



Foto di Richard Ash

Oryza sativa. Le linee guida dietetiche europee raccomandano il consumo di cereali integrali per beneficiare delle loro componenti nutrizionali e funzionali.

Caratterizzazione del colore

**profilo fenolico e attività antiossidante
di varietà di riso pigmentato italiano
sottoposto a diversi trattamenti tecnologici**

Il presente lavoro ha come obiettivo lo studio delle varietà di riso italiane, con particolare attenzione per le due varietà pigmentate Violet e Orange. In particolare, si è valutata l'influenza dei trattamenti tecnologici industriali sulla composizione fitochimica dei campioni. I risultati hanno confermato che le caratteristiche fitochimiche, come capacità antiossidante, polifenoli solubili e il contenuto totale di antociani delle varietà pigmentate, sono superiori rispetto alla varietà Carnaroli non pigmentata.

***Corinne Bani**
***Chiara Di Lorenzo**
****Carola Cappa**
***Francesca Colombo**
***Francesca Mercogliano**
***Patrizia Restani**

Introduzione

Il riso (*Oryza sativa* L.) è tra i cereali più consumati al mondo; in alcune aree geografiche rappresenta la prima fonte energetica. Le linee guida dietetiche europee raccomandano il consumo di cereali integrali per beneficiare delle loro componenti nutrizionali e funzionali (Tabella 1), come acidi grassi essenziali, fibre, vitamine e minerali concentrati nello strato di aleurone e nell'embrione (Mbanjo *et al.*, 2020). In particolare, il riso integrale, ottenuto mantenendo lo strato aleuronico ma eliminando la lolla, è più ricco di molecole antiossidanti (quali vitamina E e composti fenolici) rispetto al riso brillato, che subisce la rimozione degli strati esterni (Bhattacharya, 2004).

Tra le diverse varietà di riso quelle pigmentate sono le più ricche di diversi composti fenolici, quali flavonoidi, antociani e proantocianidine. A queste molecole sono stati ascritti potenziali benefici per la salute, inclusi gli effetti antinfiammatori,

Componente	Riso	
	integrale	brillato
Macronutrienti		
Carboidrati (g)	77.4	80.4
Proteine (g)	7.5	6.7
Lipidi (g)	1.9	0.4
Acqua (g)	12	12.0
Fibre (g)	1.9	1
Energia (kJ)	1427	1397
(kcal)	341	334
Micronutrienti		
Tiamina (mg)	0.48	0.11
Riboflavina (mg)	0.05	0.03
Niacina (mg)	4.7	1.3
Sodio (mg)	9	5
Potassio (mg)	214	92
Magnesio (mg)	nr	20
Zinco (mg)	nr	1.3
Ferro (mg)	1.6	0.8
Selenio (ug)	nr	10
nr: non riportato		

Tabella 1. Composizione nutrizionale media di alcune varietà di riso per 100 grammi di prodotto [CREA,2019].

antiossidanti e di modulazione dell'omeostasi del glucosio (Bani *et al.*, 2023; Limtrakul *et al.*, 2016; Mbanjo *et al.*, 2020;

Upanan *et al.*, 2019; Boue *et al.*, 2016). L'inclusione di tali varietà nella dieta può contribuire ad apportare effetti benefici nella popolazione generale e in coloro che sono affetti da malattie croniche a carico dell'apparato gastrointestinale, come le malattie infiammatorie intestinali (IBD) e la celiachia (Patlevič *et al.*, 2016; Ferretti *et al.*, 2012).

Sul mercato sono presenti diverse varietà di riso pigmentato, sia integrale che sottoposto a trattamenti tecnologici come *parboiling* e *sbiancatura* (*milling*); entrambi hanno come scopo principale la riduzione dei tempi di cottura. Il *parboiling* è un processo idrotermico che prevede l'immersione in acqua del riso, la cottura a vapore e l'essic-

camento lento del relativo prodotto (Bhattacharya, 2004). Il trattamento di *sbiancatura*, d'altra parte, comporta la rimozione meccanica dello strato esterno della cariosside (chicco). Questi trattamenti tecnologici offrono vantaggi sia per i produttori che per i consumatori; tra questi, tempi di cottura più brevi e una maggiore durata di conservazione (Min *et al.*, 2014). Inoltre, è noto che questi trattamenti possono modulare positivamente i valori nutrizionali del riso, tra cui la disponibilità di amido, l'indice glicemico e il contenuto di vitamine e minerali. Studi condotti in Asia hanno dimostrato che il trattamento di sbiancatura o *milling* può influenzare il contenuto di composti fenolici, in alcuni casi con riduzioni signifi-



Sul mercato sono presenti diverse varietà di riso pigmentato, sia integrale che sottoposto a trattamenti tecnologici come *parboiling* e *sbiancatura*.

