

Evoluzione della specie riso sotto il profilo agronomico e alimentare

IL RISO, UNA STORIA LUNGA OTTOMILA ANNI

L'uomo per il suo sostentamento innanzitutto ha bisogno di energia e i cereali offrono per l'appunto questa risorsa fondamentale. In una scala di produzione globale, tra i cereali più diffusi, il riso appare costantemente tra le prime tre posizioni alternandosi con frumento e mais a seconda del decorso dell'annata.

La moderna risicoltura non può prescindere da cinque fattori che definiamo fin d'ora come essenziali: il territorio, le capacità umane, l'ambiente, le istituzioni, la formazione. È dall'interazione positiva tra questi fattori che nell'arco della filiera si può arrivare fino al riconoscimento della tipicità di un prodotto, che rappresenta appunto il legame indissolubile tra coltura, cultura e territorio.

La ricerca internazionale traccia la storia evolutiva del riso e riporta a circa 8.200 anni fa le origini della pianta che fu coltivata prima in Cina e poi in India. Un team internazionale di studiosi, usando la tecnica chiamata "orologio molecolare" è giunta a stabilire che le due sub specie più importanti di riso asiatico, *Oryza sativa indica* e *Oryza sativa japonica*, hanno un'unica origine a causa della stretta relazione genetica che le caratterizza. È stato accertato che la domesticazione a scopo agricolo avvenne circa 8-9000 anni fa per prima nella valle del fiume Yangtse, in Cina e che solo in seguito, circa 3.900 anni fa, i semi furono portati in India. La separazione tra le due sub-specie avvenne nella regione del Gange, in seguito a spostamenti di commercianti e agricoltori migranti. Finora un diverso modello basato sulla origine di una singola specie aveva invece fatto ritenere che le due sub-specie fossero state svi-

* Dipartimento DAFNAE Agripolis, Università di Padova

luppate separatamente e in diverse parti della Asia dalla originaria e selvatica *Oryza rufipogon* (Oka, 1988; Higham, Lu, 1998; Molinaa et al., 2011). Tra le Graminacee, il riso è la specie dotata del genoma più piccolo e di recente la sua mappa genica è stata completata da un gruppo di ricercatori di 10 Paesi coordinati dal Giappone.

La coltivazione del riso in Polesine e nel Ferrarese risale alla fine del XV secolo, ma è dalla metà del '700 che diventa dominante nel Delta del Po per espandersi ulteriormente nell'800, producendo profondi cambiamenti nel paesaggio.

Polesine, «terra circondata dalle acque», la sua particolarità è data dalla fitta rete di canali d'irrigazione e di collegamento con i fiumi Po e Adige e dal livello di campagna spesso più basso del mare Adriatico. Ciò ha comportato sin da tempi remoti la necessità di controllare le acque per evitare impaludamenti.

L'azione dell'uomo nel Delta, tra '800 e '900, ha inciso profondamente sull'ambiente. Nel 1872, con l'introduzione delle pompe idrovore e della macchina a vapore, prende avvio la bonifica moderna. Dopo il famoso Taglio di Porto Viro, il territorio ha registrato i più rilevanti cambiamenti. Vengono prosciugate ampie zone umide e gli antichi sistemi dunosi sono quasi del tutto spianati. Nelle province padano-orientali la risaia consente un rapido ampliamento della superficie coltivata, l'impiego di un'ingente quantità di manodopera salariale tra cui entra in massa la popolazione rurale femminile (braccianti, pigionanti, disobbligati per un complesso di circa 4-500 ore/ettaro). Dalle terre più densamente popolate del padovano e dell'alto Polesine si esporta manodopera verso le risaie ostigliesi e veronesi. La fertilità del terreno alluvionale ha sempre attratto le grandi famiglie veneziane, padovane e ferraresi che introdussero, talvolta anticipando altre zone agricole, colture nuove e redditizie. Per garantire la massima produzione agricola, dall'800 vennero installate le idrovore per regimare le acque in eccesso. Nei terreni recuperati al mare permanevano tuttavia indici di salinità che imponevano idonee scelte colturali.

