anno 58 - n. 604
settembre 2019

CON IL PATROCINIO DI AITA

INDUSTRIE ALIMENTARI

COMEK
AUTOMATIC PACKAGING SOLUTIONS
www.comek.it

OMNYA EVO
SMART DESIGNING
FOR AN ABSOLUTE SPEED
AND CLEANLINESS

TECNOLOGIA SMART
E AMMORTAMENTI AL 270%

CIBUSTEC
22|25 OCT.2019 | PARMA | ITALY
PADIGLIONE 02 - STAND C 037

PESATRICI

CONFEZIONATRICI VERTICALI

IMPIANTI DI RIEMPIMENTO, SIGILLATURA E TAPPATURA

Poste Italiane spa - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (Conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 MBPA NORD OVEST - n. 8/2019 - IP - ISSN 0019-901X

CHIRIOTTI EDITORI
10064 PINEROLO - ITALIA - Tel. +039 0121393127 - Fax +039 0121794480 - info@chiriottieditori.it

Caratterizzazione merceologica dello zafferano dell'Aquila DOP

Merceological characterization of L'Aquila DOP saffron

• PAROLE CHIAVE

zafferano, crocina, picrocrocina, safranale *Crocus sativus* L.

• KEYWORDS

picrocrocin, crocin, safranal, *Crocus sativus* L.

• RIASSUNTO

Sono stati analizzati, con Spettrofotometria UV-VIS, 377 campioni di Zafferano dell'Aquila DOP prodotto nel periodo 2010-2017. Le prove chimiche effettuate sono state: crocina, picrocrocina e safranale responsabili, rispettivamente, del potere colorante, amaricante e dell'aroma. Questi parametri chimici sono stati combinati tra loro in una variabile Z che definisce le caratteristiche di tipicità dello Zafferano dell'Aquila DOP. I risultati ottenuti, insieme a quelli precedentemente pubblicati (Marroccella E.C. *e coll.*, 2010) relativi al 2005-2009, sono stati elaborati, con il test, confronti a priori.

I risultati, confermati dalla cluster analisi, individuano tre gruppi omogenei di produzione:

il primo è rappresentato dagli anni 2006 e 2008, caratterizzati dalla prevalenza della componente aromatica, il secondo dagli anni che vanno dal 2015 al 2017 in cui prevale la componente cromatica mentre, nei rimanenti otto anni, si registra un valore della variabile Z che non differisce significativamente negli anni.

Questi dati confermano la corretta e costante applicazione del disciplinare di produzione e la capacità da parte degli operatori dello Zafferano dell'Aquila DOP di immettere sul mercato un prodotto con caratteristiche chimiche costanti, così come richiesto dal mercato.

• SUMMARY

377 samples of L'Aquila DOP saffron produced in the period 2010-2017 were analyzed. The chemical tests carried out were: crocin, pricrocrocin and safranal, respectively responsible for colour, bitterness and aroma. These chemical parameters were combined into a Z variable that defines L'Aquila DOP saffron typical characteristics. The obtained results, together with those previously published (Marroccella E.C. et al., 2010) regarding to 2005-2009, have been elaborated with the a-priori comparison tests. The results, confirmed by the cluster analysis, identify three homogeneous groups of production: the first, referred to the years 2006 and 2008, is characterized by the aromatic component prevalence, the second by the period 2015-2017 in which the chromatic component prevails, while the remaining eight years show a Z variable value not significantly different over the years.

C.E. Marroccella* - A. De Simone

Agenzia per lo Sviluppo, Azienda Speciale Camera di Commercio dell'Aquila - Via degli Opifici 1, Zona Industriale di Bazzano 67010 L'Aquila

*email: carmine.marroccella@agenziaperlosviluppo.aq.camcom.it

Introduzione

Lo Zafferano dell'Aquila DOP (Abruzzo) è stato iscritto nel Registro delle denominazioni di origine protette, delle indicazioni geografiche protette e delle specialità tradizionali garantite con Reg. (CE) N. 205/2005 della Commissione. È commercializzato in filamenti o in polvere, si presenta di colore rosso rubino e odore intenso e persistente con leggero sentore di fumo dovuto alla tecnica di essiccazione. I filamenti presentano una limitata colorazione gialla nella parte inferiore dello stimma vicino all'ovulo del fiore riconducibile alla tecnica di sfioritura.