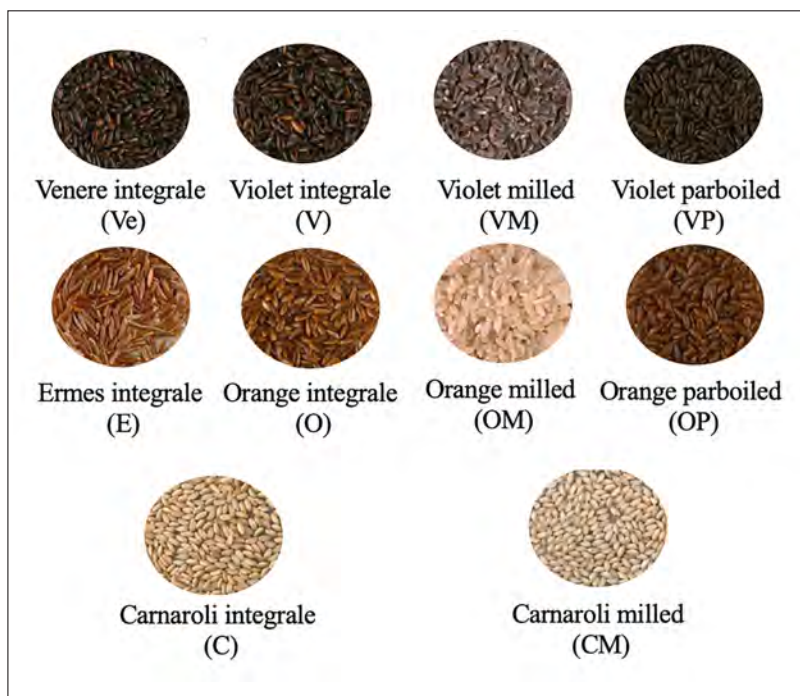


Figura 1. Campioni di riso pigmentato e non pigmentato inclusi in questo studio.

ficative, fino al 90% (Reddy *et al.*, 2017). Allo stesso modo, la sbiancatura può ridurre i composti antiossidanti, sebbene essi siano in parte preservati se si applica il processo di parboiling, come dimostrato in varietà di riso pigmentato provenienti dal Brasile (Paiva *et al.*, 2016).

Gli studi sulle varietà di riso europee hanno principalmente considerato la caratterizzazione fitochimica del riso integrale e l'effetto sulle componenti salutistiche dei diversi metodi di cottura come la bollitura e la preparazione tipo "risotto". L'Italia è leader nella produzione di riso in Europa, ma solo recentemente ha iniziato la coltivazione delle varietà pigmentate più note e diffuse in altre aree geografiche (soprattutto il Sud America). Per tale motivo vi è ancora scarsa documentazione sul riso pigmentato italiano e sugli effetti dei trattamenti tecnologici industriali su tale cereale. Questo studio si propone di caratterizzare dal punto di vista fitochimico diverse varietà di

riso italiane, incluse quelle pigmentate, valutando contemporaneamente gli effetti dei processi di milling e parboiling sulla quantità e attività dei composti fenolici.

Materiali

In Italia esiste una certa tradizione di coltivazione e consumo di varietà di riso non pigmentate. Tuttavia il riso pigmentato ha recentemente ricevuto una crescente attenzione da parte dei consumatori e degli agricoltori italiani.

In questo studio sono state caratterizzate chimicamente due nuove varietà di riso pigmentato coltivate in Piemonte (Italia) e registrate presso l'Ufficio comunitario delle varietà vegetali (CPVO); è stato quindi valutato l'impatto di due trattamenti tecnologici (parboiling e milling) sulla loro composizione fitochimica e la relativa attività biologica. I campioni inclusi sono: Riso Violet (varietà nera - brevetto n° 46269/2017) e Riso Orange (varietà rossa - brevetto n° 46270/2017). Parallelamente,

è stata valutata la pula, ovvero lo strato più esterno della cariosside, che è stata raccolta, setacciata per rimuovere le particelle più grandi (> di 500 Qm) e analizzata. Inoltre, considerata l'ampia biodiversità del riso italiano, sono state incluse come confronto altre varietà pigmentate e non pigmentate: riso Venere (varietà nera), riso Ermes (varietà rossa), e riso Carnaroli (varietà non pigmentata).

I codici identificativi dei campioni di riso sono riportati in Figura 1; i campioni di pula sono stati identificati come segue: Pula Violet (VB), Pula Orange (OB) e Pula Carnaroli (CB). I campioni di riso sono stati macinati a temperatura ambiente (circa 20-25°C) e conservati, sottovuoto, al buio, a 4°C fino alla loro caratterizzazione.

