

Agris

Agenzia regionale
per la ricerca in agricoltura



REGIONE
AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

QUADERNI DEL DIRSS

DIPARTIMENTO DELLA RICERCA PER IL SUGHERO E LA SELVICOLTURA

N° 2

Indagine sulla resistenza a torsione di tappi tecnici di sughero Primo contributo

M. Giua, F. Pampiro, I. Fois, G. Marzeddu, C. Dimauro

Tempio Pausania
2012

Indagine sulla resistenza a torsione di tappi tecnici di sughero

Primo contributo

M. Giua⁽¹⁾, F. Pampiro⁽¹⁾, I. Fois⁽¹⁾, G. Marzeddu⁽¹⁾, C. Dimauro⁽²⁾

⁽¹⁾ *Agris Sardegna – Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Silvicultura, via Limbara 9, 07029 Tempio Pausania – Italia.*

⁽²⁾ *Dipartimento di Scienze Zootecniche, viale Italia, Università di Sassari, 07100 Sassari – Italia.*

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

Riassunto

È stata condotta un'indagine sulla resistenza alla torsione di tappi tecnici di sughero. Sono stati analizzati tappi di diverse dimensioni prodotti da aziende diverse con corpi ottenuti per stampo individuale e per estrusione. Sono stati misurati il momento torcente che determina la rottura e l'angolo di rottura su campioni di tappi per chiusura rasobocca di vini fermi e frizzanti e tappi per chiusura a fungo di vini spumanti. Sono state, inoltre, valutate le relazioni fra la resistenza a torsione e alcuni caratteri quali la massa volumica, il diametro dei tappi e la tecnologia di produzione del corpo agglomerato.

La resistenza a torsione è risultata più grande nei tappi con diametro maggiore mentre l'angolo di rottura non appare legato al diametro.

L'analisi della varianza del momento torcente secondo i fattori di classificazione azienda, tecnologia produttiva del corpo agglomerato (estrusione o stampo) e massa volumica ha mostrato che tutti questi fattori influiscono sulla resistenza a torsione. In particolare, il momento torcente risulta significativamente più alto nei tappi con massa volumica più elevata.

I valori di resistenza a torsione trovati costituiscono un primo contributo per fissare intervalli di riferimento per tappi tecnici di sughero.

Parole chiave: sughero, tappi tecnici, resistenza a torsione.

Abstract

An analysis of torsional resistance of agglomerated cork stoppers with natural cork washers was carried out. Corks of various dimensions produced by different factories with an agglomerated cork body individually molded or made by extrusion were studied. Maximum torsional moment and maximum angle of torsion (breaking point) of cork stoppers for still and semi-sparkling wines and for sparkling wine were measured. In addition, relationships between torsional strength and apparent density, corks diameter and technology of manufacture of the cork body were estimated.

Torsional strength was larger in corks with the greater diameter, while the maximum angle of torsion doesn't seem related to diameter.

The analysis of variance for torsional moment versus the factory, the production technology of the agglomerated body and the apparent density showed that all these factors affect the torsional strength. Particularly the torsional moment was larger in cork stoppers having the higher apparent density. Data of torsional strength found in this work constitute a first contribution in order to set reference values for agglomerated cork stoppers.

Key words: cork, sparkling wine corks, agglomerated cork stoppers, torsional resistance.

Introduzione

I tappi di sughero agglomerato e di sughero agglomerato con rondelle di sughero naturale sono largamente utilizzati su tutti i tipi di vini, in particolare su vini frizzanti, spumanti e champagne. I controlli sul prodotto effettuati dall'industria riguardano, principalmente, la massa volumica, la resistenza alla disaggregazione dell'agglomerato e la resistenza al distacco delle rondelle (misurate come resistenza alla bollitura), il contenuto d'umidità e la resistenza a torsione.

Per tutti questi caratteri, eccetto la resistenza a torsione, esistono valori di riferimento riportati nel *Nuovo Disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero ad uso enologico* (AA. VV., 2011). Per la resistenza alla torsione di tappi tecnici di sughero sono disponibili pochi dati, non sono stati fissati valori di riferimento e non esistono metodi di prova normati o codificati. Le schede tecniche di alcune aziende riportano, per *tappi spumante*, valori di resistenza a torsione e/o angoli di rottura diversi.

Il presente lavoro ha lo scopo di analizzare la variabilità di questo carattere e dare un contributo per individuare un intervallo di riferimento. Ha lo scopo, inoltre, di indagare le relazioni fra la resistenza alla torsione e altri caratteri quali la massa volumica, il diametro dei tappi e la tecnologia di produzione del corpo agglomerato.