La zona di produzione dello "Zafferano dell'Aquila" comprende il territorio in provincia dell'Aquila dei comuni di Barisciano, Caporciano, Fagnano Alto, Fontecchio, L'Aquila, Molina Aterno, Navelli, Poggio Picenze, Prata D'Ansidonia, San Demetrio nei Vestini, San Pio delle Camere, Tione degli Abruzzi e Villa Sant'Angelo. La produzione si ottiene dalla coltivazione del *Crocus sativus* L. ad un'altitudine compresa tra i 350 e 1.000 metri sul livello del mare. I terreni, sottoposti a rotazione quinquennale, sono arati ad una profondità di 30 cm e fertilizzati con concime organico. Sulla superficie del terreno sono preparate le aiuole sulle quali sono aperti da 2 a 4 solchi alla distanza di 20-25 cm che ospiteranno la nuova piantagione. I bulbi sono raccolti nella prima metà di agosto, sottoposti a cernita e reimpiantati nel nuovo terreno nella seconda metà di agosto, La quantità di bulbi da piantare è di 7-10 tonnellate per ettaro. Durante la fioritura, che ha inizio nel mese di ottobre e si protrae fino alla fine di novembre, i fiori sono raccolti manualmente e sottoposti all'operazione di sfioritura, che consiste nella separazione degli stimmi dai petali e dal resto del fiore. Successivamente gli stimmi sono posti su setacci metallici ed essiccati sulla brace di quercia o mandorlo (**Foto 1**).

Il raggiungimento dell'essiccazione ideale è dato dalla rottura tra le dita degli stimmi. La fase di essiccazione è fondamentale perché si sviluppi l'aroma (Tamma-

Foto 1.

ro e Di Francesco, 1978; Massimini, 1980; Piccioli, 1932). I principali componenti chimici dello zafferano sono la crocina, responsabile del colore, il glucoside picrocrocina responsabile del potere amaricante e il safranale, principale componente dell'aroma. Il safranale si sviluppa dalla picrocrocina a seguito dell'azione combinata del riscaldamento e dell'attività enzimatica, che porta alla scissione della picrocrocina con rilascio di D-glucosio e safranale. (Amelotti e Mannino, 1977; Corradi e Micheli, 1979a, b; ISO 3632-1, 2003; ISO 3632 -2, 2003). L'obiettivo del presente lavoro è quello di continuare lo studio, iniziato in precedenza da Marroccella E.C *e coll*. (2010), sulle caratteristiche chimiche dello Zafferano dell'Aquila DOP attraverso l'analisi della crocina, picrocrocina e safranale sui campioni raccolti nel periodo 2010 -2017. Lo studio delle componenti chimiche, in un periodo temporale così ampio, permetterà di definire meglio le caratteristiche merceologiche dello Zafferano dell'Aquila DOP e contemporaneamente valorizzare le sue peculiarità cromatiche ed aromatiche al fine di differenziarlo da altre produzioni nazionali ed internazionali.

Materiali e metodi

Campioni

Sono stati campionati, dal 2010 al 2017, trecentosettantasette campioni di Zafferano dell'Aquila DOP. I campioni sono stati sottoposti alle seguenti prove: crocina, picrocrocina e safranale come descritto da Corradi *e coll*. (1979b) ed eseguite in accordo alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018.

Colore e potere amaricante

Le analisi della crocina e della picrocrocina, responsabili del colore e del sapore amaricante dello zafferano, sono state effettuate misurando l'assorbanza spettrofotometrica dell'estratto acquoso dei campioni. Ciascun campione di zafferano è stato macinato in mortaio di porcellana e successivamente setacciato. Sono stati pesati 0,100 g di polvere di zafferano e trasfe-

Tabella 1 - Statistiche descrittive dei campioni di Zafferano dell'Aquila DOP dal 2010 al 2013.

Anno di produzione	Parametri statistici	Safranale (u.a.)[1]	Errore standard	Crocina (u.a.)[1]	Errore standard	ΔE_{pic} (u.a.)[1]	Errore standard	Z (u.a.)[1]	Errore standard	Numero di campioni
2010	Media	5,003	0,123	14,760	0,238	0,655	0,014	1,074	0,021	37
	Mediana	5,170		14,800		0,680		1,060		
	Varianza	0,560		2,097		0,007		0,017		
	Deviazione standard	0,748		1,448		0,086		0,130		
	Minimo	3,000		11,480		0,400		0,841		
	Massimo	6,410		18,010		0,800		1,439		
	Distanza Interquartile	0,920		1,960		0,105		0,130		
	Asimmetria	-0,913	0,388	-0,113	0,388	-1,044	0,388	0,849	0,388	
	Curtosi	1,078	0,759	-0,007	0,759	0,931	0,759	1,036	0,759	
2011	Media	5,497	0,109	14,868	0,200	0,687	0,010	0,995	0,015	51
	Mediana	5,480		15,289		0,694		1,017		
	Varianza	0,612		2,047		0,005		0,012		
	Deviazione standard	0,783		1,431		0,071		0,109		
	Minimo	4,272		10,563		0,529		0,715		
	Massimo	8,420		16,758		0,841		1,201		
	Distanza Interquartile	0,980		1,344		0,102		0,152		
	Asimmetria	1,135	0,333	-1,305	0,333	-0,171	0,333	-0,623	0,333	
	Curtosi	2,651	0,656	1,273	0,656	-0,415	0,656	-0,048	0,656	
2012	Media	5,189	0,105	15,427	0,219	0,682	0,012	1,078	0,017	59
	Mediana	5,292		15,757		0,695		1,041		
	Varianza	0,648		2,836		0,009		0,018		
	Deviazione standard	0,805		1,684		0,092		0,134		
	Minimo	3,694		11,089		0,382		0,825		
	Massimo	7,072		18,306		0,840		1,392		
	Distanza Interquartile	1,152		2,118		0,132		0,142		
	Asimmetria	0,087	0,311	-0,653	0,311	-0,655	0,311	0,626	0,311	
	Curtosi	-0,533	0,613	0,071	0,613	0,483	0,613	0,119	0,613	
2013	Media	5,319	0,149	15,127	0,285	0,663	0,013	1,053	0,027	37
	Mediana	5,401		15,330		0,671		1,033		
	Varianza	0,824		3,003		0,006		0,026		
	Deviazione standard	0,908		1,733		0,078		0,163		
	Minimo	3,258		10,034		0,527		0,672		
	Massimo	8,598		17,426		0,813		1,474		
	Distanza Interquartile	1,151		2,549		0,127		0,189		
	Asimmetria	0,815	0,388	-0,956	0,388	-0,211	0,88	0,197	0,388	
	Curtosi	3,854	0,759	0,892	0,759	-0,857	0,759	0,653	0,759	