La colorazione dei campioni di riso è stata valutata seguendo il metodo proposto da Cappa *et al.* (2021). Per la caratterizzazione del profilo di antocianine, i campioni sono stati analizzati secondo il metodo AOAC (AOAC International, 2006), esprimendo i risultati in equivalenti di cianidina-3-O-glucoside (mg CY/g). La quantificazione delle antocianine è stata eseguita mediante HPLC-DAD, seguendo il metodo di Colombo *et al.* (2021). La determinazione del contenuto fenolico solubile è stata eseguita attraverso l'applicazione del metodo Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965) e i risultati sono stati espressi in mg/g equivalenti di acido gallico (GAE). L'attività antiossidante è stata valutata tramite il test DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazilo), misurando la capacità delle molecole bioattive di neutralizzare i radicali liberi (Brand-Williams *et al.*, 1995). Inoltre, è stata condotta un'analisi HPTLC per ottenere i *fingerprints* delle sostanze presenti nei campioni di riso (Colombo *et al.*, 2021). L'analisi

statistica è stata eseguita effettuando l'analisi della varianza a una via (ANOVA), seguita dal test di Duncan per identificare eventuali differenze significative tra i campioni di riso.

Risultati

1. Composizione nutrizionale

Secondo le schede tecniche, i campioni di riso differivano nella loro composizione nutrizionale. In particolare, i campioni pigmentati presentavano un contenuto di carboidrati (g/100 g) compreso tra 62.8 e 70.0; proteine (g/100 g) tra 7.4 e 9.7; grassi (g/100 g) da 1.4 a 3.3 e contenuto di fibre (g/100 g) da 3.8 a 4.9. Al contrario, il Carnaroli sottoposto a milling (CM) non pigmentato presentava un maggior contenuto di carboidrati (76.5 g/100 g), meno proteine (6.8 g/100 g), un contenuto intermedio di grassi (2.1 g/100 g) e meno fibre (1.1 g). Sebbene le varietà di riso non pigmentato siano consumate più tradizionalmente, questi dati suggeriscono che il consumo di riso pigmentato può apportare benefici nutrizionali (quali una risposta glicemica inferiore, la regolazione della motilità gastrointestinale ecc.).

2. Pigmentazione e indici colorimetrici

Come è possibile osservare in Tabella 2, i campioni erano significativamente ($p < 0.05$) differenti in termini di indici colorimetrici e i due trattamenti tecnologici hanno influenzato i vari parametri in modo significativo ($p < 0.05$): il processo di parboiling ha determinato una riduzione della luminosità (L^*) e un aumento dell'indice di rosso (a^*) e di giallo (b^*), dovuti al trattamento termico applicato, mentre il processo di milling ha determinato un aumento della luminosità (campioni più brillanti) e una riduzione delle altre coordinate cromatiche dovuta alla

Pigmentazione		Campione	L^*	a^*	b^*	ΔE
Nera	Non trattati	Venere (Ve)	56.6±0.7 ^a	1.6±0.2 ^a	2.1±0.4 ^c	
		Violet (V)	54.2±1.0 ^{b, B}	1.9±0.2 ^{d, B}	1.5±0.2 ^{b, B}	
	Trattati	Violet Parboiled (VP)	47.0±0.5 ^{a, A}	3.5±0.2 ^{f, C}	4.9±0.3 ^{d, C}	8.2
		Violet Milled (VM)	62.1±0.5 ^{d, C}	2.7±0.3 ^{e, B}	0.4±0.1 ^{a, A}	8.0
Rossa	Non trattati	Ernea (E)	66.9±0.6 ^c	4.3±0.1 [#]	13.2±0.3 [!]	
		Orange (O)	66.6±0.4 ^{c, B}	1.9±0.3 ^{d, B}	10.7±0.3 ^{h, B}	
	Trattati	Orange Parboiled (OP)	62.2±0.9 ^{d, A}	2.5±0.2 ^{e, C}	14.2±0.7 ^{i, C}	5.6
		Orange Milled (OM)	82.7±1.5 ^{f, C}	-0.7±0.2 ^{b, A}	8.5±0.4 ^{f, B}	16.5
Non pigmentati	Non trattati	Carnaroli (C)	86.1±0.9 ^{e, A}	-1.7±0.1 ^{a, A}	10.0±0.7 ^{h, B}	
	Trattati	Carnaroli Milled (CM)	90.2±0.3 ^{h, B}	-1.9±0.2 ^{a, B}	6.8±0.4 ^{e, A}	3.2

Tabella 2. Pigmentazione e indici colorimetrici. Legenda: L^* (luminosità; dal nero (0) al bianco (100)); a^* (dal verde (-) al rosso (+)); b^* (dal blu (-) al giallo (+)). Per la stessa variabile, i campioni con lettere minuscole diverse sono significativamente diversi ($p < 0,05$). Per la stessa variabile e varietà, le lettere maiuscole indicano differenze statisticamente significative tra i diversi trattamenti tecnologici ($p < 0,05$).

rimozione dello strato esterno del riso. Inoltre, i valori ΔE sono risultati superiori a 3, suggerendo che la differenza di colore rispetto al campione integrale è visibile a occhio nudo (de Souza & Fernández, 2011).