Materiali e metodi

Sono stati analizzati tappi tecnici di sughero pronti all'uso con corpi agglomerati prodotti per stampo individuale e per estrusione. Per gli scopi del progetto sono stati selezionati tappi per chiusura *a fungo* di vini spumanti e *champagne* e tappi per chiusura *rasobocca* delle due dimensioni maggiormente diffuse sul mercato. Il progetto prevedeva l'analisi di campioni prodotti da tre aziende per ciascuna tipologia; tuttavia, per alcune tipologie è stato possibile reperire campioni di una sola azienda.

In particolare sono stati analizzati i seguenti campioni:

- Tappi 0+2, per chiusura a fungo, di dimensioni nominali 30,5 x 48 mm (diametro x lunghezza) costituiti da un corpo di sughero agglomerato ottenuto per stampo individuale e da 2 rondelle di sughero naturale incollate all'estremità

destinata al contatto col vino e smussati all'altra estremità. Il campione è costituito complessivamente da 300 tappi prodotti da tre aziende.

- Tappi 0+1, per chiusura a fungo, di dimensioni nominali 30,5 x 48 mm costituiti da un corpo di sughero agglomerato ottenuto per estrusione e da 1 rondella di sughero naturale incollata all'estremità destinata al contatto col vino e smussati all'altra estremità. Il campione è costituito da 150 tappi prodotti da un'unica azienda.
- Tappi 1+1, per chiusura rasobocca, di dimensioni nominali 24 x 44 mm costituiti da un corpo di sughero agglomerato ottenuto per stampo individuale e da 1 rondella di sughero naturale incollata a ciascuna estremità. Il campione è costituito complessivamente da 90 tappi prodotti da tre aziende.
- Tappi 1+1, per chiusura rasobocca, di dimensioni nominali 24 x 44 mm costituiti da un corpo di sughero agglomerato ottenuto per estrusione e da 1 rondella di sughero naturale incollata a ciascuna estremità. Il campione è costituito complessivamente da 90 tappi prodotti da tre aziende.
- Tappi 1+1, per chiusura rasobocca, di dimensioni nominali 26 x 42 mm costituiti da un corpo di sughero agglomerato ottenuto per stampo individuale e da 1 rondella di sughero naturale incollata a ciascuna estremità. Il campione è costituito da 90 tappi prodotti da un'unica azienda.
- Tappi 1+1, per chiusura rasobocca, di dimensioni nominali 26 x 42 mm costituiti da un corpo di sughero agglomerato ottenuto per estrusione e da 1 rondella di sughero naturale incollata a ciascuna estremità. Il campione è costituito da 90 tappi prodotti da un'unica azienda.

Complessivamente sono stati analizzati 810 tappi, 450 per chiusura *a fungo* e 360 per chiusura rasobocca, sui quali sono state eseguite le seguenti prove:

- Lunghezza e diametro (metodo *ISO 9727-1:2007*);
- Massa e massa volumica (metodo *ISO 9727-2:2007*);
- Resistenza a torsione (metodo interno del laboratorio).

Su ulteriori 20 tappi per tipologia sono stati eseguiti: il controllo del contenuto d'umidità riferito al peso secco misurato dopo essiccazione in stufa a 103 °C e il controllo della resistenza alla bollitura per verificare l'assenza di distacco delle rondelle e l'assenza di disaggregazione dell'agglomerato (AA. VV., 2011).

Il metodo per la misura della massa volumica è stato applicato a tappi di sughero agglomerato con rondelle di sughero naturale, benché preveda come campo d'applicazione solo i tappi costituiti interamente da sughero agglomerato. Tale scelta è stata dettata dalla necessità di testare tappi finiti pronti all'uso, adottando un metodo non distruttivo che consentisse la misura della resistenza a torsione sullo stesso campione.

Relativamente alla resistenza a torsione, è stato misurato il momento torcente che determina la rottura del manufatto a livello del corpo agglomerato e il corrispondente angolo di rottura. Per questa prova è stato utilizzato un torsionometro espressamente realizzato per testare tappi di sughero. Il torsionometro utilizzato è costituito da due ganasce, una fissa e una mobile, conformate per accogliere i tappi; la distanza fra le ganasce può essere regolata. La ganascia mobile ruota di 120° e una cella di carico misura la resistenza a torsione del campione durante tutto l'arco della rotazione. La cella di carico è stata tarata utilizzando masse campione certificate.