[1]Safranale (u.a.): $E_{318} \times 4.0$; Crocina (u.a.): $E_{440}^{10/000} \times 7.305$; ΔE_{pic} (u.a.): $(E_{257}-E_{297})$; Z (u.a.): $(E_{440}/(\Delta E_{pic}+E_{318})$

riti in beuta con tappo smerigliato da 250 mL a cui sono stati addizionati 200 mL di acqua deionizzata, il campione è stato lasciato per tre ore al buio e agitato ogni ora. Il campione è stato quindi filtrato su filtro di acetato di cellulosa (0,45 µm) e a 20 mL della soluzione filtrata sono stati aggiunti 80 mL di acqua deionizzata. Il campione finale è stato letto allo spettrofotometro, nel range 210-550 nm, in cuvette di quarzo da 1 cm e utilizzando acqua deionizzata come bianco. Sono state registrate le estinzioni a 257 nm (E_{257}), 297 nm (E_{297}) e 440 nm (E_{440}). I dati sono stati calcolati come di seguito riportato ed espressi come unità arbitrarie (u.a.):

$E_{440}^{10/000}$: estinzione dell'estratto acquoso 1-10,000

Livello di Crocina: $E_{440}^{10/000} \times 7.305$

ΔE_{pic}: $E_{257}^{10/000} - E_{297}^{10/000}$

Aroma

Il safranale, responsabile dell'aroma dello zafferano, è stato determinato misurando l'assorbanza spettrofotometrica dei campioni distillati. Ciascun campione di zafferano è stato macinato in mortaio di porcellana e successivamente setacciato; 0,100 g di polvere di zafferano e 20 mL di una soluzione acquosa di idrossido di bario al 3% (p/v) sono stati trasferiti in provettoni di vetro da distillazione. Il campione è stato distillato in corrente di vapore fino a raccogliere 200 mL di distillato. L'analisi spettrofotometrica è stata effettuata leggendo l'estinzione a 318 nm (E_{318}). Come per la crocina i livelli di safranale sono stati espressi in unità arbitrarie (u.a.) e calcolati come di seguito riportato:

$$E_{318} \times 4$$

Tabella 2 - Statistiche descrittive dei campioni di Zafferano dell'Aquila DOP dal 2014 al 2017.