3. Biodiversità degli antociani e impatto dei trattamenti tecnologici

Gli antociani sono responsabili dei colori viola e blu delle varietà di riso (Mbanjo *et al.*, 2020) e sono noti per le loro proprietà antiossidanti. Tali composti sono stati quantificati utilizzando il metodo spettrofotometrico differenziale del pH (AOAC International, 2006) e il metodo HPLC-DAD, precedentemente sviluppato da Colombo *et al.* (2021). Il metodo spettro-

fotometrico è un test semplice, economico e utile per lo screening rapido e il confronto tra i campioni. Tuttavia generalmente sovrastima il contenuto di antociani, a causa dell'interferenza di altri composti colorati (Cetena *et al.*, 2019). Pertanto l'analisi HPLC-DAD, consentendo l'identificazione e la quantificazione di ogni specifico composto, è uno strumento più valido per la caratterizzazione dei campioni e la valutazione dell'impatto del trattamento tecnologico su questa classe di molecole.

La Figura 2 illustra il contenuto totale di antociani (TA), quantificato nei campioni crudi mediante il metodo spettrofotometrico, e la loro identificazione e quantificazione median-

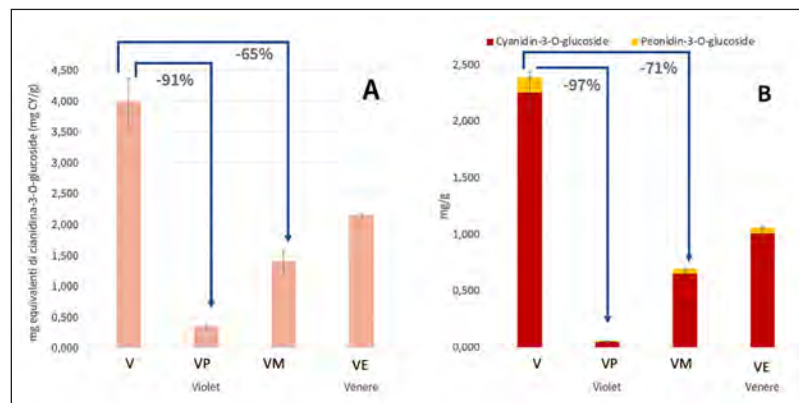


Figura 2. Contenuto totale di antociani (TA) misurato mediante metodo spettrofotometrico (A) ed espresso come mg equivalenti di cianidina-3-O-glucoside (CY)/g ($n = 3$), e loro identificazione e quantificazione in mg/g mediante metodo HPLC-DAD ($n = 6$) (B).

te HPLC-DAD. Tale tecnica ha consentito la quantificazione di cianidina-3-O-glucoside e peonidina-3-O-glucoside, gli antociani più rappresentativi del riso (Bhuvanewari *et al.*, 2020; Min *et al.*, 2014).

Come previsto, entrambi i trattamenti applicati hanno ridotto il contenuto di antociani dei campioni Violet. Gli antociani si accumulano negli strati esterni della cariosside e sono molecole termolabili (Finocchiaro *et al.*, 2010; Min *et al.*, 2014); questo è il motivo per cui il riso VM e il riso VP hanno mostrato una riduzione del contenuto di tali composti rispetto al corrispondente riso integrale (V), compresa tra il 65% e 71% per il riso Violet milled (VM) e tra il 91 e 97% nel riso Violet parboiled (VP). Ciò è stato evidenziato anche da Min *et al.* (2014) che hanno riportato una riduzione degli antociani nei vari campioni dopo la bollitura che variava dall'88% al 96%. I risultati ottenuti suggeriscono che i campioni integrali pigmentati potrebbero rappresentare un'interessante fonte di molecole attive, in particolare per le persone affette da malattie croniche che coinvolgono l'apparato gastrointestinale (come la celiachia), generalmente affette da uno stato infiammatorio e ossidativo a livello intestinale (Ferretti *et al.*, 2012).