Per la prova sui tappi per chiusura *a fungo* la distanza tra le ganasce è stata impostata a 11 mm, mentre per i tappi per chiusura *rasobocca* è stata impostata a 17 mm. Le distanze sono state scelte tenendo conto delle differenti sollecitazioni a cui sono sottoposte queste due tipologie di tappi durante l'utilizzo.

Analisi dei dati

L'elaborazione dei dati è stata eseguita col software Minitab 15.

I contenuti d'umidità di tutti i campioni analizzati, espressi in percentuale del peso secco e riassunti in Tabella 1, rientrano nell'intervallo di riferimento fra 3% e 8% riportato nel *Nuovo Disciplinare (AA. VV., 2011)*. Si osserva che, mentre il valore medio è diverso da un campione all'altro, all'interno di ciascun campione è molto omogeneo (scarto fra il minimo e il massimo compreso fra 0,3% e 0,8%).

Tabella 1. Contenuti d'umidità, in percentuale del peso secco, rilevati per le diverse tipologie di tappi analizzate.

Tipologia	Tecnologia	Azienda	Media	Dev. std	Minimo	Massimo
0+2 Ø 30,5	stampo	1	5,2%	0,15%	5,0%	5,4%
		2	5,2%	0,15%	5,0%	5,5%
		4	3,9%	0,13%	3,7%	4,1%
0+1 Ø 30,5	estrusione	1	5,3%	0,20%	5,0%	5,7%
1+1 Ø 26	stampo	2	4,8%	0,16%	4,5%	5,1%
	estrusione	4	3,5%	0,15%	3,2%	3,8%
1+1 Ø 24	stampo	2	4,7%	0,18%	4,4%	5,0%
		3	3,5%	0,08%	3,3%	3,6%
		4	3,9%	0,08%	3,8%	4,1%
	estrusione	1	5,0%	0,23%	4,6%	5,4%
		4	4,0%	0,16%	3,5%	4,2%
		5	4,2%	0,12%	3,9%	4,5%

La prova di resistenza alla bollitura non ha evidenziato né disaggregazione dell'agglomerato né distacco delle rondelle.

Le masse dei tappi analizzati sono riassunte in Tabella 2.

Tabella 2. Masse, espresse in grammi, rilevate per le diverse tipologie di tappi analizzate.

Tipologia	Tecnologia	Azienda	Media	Dev. std	Minimo	Massimo
0+2 Ø 30,5	stampo	1	8,991	0,234	8,440	9,590
		2	9,327	0,324	8,575	10,212
		4	8,906	0,198	8,391	9,298
0+1 Ø 30,5	estrusione	1	9,515	0,356	8,379	10,371
1+1 Ø 26	stampo	2	6,116	0,280	5,422	6,875
	estrusione	4	6,383	0,217	5,935	7,002
1+1 Ø 24	stampo	2	5,570	0,170	5,275	5,880
		3	5,063	0,165	4,790	5,587
		4	5,340	0,179	4,781	5,628
	estrusione	1	5,140	0,153	4,848	5,476
		4	5,376	0,192	4,942	5,778
		5	5,564	0,323	4,810	6,212

Tabella 3. Diametri, espressi in millimetri, rilevati per le diverse tipologie di tappi analizzate.

Tipologia	Tecnologia	Azienda	Media	Deviaz. std	Minimo	Massimo
0+2 Ø 30,5	stampo	1	30,43	0,07	30,27	30,60
		2	30,61	0,05	30,43	30,68
		4	30,55	0,02	30,51	30,60
0+1 Ø 30,5	estrusione	1	30,41	0,08	30,12	30,60
		2	26,07	0,03	26,01	26,13
1+1 Ø 26	estrusione	4	26,68	0,03	26,60	26,74
		2	23,76	0,07	23,64	23,95
1+1 Ø 24	stampo	3	24,08	0,04	24,02	24,14
		4	24,11	0,03	24,04	24,20
		1	23,47	0,05	23,35	23,58
	estrusione	4	24,13	0,03	24,07	24,21
		5	24,06	0,09	23,90	24,21

In tutti i tappi analizzati i diametri (Tab. 3) rientrano nelle tolleranze di $\pm 0,3$ mm sul valore nominale riportate nel *Nuovo Disciplinare* (AA. VV., 2011). I valori della deviazione standard sono bassi in tutti i campioni analizzati e indicano che ciascun campione presenta diametri molto omogenei.

Le lunghezze di tutti i campioni analizzati (Tab. 4) rientrano nelle tolleranze di $\pm 0,4$ mm sul valore nominale riportate nel *Nuovo Disciplinare*. Come per il diametro, i valori della deviazione standard sono bassi in tutti i campioni analizzati, confermando che i tappi di uno stesso lotto presentano caratteri dimensionali omogenei.