Nel basso Polesine, il riso in passato era uno degli alimenti base della popolazione e ancora oggi i terreni paludosi sono luogo ideale per la sua coltivazione. La coltura cominciò nel 1400 in Piemonte e in Lombardia grazie al duca di Milano Gian Galeazzo Sforza. Il duca capì che nelle sue umide campagne il riso sarebbe cresciuto bene. Lo fece coltivare dai suoi contadini e vide che, da un solo sacco di seme se ne potevano ottenere almeno dodici. Sforza regalò un sacco di semi di riso al duca di Ferrara, così ebbe inizio la coltivazione del riso nel Delta.

Lentamente questo cereale si diffuse in tutta la Bassa ferrarese proprio vicino al Delta del fiume Po. Verso il 1700 alcuni nobili veneziani: i Contarini, i Farsetti, i Venier nei territori appena bonificati del Polesine avviarono la coltura del riso. Nel '900, il mais e la barbabietola da zucchero sembrano prendere il sopravvento sul riso, ma recentemente si assiste a un nuovo interesse verso questo cereale.

Per determinati areali i prodotti tipici rivestono una particolare rilevanza economica, sociale e territoriale. Sono importanti strumenti di sviluppo economico, di conservazione e rinnovo di valori legati alle tradizioni delle comunità locali. Un prodotto tipico è il risultato dell'interazione di più fattori essenziali: le capacità umane, l'ambiente, la cultura, le istituzioni. Se la filiera riso vogliamo che continui a svilupparsi è quanto mai indispensabile che scuola, università, enti territoriali, camere di commercio, associazioni varie rispondano al territorio in stretta sintonia tra loro.

LA PIANTA DEL RISO

L'attuale pianta di riso si caratterizza per la formazione di una infiorescenza allungata, numerosi accestimenti, taglia ridotta, culmo cavo con presenza di aerenchimi, un sistema radicale superficiale che ben si adatta all'ambiente acquatico.

Il termine riso indica sia la pianta sia la cariosside o "risone" costituita dal chicco e dalla "lolla" che lo riveste mediante una coppia di glumelle saldate tra loro. A maturazione il seme è avvolto dai tegumenti seminali, uno più esterno, spesso e consistente, detto testa e uno più interno, sottile e membranoso, detto tegmen, che nel loro insieme costituiscono il pericarpo; l'endosperma è il tessuto, la struttura di riserva del seme, essenzialmente di natura amilacea. La sua parte più esterna costituisce lo strato aleuronico, mentre l'embrione o germe è situato in basso lateralmente, in un incavo dell'endosperma. Le cariossidi delle 80.000 varietà o linee conservate presso la banca del germoplasma dell'IRRI (*International Rice Research Institute*) hanno dimensioni diverse con lunghezze comprese tra 4,1 e 13,7 mm, larghezze crescenti da 1,9 a 4,1 mm e un peso per 1.000 cariossidi di risone variabile tra i 22 e i 46 g.

Il riso è una graminacea appartenente al genere *Oryza* che comprende ventidue specie. Di queste sono coltivate soprattutto *Oryza sativa*, con cariosside a pericarpo quasi sempre bianco e *Oryza glaberrima* Steud, a pericarpo rosso chiaro, la cui importanza è limitata ad alcune aree africane. Entrambe sono idrofite radicanti e probabilmente derivano da *Oryza perennis* Moench,

la medesima specie ancestrale presente in Asia, Africa e America meridionale con centri di differenziazione originari rispettivamente nel Sud-Est asiatico e nell'Africa centro-occidentale del delta del Niger. Le varietà di riso della specie *Oryza sativa* coltivate nel mondo appartengono nella quasi totalità alle seguenti tre sottospecie geografiche o proles: *Indica*, presente in India, Paesi del Sud-Est asiatico e Cina meridionale, *Javanica*, circoscritta alla fascia equatoriale dell'Indonesia e *Japonica* che comprende le forme prevalenti in Giappone, Corea, Cina e America settentrionale, Egitto, Turchia, Bulgaria, Spagna, Portogallo e Italia. In *Indica* e *Javanica* la cariosside è compressa lateralmente e di forma più allungata, mentre nella proles *Japonica* si presenta più rotondeggiante. Le operazioni di selezione e miglioramento genetico operate dall'uomo nel corso del tempo hanno portato alla costituzione di varietà e linee adatte alle diverse condizioni eco-geografiche.