Anno di produzione	Parametri statistici	Safranale (u.a.)[1]	Errore standard	Crocina (u.a.)[1]	Errore standard	ΔE_{pic} (u.a.)[1]	Errore standard	Z (u.a.)[1]	Errore standard	Numero di campioni
2014	Media	5,369	0.094	14,687	0,231	0,671	0,011	1,005	0,018	56
	Mediana	5,535		15,061		0,675		0,989		
	Varianza	0,492		2,995		0,007		0,017		
	Deviazione standard	0,701		1,731		0,085		0,131		
	Minimo	3,407		9,014		0,388		0,738		
	Massimo	6,817		17,752		0,837		1,400		
	Distanza Interquartile	1,076		2,385		0,095		0,186		
	Asimmetria	0,249	0,319	-0,779	0,319	-0,663	0,319	0,408	0,319	
	Curtosi	-0,084	0,628	1,171	0,628	1,416	0,628	0,411	0,628	
2015	Media	5,375	0,090	16,388	0,255	0,736	0,011	1,083	0,016	53
	Mediana	5,505		16,300		0,734		1,059		
	Varianza	0,428		3,442		0,006		0,013		
	Deviazione standard	0,655		1,855		0,077		0,013		
	Minimo	3,701		9,708		0,506		0,077		
	Massimo	6,844		20,616		0,935		1,372		
	Distanza Interquartile	0,768		1,764		0,063		0,149		
	Asimmetria	-0,467	0,327	-0,870	0,327	-0,396	0,327	-0,006	0,327	
	Curtosi	-0,170	0,644	3,636	0,644	2,363	0,644	0,199	0,644	
2016	Media	4,945	0,096	15,994	0,237	0,694	0,013	1,141	0,015	48
	Mediana	4,777		16,320		0,719		1,143		
	Varianza	0,440		2,694		0,008		0,011		
	Deviazione standard	0,663		1,641		0,089		0,105		
	Minimo	3,212		10,527		0,406		0,895		
	Massimo	6,554		18,131		0,817		1,356		
	Distanza Interquartile	0,832		1,846		0,083		0,139		
	Asimmetria	0,252	0,343	-1,438	0,343	-1,518	0,343	-0,012	0,343	
	Curtosi	0,302	0,674	2,204	0,674	2,222	0,674	-0,237	0,674	
2017	Media	4,861	0,120	16,575	0,330	0,716	0,017	1,185	0,026	36
	Mediana	4,848		16,172		0,708		1,171		
	Varianza	0,517		3,923		0,010		0,024		
	Deviazione standard	0,719		1,981		0,099		0,154		
	Minimo	3,001		11,044		0,531		0,846		
	Massimo	6,504		21,195		0,971		1,755		
	Distanza Interquartile	0,725		1,939		0,101		0,153		
	Asimmetria	-0,020	0,393	0,247	0,393	0,404	0,393	1,074	0,393	
	Curtosi	0,804	0,768	1,300	0,768	0,536	0,768	4,608	0,768	

[1]Safranale (u,a.): $E_{318} \times 4.0$; Crocina (u.a.): $E_{440}{}^{10/000} \times 7.305$; DE_{pic} (u.a.): $(E_{257}-E_{297})$; Z (u.a.): $(E_{440}/(\Delta E_{pic}+E_{318})$

La variabile Z

La variabile Z è stata calcolata usando la relazione tra la componente del colore, crocina (lettura dell'estinzione a 440 nm; E_{440}; u.a.), e la somma delle componenti dell'amaricante, picrocrocina (calcolato come E_{257}-E_{297}; ΔE_{pic}; u.a.), e dell'aroma, safranale (lettura dell'estinzione a 318 nm; E_{318}; u.a.)

$$Z\ (u.a.) = (E_{440}/(\Delta E_{pic}+E_{318})$$

Analisi statistica

I risultati ottenuti sono stati elaborati usando il software SPSS (versione 15.0, 2006) per Windows.

Risultati e discussione

Lo scopo del presente studio è stato quello di determinare le caratteristiche chimiche rappresentate da crocina, picrocrocina e safranale, di campioni di Zafferano dell'Aquila DOP prelevati dal 2010 al 2017. La variabile Z è stata individuata per esprimere l'equilibrio tra le componenti chimiche che insieme definiscono le specifiche caratteristiche di colore, potere amaricante ed aroma tipiche dello Zafferano dell'Aquila DOP. I risultati ottenuti dall'analisi descrittiva dei campioni di zafferano nel periodo studiato sono riportati nella **Tab. 1** e **Tab 2.** Per ogni variabile e per ogni anno di produzione sono stati realizzati i grafici relativi alla distribuzione delle frequenze e il Q-Q plot per lo studio della normalità. Nella **Fig. 1** è riportato, come esempio, la distribuzione delle frequenze (Fig. 1A) e il Q-Q plot (Fig.1B) corrispondenti alla concentrazione di safranale dello Zafferano dell'Aquila DOP prodotto nell'anno 2012. La **Fig. 2** mostra il diagramma Box-Plot dei principali componenti chimici che caratterizzano lo Zafferano dell'Aquila DOP prodotto nel periodo 2010-2017. Per lo studio della distribuzione normale dei dati è stato adottato il test di Shapiro-Wilk (**Tab. 3**). A fini commerciali, il mercato richiede che le caratteristiche merceologiche dello Zafferano dell'Aquila DOP siano omogenee all'interno dello stesso anno di produzione e tra i vari anni. L'omogeneità dei campioni di Zafferano dell'Aquila DOP all'interno dello stesso anno di produzione è stata valutata utilizzando il test di Levene (**Tab. 4**). Dai risultati ottenuti risulta che il safranale mostra la più bassa variabilità nell'anno 2015, mentre la maggiore variabilità è registrata nel 2013. La crocina nell'anno 2011 registra la più bassa varianza, mentre il 2017 è l'anno in cui si registra la più alta variabilità. Il potere amaricante (ΔE_{picr}) presenta nel 2017 la più alta variabilità, mentre nel 2011 si registra la variabilità più bassa. Inoltre, la variabile Z, che sintetizza l'equilibrio tra le principali componenti chimiche dello Zafferano dell'Aquila DOP, ha la variabilità più bassa nell'anno 2016, mentre nel 2013 registra la variabilità maggiore. Dai risultati riportati nella Tab. 1 e Tab. 2 risulta che l'anno 2017 è quello con la maggiore variabilità del colore (3,923) e del potere amaricante ΔE_{picr} (0,010), come confermato dall'alta varianza della variabile Z (0,024) dell'anno 2017.