Studiando trenta varietà pigmentate di riso provenienti dall'India con la tecnica LC-MS, Bhuvanewari *et al.* (2020) hanno riportato un contenuto di antociani compreso tra 0.30 e 2.76 mg/g. Dall'analisi di quattro varietà nere italiane, Melini e collaboratori hanno osservato un contenuto di antociani compreso tra 0.80 e 2.09 mg/g (Melini *et al.*, 2019). Questi dati concordano con i risultati del presente studio.

Min e collaboratori hanno inoltre riscontrato un contenuto totale di antociani (TA) di 4.13 mg CY/g di farina (p.s.) e 1.17 mg CY/g di farina in due varietà viola provenienti dagli Stati Uniti (Min *et al.*, 2014); mentre Fracassetti e collaboratori hanno riportato un contenuto totale di antociani compreso tra 1.83 e 3.41 mg CY/g in diversi lotti di due varietà nere italiane (Venere e Artemide) (Fracassetti *et al.*, 2020). Tali dati sono paragonabili ai nostri risultati ottenuti tramite metodiche spettrofotometriche.

4. Contenuto fenolico e dell'attività antiossidante e impatto dei trattamenti tecnologici

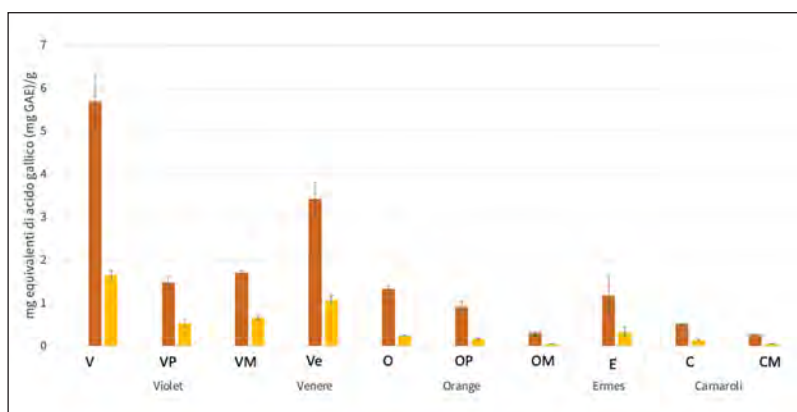
I cereali sono ricchi di composti fenolici solubili, come antociani, acidi fenolici e proantocianidine (Paiva *et al.*, 2016). I composti fenolici solubili vengono rapi-

damente assorbiti nell'intestino tenue, sito solitamente coinvolto nelle malattie croniche, come la celiachia (Wang *et al.*, 2014).

In Figura 3 sono riportati il contenuto di composti fenolici solubili (SPC, in arancione) e la relativa attività antiossidante (AOA, in giallo) dei campioni crudi inclusi in fase di studio. I risultati ottenuti per SPC sono paragonabili ai dati pubblicati da altri autori. Min e collaboratori hanno riscontrato un SPC compreso tra 0.30 e 7.03 mg GAE/g in sei varietà di riso con diversa pigmentazione, dal bianco al viola (Min *et al.*, 2014). Melini *et al.* hanno riscontrato dati più elevati in sette varietà di riso integrale pigmentato provenienti da Italia e Francia (5.44-15.08 mg/g d.m.) (Melini *et al.*, 2019). Infine, Bordiga *et al.* hanno osservato un contenuto fenolico compreso tra 1.4 e 11.9 mg GAE/g in sei varietà di riso con diversa pigmentazione (dal bianco al nero) (Bordiga *et al.*, 2014).

Come previsto, le varietà di riso nero integrale hanno mostrato il SPC più alto, in accordo con i dati della letteratura (Rocchetti *et al.*, 2019). In tutte le varietà sottoposte a parboiling e milling si è osservata una riduzione significativa ($p < 0.05$) in termini di contenuto di polifenoli. La riduzione dell'SPC è in accordo con i dati di Min e collaboratori, che mostrano come i processi idrotermici (cottura in acqua e parboiling) abbiano ridotto il contenuto fenolico e il contenuto di flavonoidi rispettivamente del 16% e 91% nelle varietà di riso statunitensi con diversa pigmentazione (Min *et al.*, 2014). Il trattamento tecnologico milling ha determinato una riduzione dell'SPC del 46%, 70% e 77% rispettivamente per Carnaroli, Violet e Orange. Ciò è dovuto al fatto che questi composti si ac-

Figura 3. Contenuto di composti fenolici solubili (SPC, in arancione) e attività antiossidante (AOA, in giallo) dei campioni, espresso come mg equivalenti di acido gallico (GAE)/g.



cumulano principalmente negli strati esterni del riso e nell'embrione, che vengono rimossi durante il processo di molitura (Mbanjo *et al.*, 2020). Ne deriva che la pula risulti particolarmente ricca di composti fenolici: infatti, nel presente studio, l'SPC della pula è da 7 a 9 volte superiore ai valori registrati del corrispondente riso integrale.

