software.