I campioni di zafferano più omogenei dal punto di vista dell'equilibrio tra le componenti chimiche (variabile Z) sono quelli dell'anno 2016 che hanno una varianza pari a 0,011. Confrontando la varian-

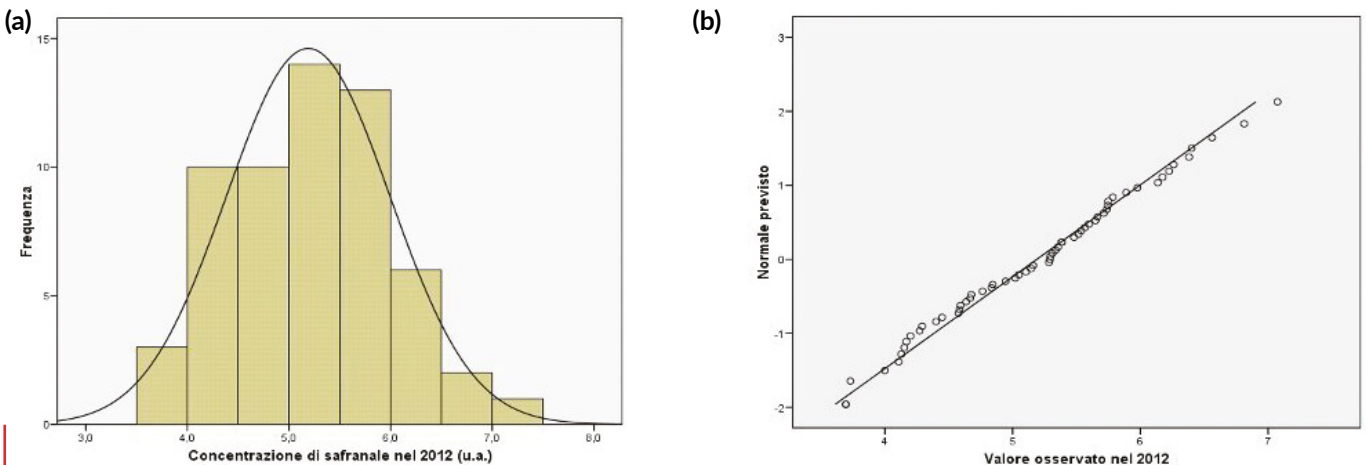


Fig. 1 – Distribuzione delle frequenze della concentrazione di safranale (u.a) dello Zafferano dell'Aquila 2012 (A) e relativo Q-Q plot (B).