Non si può dimenticare infatti che la risaia, oltre che un campo coltivato, è un complesso ecosistema dove convivono alcuni vegetali assieme a pesci, uccelli, insetti e piccoli animali acquatici. Si può citare come esempio la pianura Padano-Veneta con i suoi territori di Grumolo delle Abbadesse, Delta del Po, basso Veronese in cui la risicoltura di eccellenza si è affermata grazie a clima, tipo di terreno, qualità e disponibilità di acqua, tutta una serie di fattori ideali per le condizioni di coltivazione del riso che richiedono la preparazione di camere livellate e una corretta gestione del regime idrico. Se si fa riferimento anche alle condizioni ambientali, i risi coltivati possono essere classificati come: r. pluviale (*lowland rice*), delle zone di pianura e r. di montagna (*upland rice*) delle zone montane equatoriali e tropicali totalmente dipendente dalle elevate precipitazioni, tanto da essere coltivato in appezzamenti non arginati; r. irriguo (*irrigated rice*) delle aree ove la coltivazione avviene con regolare sommersione del terreno e attento controllo del livello dell'acqua durante l'intero ciclo; riso flottante (*deep water and floating rice*) coltivato in sommersione.

FASI FENOLOGICHE

Il ciclo biologico del riso si svolge attraverso le fasi di germinazione, accestimento, levata, spigatura, fioritura, allegagione, riempimento e maturazione, con gli stadi di fioritura e fecondazione assai sensibili alle condizioni termiche.

Perché la fase di germinazione abbia inizio e proceda normalmente, il riso ha esigenze non soltanto in fatto di temperatura (ottima 28-30°C, minima 10-12°C per la proles *japonica* e 14-15°C per *indica* e *javanica*, massima 40-

45°C) e di umidità, ma è particolarmente sensibile anche alla quantità di ossigeno disponibile. Per quanto riguarda l'umidità, la germinazione ha inizio sia che le cariossidi siano poste in terreno abbastanza umido da consentirne il rapido rigonfiamento, sia che esse siano immerse in acqua. In tutti i casi, se avviene in ambiente ricco di ossigeno, a parità di altri fattori, la fase di germinazione si compie più rapidamente e lo sviluppo della radichetta precede quello della piumetta, mentre accade il contrario se la quantità di ossigeno è scarsa (come nel caso della semina in sommersione nelle comuni risaie). Infine, se le cariossidi sono poste in condizioni asfittiche (copertura con uno strato sia pur sottile di detriti di decantazione), si sviluppa soltanto la piumetta, che cessa poi di accrescersi se non si ossigena il mezzo attraverso l'asciutta della risaia; in questo caso il processo di germinazione riprende con la differenziazione della radice embrionale primaria.

La fase di germinazione si considera conclusa quando la pianta abbia formato la seconda-terza foglia, stadio che si ritiene coincidere con l'esaurimento delle sostanze di riserva dell'endosperma.

Nel processo germinativo si possono evidenziare tre fasi:

- idratazione e conseguente rigonfiamento della cariosside;
- comparsa del coleoptile (piumetta) attraverso la rottura del tegumento esterno;
- formazione della radice primaria e delle radici secondarie contemporaneamente all'allungamento del coleoptile.

Il seme per germinare deve poter assumere una quantità d'acqua pari a circa due volte il proprio peso mentre lo sviluppo delle radici è favorito da bassi livelli di umidità nel suolo ed è di contro ostacolato da elevati livelli di sommersione soprattutto se l'acqua è statica. Il seme, posto in condizioni ideali, germina per l'attivazione di numerosi enzimi la cui attività dipende dalla quantità di ossigeno disponibile ed è maggiore quando il seme è ben areato. Carenze di ossigeno possono portare ad anomalie di germinazione con stentato accrescimento e limitata formazione dell'apparato radicale. L'ossigeno favorisce una più veloce sintesi di gibberelline, deputate allo stimolo dell'attività enzimatica di idrolisi delle sostanze di riserva del seme.