Le varietà nere Violet e Venere hanno mostrato la più alta capacità antiossidante, anche in questo caso; i trattamenti tecnologici hanno influenzato significativamente i valori di AOA ($p < 0.05$), con una riduzione dei valori compresa tra il 32% e il 76%. In accordo con il contenuto fenolico solubile (SPC), l'AOA misurato nei campioni di pula è superiore ai valori registrati del corrispondente riso integrale.

L'attività antiossidante (AOA) è stata valutata anche applicando la tecnica della cromatografia su strato sottile ad alte prestazioni (HPTLC) (Figura 4), che consente di ottenere informazioni sull'attività di "scavenging" sui radicali liberi delle singole molecole fenoliche dei campioni dopo separazione cromatografica. I risultati sono in linea con quelli ottenuti con il metodo spettrofotometrico: i campioni di pula presentavano l'AOA più alto. I trattamenti tecnologici, anche in questo caso, hanno determinato una riduzione dell'AOA totale dei campioni.

È stato inoltre osservata una correlazione lineare positiva tra il contenuto di polifenoli e l'attività antiossidante ($r = 0.950$, $p < 0.001$) e tra il contenuto totale di antociani e l'attività antiossidante ($r = 0.953$, $p < 0.001$). Pertanto, sia il contenuto di fenoli che quello di antociani possono essere considerati indicatori delle proprietà antiossidanti dei diversi tipi di riso. In breve, le varietà pigmentate, soprattutto quelle integrali, presentano

un profilo fenolico interessante che è direttamente correlato alla loro capacità antiossidante. Questi risultati indicano che il riso pigmentato potrebbe costituire un ingrediente "funzionale" promettente non solo per la popolazione in generale, ma soprattutto per coloro che soffrono di malattie gastrointestinali croniche.

Conclusione

Il presente lavoro aveva come obiettivo lo studio delle varietà di riso italiane, con particolare attenzione per le due varietà pigmentate Violet e Orange. In particolare, si è valutata l'influenza

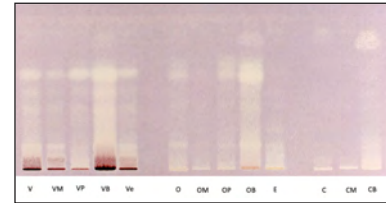


Figura 4. Lastriana HPTLC con standards (A) e campioni (B) rilevata alla luce visibile dopo derivatizzazione con reattivo DPPH.

Legenda: V: Violet integrale, VM: Violet milled, VP: Violet parboiled, VB: Pula Violet, Ve: Venere integrale, OM: Orange integrale, OP: Orange milled, OP: Orange parboiled, OB: Pula Orange, E: Ermes integrale, C: Carnaroli integrale, CM: Carnaroli milled, CB: Pula Carnaroli

za dei trattamenti tecnologici industriali sulla composizione fitochimica dei campioni. Una parte dei campioni analizzati era già commercializzata in Italia, consentendoci di esaminare campioni effettivamente disponibili per i consumatori nel nostro Paese. I risultati hanno confermato che le caratteristiche fitochimiche, come capacità antiossidan-



Foto di Bat

In Italia esiste una certa tradizione di coltivazione e consumo di varietà di riso non pigmentate. Tuttavia, il riso pigmentato ha recentemente ricevuto una crescente attenzione da parte dei consumatori e degli agricoltori italiani.

te, polifenoli solubili e il contenuto totale di antociani delle varietà pigmentate sono superiori rispetto alla varietà Carnaroli non pigmentata. Inoltre, è stata osservata una correlazione tra il contenuto di polifenoli e l'attività antiossidante, così come tra il contenuto totale di antociani e l'attività antiossidante. Tuttavia, i due processi tecnologici analizzati, noti per i loro benefici in termini di tempo di cottura, disponibilità dell'amido, indice glicemico e/o contenuto di vitamine e minerali (nel caso del parboiling), hanno avuto un impatto negativo sulla concentrazione di composti fenolici e sulla corrispondente capacità antiossidante dei campioni. Va notato, però, che alcuni composti attivi, come gli antociani e gli acidi fenolici, hanno mostrato resistenza al trattamento termico o meccanico, con modifiche associabili alla varietà di riso e al processo considerato. I dati ottenuti contribuiscono ad ampliare la conoscenza sulla biodiversità dei cereali presente in Italia e potrebbero essere utili nella selezione di matrici più adatte, in termini di composti fenolici, da utilizzare nell'industria alimentare, comprese quelle per la produzione di alimenti senza glutine. Ulteriori studi sono attualmente in corso per definire l'effetto dei trattamenti termici che permettano di preservare il più possibile il contenuto fitochimico delle varietà di riso pigmentato, oltre a garantire una riduzione dei tempi di cottura; infatti, ad oggi, il lungo tempo di cottura del riso pigmentato è un fattore limitante per il consumo di tali varietà nutrizionalmente interessanti.