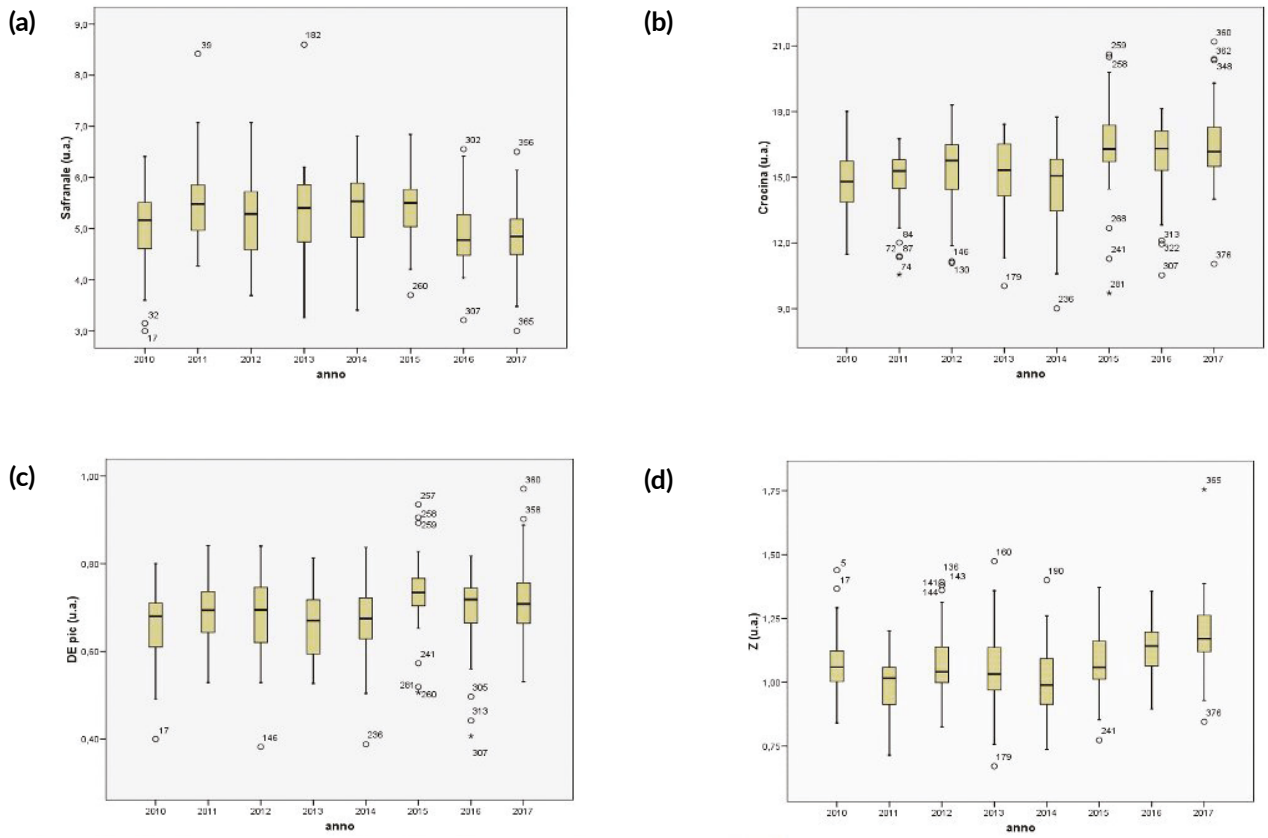


Fig. 2 – Box-plot delle concentrazioni (u.a.) di safranale (A), crocina (B) ΔE_{picr} e della variabile Z (D).

za massima e minima dei parametri chimici dei campioni sottoposti a prova nel periodo 2005-2009 (Marroccella C.E. *e coll.*, 2010) con quelli calcolati nel periodo 2010-2017 si evidenzia un andamento crescente della varianza, fatta eccezione per la varianza massima della crocina che diminuisce passando da 4,122 (2006) a 3,923 (2017). Dai risultati del test di Levene si evidenzia l'omogeneità dei campioni di zafferano sottoposti a prova riferiti al medesimo anno di produzione al contrario di quanto ottenuto nel periodo 2005-2009 in cui l'omogeneità della varianza è significativa solo per il $\Delta E_{picr.}$ I risultati complessivi ottenuti nel periodo 2010-2017 evidenziano un miglioramento rispetto al periodo 2005-2009 riconducibile ad una più omogenea applicazione da parte dei produttori delle tecniche agronomiche e di essicazione dello zafferano stabilite dal disciplinare di produzione. Per evidenziare differenze statisticamente significative tra le medie delle variabili chimiche dello Zafferano dell'Aquila DOP prodotto nel periodo 2010-2017, è stata effettuata l'analisi dell'ANOVA non parametri-

Tabella 3 - Test di Shapiro-Wilk dei campioni di Zafferano dell'Aquila DOP dal 2010 al 2017.

Anno	Numero di campioni	Safranale	Crocina	ΔE_{pic}	Z variabile
			Significatività (P)		
2010	37	0,043	0,976	0,010	0,096
2011	51	0,007	0,000	0,823	0,088
2012	59	0,658	0,042	0,049	0,034
2013	37	0,010	0,031	0,237	0,894
2014	56	0,560	0,039	0,136	0,705
2015	53	0,127	0,000	0,004	0,642
2016	48	0,288	0,000	0,000	0,840
2017	37	0,507	0,020	0,304	0,006

(α=0,05)

Tabella 4 - Test di Levene.

Parametri	Safranale	Crocina	ΔE_{pic}	Z variabile
Test di Levene	0,693	0,571	0,982	0,974
df1	7	7	7	7
df2	369	369	369	369
Significatività (P)	0,678	0,779	0,444	0,450

(α=0,05)

Tabella 5 - Test di Kruskal-Wallis.

Parametri	Safranale	Crocina	ΔE_{pic}	Z variabile
Chi^2	29,40	63,38	33,32	66,74
df	7	7	7	7
Significatività (P)	0,000	0,000	0,000	0,000

(α=0,05)