Le masse volumiche dei tappi (Tab. 5) sono conformi ai limiti di (230 - 310) kg/m³ fissati dal *Nuovo Disciplinare* per i tappi tecnici.

Tabella 4. Lunghezze, espressi in millimetri, rilevate per le diverse tipologie di tappi analizzate.

Tipologia	Tecnologia	Azienda	Media	Dev. std	Minimo	Massimo
0+2 Ø 30,5	stampo	1	47,89	0,09	47,67	48,08
		2	48,07	0,10	47,75	48,33
		4	47,88	0,08	47,66	48,10
0+1 Ø 30,5	estrusione	1	47,80	0,10	47,59	48,05
1+1 Ø 26	stampo	2	41,90	0,09	41,73	42,16
		4	42,28	0,12	42,01	42,56
1+1 Ø 24	stampo	2	44,03	0,08	43,92	44,19
		3	44,45	0,09	44,27	44,61
		4	44,05	0,07	43,90	44,27
	estrusione	1	44,24	0,07	44,08	44,38
		4	44,06	0,08	43,91	44,28
5	44,37	0,05	44,25	44,47		

Tabella 5. Masse volumiche, espresse in kg/m³, rilevate per le diverse tipologie di tappi analizzate.

Tipologia	Tecnologia	Azienda	Media	Dev. std	Minimo	Massimo
0+2 Ø 30,5	stampo	1	258,15	6,89	242,32	274,41
		2	263,74	9,01	241,57	289,73
		4	253,76	5,83	238,74	265,65
0+1 Ø 30,5	estrusione	1	274,09	9,80	246,97	295,81
1+1 Ø 26	stampo	2	273,54	12,28	242,64	307,46
	estrusione	4	270,11	9,24	252,07	296,21
1+1 Ø 24	stampo	2	285,31	8,59	267,50	301,17
		3	250,14	8,47	235,80	275,65
		4	265,44	8,93	237,77	277,79
	estrusione	1	268,55	7,30	253,63	284,39
		4	266,81	9,50	246,28	286,28
		5	276,07	14,73	241,78	305,43

Dopo aver descritto i campioni si analizzano i valori della resistenza a torsione (momento torcente massimo che ha determinato la rottura del campione) e i relativi angoli di rottura (Tabb. 6 e 7).

L'analisi di questi dati deve tenere conto che per i tappi con diametro nominale di 30,5 mm la prova è stata eseguita con una distanza fra le ganasce del torsionometro di 11 mm, mentre per i tappi con diametro nominale di 26 mm e 24 mm questa distanza era di 17 mm.

Tabella 6. Resistenza a torsione, misurata come momento torcente massimo che ha determinato la rottura dei campioni, espressa in daNcm.

Tipologia	Tecnologia	Azienda	Media	Dev. std	Minimo	Massimo
0+2 Ø 30,5	stampo	1	60,0	2,7	53,6	67,9
		2	63,1	2,9	57,4	71,4
		4	65,1	2,3	58,1	74,1
0+1 Ø 30,5	estrusione	1	63,0	3,5	53,1	70,9
1+1 Ø 26	stampo	2	42,9	3,1	32,7	48,9
	estrusione	4	48,1	2,9	40,2	53,0
1+1 Ø 24	stampo	2	38,0	1,5	35,7	41,1
		3	32,2	2,2	29,4	35,9
		4	34,8	1,5	31,4	37,6
	estrusione	1	30,8	1,2	29,0	33,5
		4	34,8	1,6	31,6	37,8
		5	32,4	2,2	27,2	36,1

I valori medi e gli intervalli di confidenza della media al 95% della resistenza a torsione sono risultati uguali a 62,8 daNcm (62,5 – 63,1 daNcm) per i tappi di diametro nominale 30,5 mm, 45,5 daNcm (44,9 - 46,1 daNcm) per i tappi con diametro nominale di 26 mm e 33,8 daNcm (33,4 – 34,3 daNcm) per quelli di 24 mm. Gli angoli di rottura

a torsione, espressi in gradi sessagesimali, sono risultati rispettivamente uguali a 45,6°, 51,4° e 51,3°.

Tabella 7. Angoli di rottura dei campioni sottoposti a torsione, espressi in gradi sessagesimali.