* **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO, Dipartimento di Scienze Farmacologiche e Biomolecolari**

** **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO, Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la Nutrizione e l'Ambiente.**

Ringraziamenti: Lo studio è stato parzialmente supportato da Associazione Italiana Celiachia APS Grant n°004/2019. L'articolo è stato preparato nell'ambito del Progetto di Eccellenza del MIUR. Gli autori ringraziano l'Azienda Agricola Bertolone Eleonora di Bertolone Giovanni, per i campioni forniti.

Pubblicazione originale

Colombo F., Cappa C., Bani C., Magni M., Biella S., Restani P., Di Lorenzo C. Characterization of color, phenolic profile, and antioxidant activity of Italian pigmented rice varieties after different technological treatments. *Food Bioscience*, Volume 53, 2023, 102674. ISSN 2212-4292, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102674>.

Bibliografia

AOAC International. (2006). AOAC Official Method 2005.02 Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines pH Differential Method. In W. Horwitz & G. W. Jr. Latimer (Eds.), *Official Methods of Analysis of AOAC International* (pp. 37–39). AOAC INTERNATIONAL.

Bani C.; Di Lorenzo C.; Restani P.; Mercogliano F.; Colombo F. Phenolic Profile and In Vitro Antioxidant Activity of Different Corn and Rice Varieties. *Plants* 2023, 12(3):448. <https://doi.org/10.3390/plants12030448>

Bhattacharya, K. R. (2004). CHAPTER 13: PARBOILING OF RICE. In E. T. Champagne (Ed. Third), *RICE: Chemistry and Technology* (pp. 329–404). *American Association of Cereal Chemists, Inc.* <https://doi.org/10.1094/1891127349.013>

Bhuvaneshwari, S., Gopala Krishnan, S., Bollinedi, H., Saha, S., Ellur, R. K., Vinod, K. K., Singh, I. M., Prakash, N., Bhowmick, P. K., Nagarajan, M., Singh, N. K., & Singh, A. K. (2020). Genetic architecture and anthocyanin profiling of aromatic rice from manipur reveals divergence of Chakhao Landraces. *Frontiers in Genetics*, 11, 1–20. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.570731>

Bordiga, M., Gomez-Alonso, S., Locatelli, M., Travaglia, F., Coisson, J. D., Hermosin-Gutierrez, I., & Arlorio, M. (2014). Phenolics characterization and antioxidant activity of six different pigmented *Oryza sativa L.* cultivars grown in Piedmont (Italy). *Food Research International*, 65, 282–290. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.007>

Boue, S. M., Daigle, K. W., Chen, M. H., Cao, H., & Heiman, M. L. (2016). Antidiabetic potential of purple and red rice (*Oryza sativa L.*) bran extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 5345–5353. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b01909>

Brand-Williams, Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci. Technol*, 28, 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Cappa, C., Laureati, M., Casiraghi, M. C., Erba, D., Vezzani, M., Lucisano, M., & Alamprese, C. (2021). Effects of red rice or buckwheat addition on nutritional, technological, and sensory quality of potato-based pasta. *Foods*, 10, 91. <https://doi.org/10.3390/foods10010091>

Catena, S., Turrini, F., Boggia, R., Borriello, M., Gardella, M., & Zunin, P. (2019). Effects of different cooking conditions on the anthocyanin content of a black rice (*Oryza sativa L.* 'Violet Nori'). *European Food Research and Technology*, 245, 2303–2310. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03337-6>

Colombo, F., Di Lorenzo, C., Petroni, K., Silano, M., Pilu, R., Falletta, E., Biella, S., & Restani, P. (2021). Pigmented corn varieties as functional ingredients for gluten-free products. *Foods*, 10, 1770. <https://doi.org/10.3390/foods10081770>

CPVO – Community Plant Variety Office. 2017a. Denomination: Violet Nori. Patent n° 46269/2017.

CPVO – Community Plant Variety Office. 2017b. Denomination: Orange Nori. patent n° 46270/2017.