L'accestimento inizia con lo sviluppo di un germoglio dalla gemma situata all'ascella della foglia più bassa, può proseguire a opera di altre gemme del culmo primario e di quelli secondari. La fase si svolge per un periodo di 40-70 giorni dopo la germinazione. Allo sviluppo dei germogli di accestimento si accompagna quello di radici avventizie, che ben presto superano, per importanza, quelle di origine embrionale. La differenziazione dell'apice florale segna l'inizio del periodo riproduttivo e la fine del periodo di accestimento uti-

le. Nelle cultivar molto precoci, 90-100 giorni di ciclo, che non interessano l'areale europeo, i primordi fiorali si differenziano prima dell'allungamento degli internodi basali; nelle cultivar più tardive (oltre 140 giorni di ciclo) l'allungamento degli internodi precede invece la stessa differenziazione fiorale.

La fase di levata, che si compie all'incirca in un mese e che, talvolta, ha inizio quando ancora è in atto quella di accestimento, è caratterizzata dall'allungamento degli internodi a opera dei meristemi intercalari, dall'accrescimento delle foglie e dal progressivo sviluppo della infiorescenza. La levata si conclude con il raggiungimento della massima altezza dei culmi fertili della pianta e con l'emissione delle infiorescenze; quest'ultimo stadio è preceduto da quello di botticella.

Alla emissione della infiorescenza seguono, a distanza di qualche giorno, l'antesi e la fecondazione. L'antesi, che si manifesta con l'apertura delle glumette sollecitate dall'inturgidimento delle lodicole, tende a prolungarsi se nell'ambiente le condizioni di calore e di luce sono deficienti e nel caso di elevatissima umidità dell'aria (sono considerate ottime la temperatura di 30 °C e umidità relativa dell'aria del 70-80%). Non appena le glumette si aprono, avvengono la deiscenza delle antere e l'impollinazione, quest'ultima seguita da perdita di turgore delle lodicole e chiusura delle glumette, che poi si salderanno. La fioritura è scalare iniziando dalla parte apicale della pannocchia del culmo principale e proseguendo nei culmi di accestimento secondo l'ordine della loro formazione.

Essendo di norma contemporanea la maturazione degli organi sessuali, si hanno per lo più autoimpollinazione e autofecondazione, ma non è impossibile la fecondazione incrociata. Se le condizioni ambientali sono sfavorevoli alla fioritura, può esservi cleistogamia. Avvenuta la fecondazione, ha inizio la fase di maturazione, durante la quale l'ovario, verso il quale migrano sostanze di riserva anche precedentemente accumulate nella pianta, si ingrossa ed evolve in cariosside vestita, che passa attraverso gli stadi di consistenza lattea (contenuto idrico 55-60%), cerosa (contenuto idrico 40-45%) e in fine alla fase di maturazione piena (contenuto idrico 20-25%), via via aumentando la propria concentrazione in sostanza secca. L'ottimo termico, per questa fase, si aggira attorno ai 20 °C (con temperature inferiori essa si prolunga) e l'andamento del processo è favorito dall'abbassamento della temperatura durante la notte. La maturazione delle cariossidi non è contemporanea, ma procede da quelle apicali a quelle basali della pannocchia.