ca, usando il test di Kruskal-Wallis (**Tab. 5**). Dai risultati ottenuti risulta che le medie delle variabili analizzate differiscono in modo statisticamente significativo negli anni. Al fine di ottenere maggiori informazioni sulle differenze tra le medie delle variabili chimiche è stato effettuato un test di confronto *a priori* con varianza uguale. I risultati sono riportati nella **Tab. 6.** La concentrazione media di safranale aumenta dal 2010 (5,003) al 2011 (5,497) per diminuire nel 2012 (5,189) e rimanere costante negli anni successivi, fino al 2015 (5,375), mentre diminuisce nel 2016 (4,945) e nel 2017 (4,861) a concentrazioni che non differiscono in modo significativo da quelle registrate nel 2010. La concentrazione media di crocina nel periodo che va dal 2010 (14,760) al 2014 (14,687) non differisce in modo significativo, mentre aumenta nell'anno 2015 (16,388), per rimanere costante negli anni successivi. Il ΔE_{picr} segue un andamento, in parte, analogo a quello registrato per la crocina; infatti è costante nel periodo che va dal 2010 (0,655) al 2014 (0,671) mentre, successivamente, mostra un andamento alterno, aumentando nel 2015 (0,736), per diminuire nel 2016 (0,694) e rimanere costante nel 2017 (0,716). La variabile Z ha un andamento alterno dal 2010 al 2013 per diminuire significativamente nel 2014 e aumentare negli anni successivi fino al 2017. Allo scopo di individuare gruppi omogenei di zafferano tra le diverse produzioni annuali si è effettua-

Tabella 6 - Test confronto *a priori*.

2010 vs 2011	2011 vs 2012	2015 vs 2016	2017 vs 2010	2014 vs 2015	2015 vs 2017	2010 vs 2014	2016 vs 2017	2014 vs 2017	2010 vs 2012	2012 vs 2015
Safranale										
0,002	0,032	0,004	0,420	-	-	-	-	-	-	0,188
Crocina										
-	-	-	-	0,000	0,609	0,839	-	-	0,061	-
ΔE_{picr}										
0,078	-	0,025	-	0,000	-	0,358	0,124	-	-	-
Variabile Z										
-	-	-	-	-	-	0,008	-	0,000	-	-

(α=0,05)

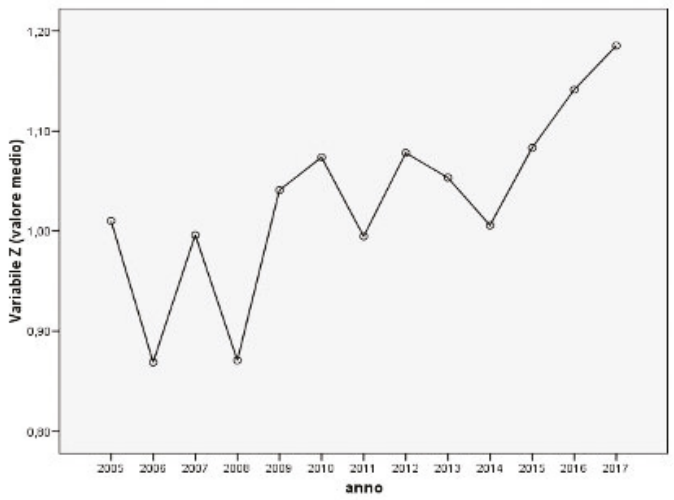
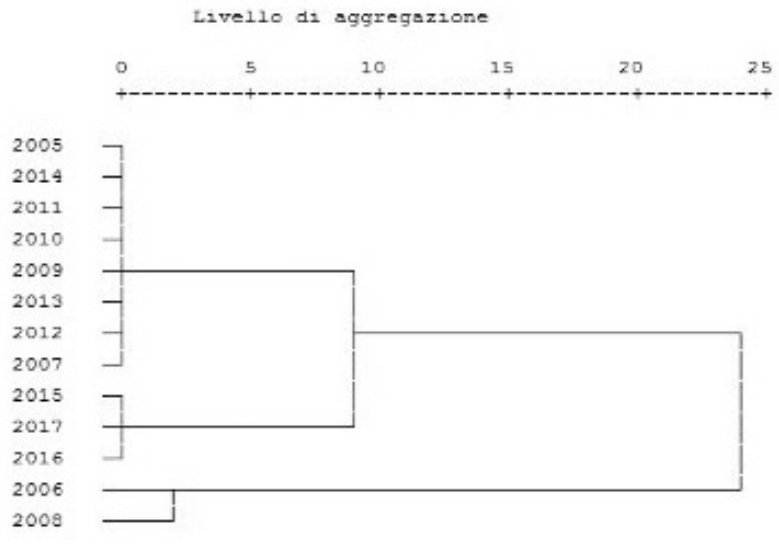


Fig. 3 – Andamento della media della variabile Z dal 2005 al 2017.

ta la cluster analisi della media delle variabili di safranale, crocina e ΔE_{picr}, calcolate nel periodo 2010-2017 e nel periodo 2005-2009 (E. Marroccella C *e coll.*, 2010) (**Fig. 3, Fig. 4**). Il livello di aggregazione scelto è pari a un quinto della distanza massima tra i gruppi. Dal dendrogramma si individuano tre gruppi; il primo comprende gli anni di produzione 2006 e 2008 che si caratterizzano per gli alti valori di safranale e bassi valori di crocina, dati che trovano conferma dai bassi valori di Z; in particolare l'anno 2008 registra la concentrazione media di safranale più alta dell'intero periodo studiato (5,916); il secondo gruppo è costituito dagli anni di produzione che vanno dal 2015 al 2017; in questo triennio si registrano le concentrazioni di crocina e picrocrocina più alte; il terzo gruppo, più numeroso, comprende gli anni di produzione 2005, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014, che si distinguono per un equilibrio costante fra la componente cromatica e la somma della componente aromatica e amaricante, evidenze confermate dalla ridotta variazione della variabile Z (ΔZ=0,082).