CREA, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. Tabella composizione degli alimenti. Ultimo aggiornamento: dicembre 2019. *Disponibile al sito:* <https://www.alimentinutrizione.it/tabelle-nutrizionali/ricerca-per-alimento>

de Souza, P. M., & Fernández, A. (2011). Effects of UV-C on physicochemical quality attributes and Salmonella enteritidis inactivation in liquid egg products. *Food Control*, 22, 1385–1392. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.02.017>

Ferretti, G., Bacchetti, T., Masciangelo, S., & Saturni, L. (2012). Celiac disease, inflammation and oxidative damage: A nutrigenetic approach. *Nutrients*, 4, 243–257. <https://doi.org/10.3390/nu4040243>

Finocchiaro, F., Ferrari, B., & Gianinetti, A. (2010). A study of biodiversity of flavonoid content in the rice caryopsis evidencing simultaneous accumulation of anthocyanins and proanthocyanidins in a black-grained genotype. *Journal of Cereal Science*, 51, 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2009.09.003>

Fracassetti, D., Pozzoli, C., Vitalini, S., Tirelli, A., & Iriti, M. (2020). Impact of

- cooking on bioactive compounds and antioxidant activity of pigmented rice cultivars. *Foods*, 9, 967. <https://doi.org/10.3390/foods9080967>
- Limtrakul**, P., Yodkeeree, S., Pitchakarn, P., & Punfa, W. (2016). Anti-inflammatory effects of proanthocyanidin-rich red rice extract via suppression of MAPK, AP-1 and NF- κ B pathways in Raw 264.7 macrophages. *Nutrition Research and Practice*, 10, 251-258. <https://doi.org/10.4162/nrp.2016.10.3.251>
- Mbanjo**, E. G. N., Kretzschmar, T., Jones, H., Ereful, N., Blanchard, C., Boyd, L. A., & Sreenivasulu, N. (2020). The genetic basis and nutritional benefits of pigmented rice grain. *Frontiers in Genetics*, 11, 1-18. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00229>
- Melini**, V., Panfili, G., Fratianni, A., & Acquistucci, R. (2019). Bioactive compounds in rice on Italian market: pigmented varieties as a source of carotenoids, total phenolic compounds and anthocyanins, before and after cooking. *Food Chemistry*, 277, 119-127. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.053>
- Min**, B., McClung, A., & Chen, M. H. (2014). Effects of hydrothermal processes on antioxidants in brown, purple and red bran whole grain rice (*Oryza sativa* L.). *Food Chemistry*, 159, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.164>
- Paiva**, F. F., Vanier, N. L., Berrios, J. D. J., Pinto, V. Z., Wood, D., Williams, T., Pan, J., & Elias, M. C. (2016). Polishing and parboiling effect on the nutritional and technological properties of pigmented rice. *Food Chemistry*, 191, 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.047>
- Patlevič**, P., Vašková, J., Švorc, P., Vaško, L., & Švorc, P. (2016). Reactive oxygen species and antioxidant defense in human gastrointestinal diseases. *Integrative Medicine Research*, 5, 250-258. <https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.07.004>
- Reddy**, C. K., Kimi, L., Haripriya, S., & Kang, N. (2017). Effects of polishing on proximate composition, physico-chemical characteristics, mineral composition and antioxidant properties of pigmented rice. *Rice Science*, 24, 241-252. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2017.05.002>
- Rocchetti**, G., Lucini, L., Rodriguez, J. M. L., Barba, F. J., & Giuberti, G. (2019). Gluten-free flours from cereals, pseudo-cereals and legumes: Phenolic fingerprints and *in vitro* antioxidant properties. *Food Chemistry*, 271, 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.176>
- Singleton**, V. L., & Rossi Jr, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology & Viticulture*, 16, 144-158 <https://doi.org/citeulike-article-id:7170825>
- Upanan**, S., Yodkeeree, S., Thippraphan, P., Punfa, W., Wongpoomchai, R., & Dejkriengkraikul, P. L. (2019). The proanthocyanidin-rich fraction obtained from red rice germ and bran extract induces HepG2 hepatocellular carcinoma cell apoptosis. *Molecules*, 24, 6-10. <https://doi.org/10.3390/molecules24040813>
- Wang**, T., He, F., & Chen, G. (2014). Improving bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in cereal grains through processing technologies: A concise review. *Journal of Functional Foods*, 7, 101-111. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.01.033>

UNA MENTE
SEMPRE
IN FORMA.



Gli impegni di lavoro, di studio, lo stress della vita quotidiana o anche solo il progredire dell'età possono affaticare la nostra mente compromettendo memoria, concentrazione e capacità di elaborazione. Gli estratti di Goji, Bacopa e Melissa che caratterizzano la nuova formulazione di Cognimind OMESTAT, potenziata con vitamine del gruppo B da grano saraceno, aiutano la mente a rimanere naturalmente lucida e attiva ad ogni età.

Scopriilo qui



info@fitomedical.com www.fitomedical.com



FITOMEDICAL
star bene è naturale