La maturazione inizia quando la cariosside ha raggiunto le sue massime dimensioni tra i 21 e 28 giorni dopo la fecondazione. Il periodo che intercorre tra la fioritura e la maturazione piena dipende dalla varietà; si può orientati-

vamente indicare compreso tra i 30 e i 60 giorni. Temperature relativamente basse, tra 20 e 22 °C, portano a un allungamento della fase di accumulo con percentuali maggiori di granelli completi e aumento in peso degli stessi (maggiore produzione). Ciò è legato al fatto che, nonostante la traslocazione dei carboidrati venga rallentata, il maggior periodo di tempo a disposizione per l'accumulo risulta determinante ai fini produttivi in quanto viene prolungata la vita e l'attività fotosintetica delle foglie e ridotto il consumo di carboidrati per respirazione. Alte temperature prossime ai 30°C al contrario accelerano la fase di accumulo; se queste condizioni si protraggono nel tempo si può verificare una maturazione troppo rapida con un blocco della traslocazione dei carboidrati alle spighette e la produzione di cariossidi gessate e di peso ridotto con conseguenti perdite produttive sia di tipo quantitativo che qualitativo.

La maturazione si completa quando le glumette sono completamente gialle anche alla base della pannocchia, il pericarpo è totalmente bianco, l'endosperma è vitreo (a esclusione dell'eventuale perla), il rachide è giallo nei culmi principali e secondari.

Rispetto ai sistemi colturali intensivi della Pianura Padana alcuni aspetti agro-ambientali risultano tipici dell'ambiente risicolo (Gaudino et al., 2012). Tra questi emergono:

- monosuccessione stretta;
- impiego di elevati volumi di acqua;
- elevata biodiversità naturale e utilizzo di prodotti fitosanitari;
- turnover della sostanza organica in anaerobiosi parziale;
- modesta efficienza della concimazione N;
- elevate emissioni di gas serra (GHG), specie di CH₄;
- meccanizzazione condizionata da: specializzazione, dimensioni aziendali e gestione dell'acqua.

Tutto questo in generale determina un maggiore impatto agro-ambientale delle aziende risicole rispetto alle cerealicole, per tali motivi si rende necessaria la valutazione agroambientale e sorgono nuovi orientamenti strategici comunitari (Health check) (Zaghi, Caffarelli, 2007) e nuove sfide:

- risposta ai cambiamenti climatici;
- migliore gestione delle risorse idriche;
- conservazione della biodiversità;
- introduzione delle energie rinnovabili;
- riso in asciutto.

L'evoluzione nel tempo del controllo delle infestanti in risaia è risultato particolarmente significativo dato che ha comportato una drastica riduzione delle quantità impiegate degli erbicidi con una riduzione di ben cinque vol-

te del diserbo chimico rispetto alla metà degli anni '60 (Galassi e Mazzini, 2011). Contemporaneamente, nel commercio dei fitofarmaci, si è verificata una perdita di principi attivi (Sattin, 2011; Zaghi e Caffarelli, 2007) e di conseguenza la necessità di un'analisi del rischio di resistenza. Le istituzioni quali la scuola, l'università, gli enti territoriali, le camere di commercio e le associazioni dei produttori dovrebbero agire come un tutto unico se si vuole che questo comparto produttivo resti sostenibile. Altrettanto dicasi per la formazione che deve restare sempre attiva e portatrice di innovazione coinvolgendo gli attori dell'intera filiera.

FILIERA DEL RISO DAL CAMPO AL POST-RACCOLTA

Il riso non è solo un alimento prezioso, di questo straordinario cereale non si butta nulla. I suoi coprodotti possono infatti trovare impiego nell'alimentazione animale, ma anche nella produzione di composti bioattivi e ingredienti per il settore cosmetico, nutraceutico e farmaceutico (AA.VV., 2008). Tra i residui agroindustriali del riso che costituiscono una materia prima importante e a basso costo, ma spesso hanno una valorizzazione commerciale piuttosto limitata, c'è anche la paglia. Si tratta di un materiale biodegradabile e perfettamente isolante, utilizzabile insieme a calce, argilla e legno per costruire strutture edilizie a impatto ed emissione zero, come ha dimostrato l'impresa Nova Civitas. Il progetto, che riutilizza lo scarto agricolo locale prodotto nelle province di Biella e Vercelli, è stato premiato dal Museo Guggenheim durante la fase conclusiva di *100 Urban Trends*, mostra tenutasi a New York sulle tendenze globali più interessanti in ambito urbanistico e architettonico (Attene, 2013).