Metodo di raggruppamento: Ward
Distanza euclide a quadratica

Fig. 4 – Dendogramma ottenuto dalle variabili safranale, crocina e ΔE_{picr} dei campioni di zafferano prodotti dal 2005 al 2017.

Conclusioni

Con la cluster analisi sono stati individuati tre gruppi omogenei di Zafferano dell'Aquila DOP: il primo caratterizzato dalla prevalenza della componente aromatica sulla componente cromatica, il secondo in cui prevale l'aroma sul colore, mentre nel terzo gruppo nessuna delle tre componenti chimiche prevale sulle altre. Quest'ultimo dato mette in risalto che in un ampio intervallo di tempo sia stato prodotto zafferano con caratteristiche omogenee. Questo dato è riconducibile alla corretta e costante applicazione del disciplinare di produzione e, in particolare, della fase di tostatura che, nel processo di trasformazione, rappresenta la fase più critica, perché di difficile standardizzazione e dal quale dipende fortemente la possibilità di immettere sul mercato un prodotto con caratteristiche chimiche costanti.

Negli ultimi anni si è registrato un aumento del numero di produttori di zafferano DOP, molti dei quali alla prima esperienza produttiva, fermo restando un significativo nucleo di produttori storici in tutto il periodo di produzione dello Zafferano dell'Aquila DOP. I va-

lori dei parametri chimici relativi ai campioni di zafferano in filamenti sono ampiamente al di sopra dei limiti minimi di concentrazione definiti nel disciplinare di produzione.

Pertanto si apre la possibilità, in futuro, di modificare i limiti, aumentandoli, affinché possano rispecchiare maggiormente le caratteristiche merceologiche dello zafferano prodotto, tutelare lo Zafferano dell'Aquila DOP da produzioni esterne al territorio di produzione e offrire al consumatore una spezia che si contraddistingua dalle altre per l'elevata concentrazione delle componenti chimiche.

Il rigoroso rispetto delle tecniche di lavorazione, frutto delle antiche tradizioni, tramandate di generazione in generazione, è l'obiettivo da perseguire per continuare a produrre lo Zafferano dell'Aquila DOP con caratteristiche particolari, conferite dal peculiare rapporto tra i principali componenti crocina, safranale e picrocrocina che lo hanno reso apprezzato e conosciuto in tutto il mondo.

Ringraziamenti

Questo lavoro è dedicato alla memoria della sig.ra Giovannina Sarra già Presidente della Cooperativa Altopiano dei Navelli. Si ringrazia il sig. Roberto Fiore per il ruolo di coordinamento dei rapporti con i produttori di zafferano, il sig. Sidoni Marcello per la collaborazione nella raccolta dei dati e la dott.ssa Fiocco e dott.ssa Pascetta per la collaborazione nella revisione dell'articolo.

Bibliografia

- Amelotti G., Mannino S., "Contributo analitico all'apprezzamento merceologico dello zafferano", Riv. Soc. Ital. Sc. Alim., 1, 17, 1977.
- Corradi C., Micheli G., "Caratteristiche generali dello zafferano", Boll. Chim. Farm. 118, 537-552, 1979a.
- Corradi C., Micheli G., "Determinazione spettrofotometrica del potere colorante, amaricante ed odoroso dello zafferano", Boll. Chim. Farm., 118, 553-562, 1979b.
- Decreto del Governo, 2 dicembre 2003: Protezione transitoria accordata a livello nazionale a denominazione "Zafferano dell'Aquila" per la quale è stata inviata istanza alla Commissione europea per la registrazione come denominazione di origine protetta.
- Marroccella C.E., De Simone A., Soliani L., "The colour, bitterness and aroma of l'Aquila DOP saffron", La Rivista di Scienza dell'Alimentazione - The Journal of Food Science and Nutrition, 4, 9-16, 2010.
- Massimi G., "Le condizioni climatiche dello zafferano aquilano", Riv. Merceolog., 19, 357, 1980.
- Norma ISO 3632:2003 Saffron (*Crocus sativus* Linnaeus) Part. 1 Specification.
- Norma ISO 3632:2003 Saffron (*Crocus sativus* Linnaeus) Part. 2 Test methods.
- Piccioli, G. "La Coltura dello Zafferano ne L'Aquila degli Abruzzi", Ed. Francesco Cellamare, 1932.
- Tammaro F., Di Francesco L., "Lo Zafferano dell'Aquila", Istituto di Tecnica e Propaganda Agraria, Roma,1978.
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Milan. Italy.