Tipologia	Tecnologia	Azienda	Media	Dev. std	Minimo	Massimo
0+2 Ø 30,5	stampo	1	43,6	3,2	37	52
		2	52,8	5,2	39	68
		4	44,9	3,8	36	53
0+1 Ø 30,5	estrusione	1	42,6	3,7	32	51
1+1 Ø 26	stampo	2	51,1	6,6	36	65
	estrusione	4	51,8	5,4	39	61
1+1 Ø 24	stampo	2	59,8	4,7	52	70
		3	56,5	5,8	45	67
		4	52,4	3,8	46	60
	estrusione	1	45,1	4,1	37	51
		4	53,5	3,4	45	59
		5	40,8	4,0	33	51

Per ciascuno dei tre gruppi si è proceduto all'analisi della varianza per valutare se esistono differenze significative nei valori del momento torcente rispetto ai seguenti fattori di classificazione: tecnologia produttiva del corpo agglomerato (estrusione o stampo), azienda, massa volumica. In particolare, per la massa volumica sono state stabilite tre classi di densità: classe 1 con massa volumica inferiore a 250 kg/m³, classe 2 con massa volumica compresa fra 250 e 290 kg/m³ e classe 3 con massa volumica maggiore di 290 kg/m³. L'intervallo (250 - 290) kg/m³ è indicato come ottimale nel *Nuovo Disciplinare*.

L'analisi della varianza del momento torcente mostra differenze altamente significative ($p < 0,001$) per la tecnologia produttiva del corpo agglomerato (stampo o estrusione) sia per i tappi per chiusura *a fungo* che per i tappi per chiusura *rasobocca* con diametro nominale di 26 mm, mentre per i tappi rasobocca diametro 24 mm non emergono differenze significative ($p = 0,851$). Il fattore azienda è risultato altamente significativo ($p < 0,001$) per tutti e tre i gruppi di tappi e così anche i singoli contrasti. Fa eccezione l'azienda 3 rispetto all'azienda 4 per i tappi con diametro 24 mm con un p -value = 0,129.

Relativamente alla classe di densità, si registrano differenze altamente significative in tutti i campioni analizzati ($p < 0,001$ per i tappi per chiusura *a fungo* e per i tappi

rasobocca diametro 24 mm, e $p = 0,006$ per i tappi per chiusura rasobocca diametro 26 mm).

Si è quindi analizzata la correlazione fra il momento torcente e la massa volumica dei tappi. La correlazione è risultata significativamente diversa da zero ($p < 0,001$) nei tre gruppi con intensità pari a $R = 0,351$ per i tappi per chiusura a fungo, $R = 0,402$ per i tappi per chiusura rasobocca con diametro nominale 26 mm ed $R = 0,603$ e per i tappi per chiusura rasobocca diametro nominale 24 mm.

La correlazione tra massa volumica ed angolo di rottura è risultata significativamente diversa da zero ($p = 0,001$) solo per i tappi con diametro nominale di 26 mm. Anche in questo caso, comunque, la correlazione è estremamente bassa (24%).

Conclusioni

I campioni utilizzati per lo studio sono stati caratterizzati attraverso controlli di dimensioni, di contenuto d'umidità, massa volumica e resistenza all'acqua bollente. I controlli hanno evidenziato che i campioni sono conformi alle specifiche riportate nei documenti tecnici di settore.

L'analisi della varianza del momento torcente che ha determinato la rottura dei campioni secondo i fattori di classificazione azienda, tecnologia produttiva del corpo agglomerato (estrusione o stampo) e massa volumica, ha mostrato che tutti questi fattori influiscono sulla resistenza a torsione. Il momento torcente risulta significativamente più alto nei tappi con maggiore densità. Relativamente alla tecnologia produttiva del corpo agglomerato, la situazione è più articolata e le differenze sono significative per i tappi per chiusura *a fungo* e per i tappi per chiusura *rasobocca* con diametro di 26 mm mentre per i tappi *rasobocca* diametro 24 mm non emergono differenze significative. In particolare, i corpi prodotti per estrusione presentano resistenze a torsione maggiori di quelli prodotti per stampo individuale.

L'intervallo di confidenza della media al 95% del momento torcente è risultato il seguente: tappi con diametro di 30,5 mm: (62,5 – 63,1) daNcm; tappi con diametro di 26 mm: (44,9 - 46,1) daNcm; tappi con diametro di 24 mm: (33,4 – 34,3) daNcm. I valori di resistenza a torsione trovati costituiscono un primo contributo per fissare

intervalli di riferimento per tappi tecnici di sughero. A questo scopo sono necessari ulteriori approfondimenti e un'indagine estesa ad un maggior numero di aziende.

Ringraziamenti

Si ringraziano i Sigg. Roberta Manuedda, Gavino Saba, Stefano Picconi, Annamaria Inzaina e Mauro Maciocco, per il contributo tecnico fornito nelle attività di prova.

Bibliografia

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

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*.

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