Con la lavorazione del risone si scartano numerose frazioni tra cui la lolla (il tegumento del seme, ottenuto durante la prima parte del processo che termina con la produzione del riso sbramato o integrale) e la pula (comprendente pericarpo, germe e strato aleuronico dell'endosperma, asportati meccanicamente con la sbiancatura) nella produzione di riso bianco (fig. 1).

Entrambe hanno un elevato potenziale come materia grezza per la produzione di composti bioattivi e ingredienti come documentano la vasta letteratura e le migliaia di citazioni nel database di *Scopus* (Friedman, 2013).

La lolla, ad esempio, è un materiale lignocellulosico complesso, ricco di silice. Può essere trattata e fermentata per produrre bioetanolo, ma anche utilizzata come "adsorbente" a basso costo per la rimozione di metalli pesanti

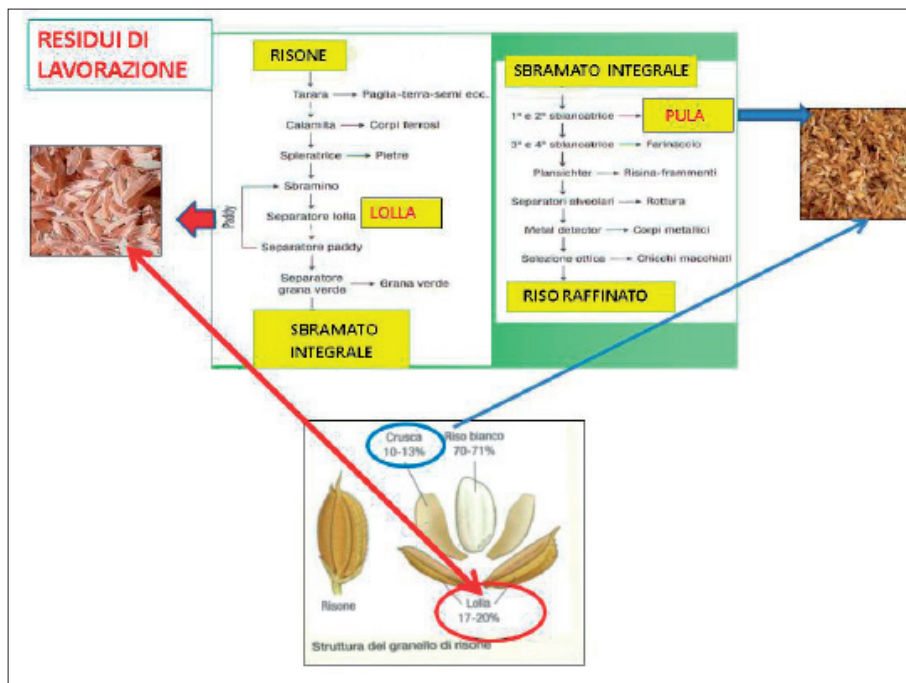


Fig. 1 *Lavorazione del riso*

e coloranti (Chuah et al., 2005). Alcuni ricercatori (Mishra et al., 2007) ne hanno testato l'impiego anche su cesio radioattivo, presente in sistemi acquatici, mentre Chung et al. (2005) suggeriscono di ricavare dalla lolla, molecole utili nella formulazione di erbicidi.

Una delle proposte più recenti è quella di ottenere dalla combustione della lolla fumo liquido, come già si fa con il legno. Il prodotto, ritenuto negli Stati Uniti sicuro e indicato come GRAS (*Generally Recognized as Safe*), grazie al processo di purificazione presenta rispetto al fumo tradizionalmente utilizzato nell'affumicatura una percentuale ridotta di composti policiclici aromatici (PAH), considerati potenziali cancerogeni. L'analisi mediante gascromatografia e spettrometria di massa di un estratto ottenuto dalla pirolisi della lolla ha individuato ben 161 composti diversi tra cui alcuni "bioattivi". A questo proposito, Kim et al. (2011) hanno dimostrato con prove *in vitro* e *in vivo* sul ratto che il fumo liquido, grazie alle sue proprietà antiossidanti, antiallergiche e antiinfiammatorie, sarebbe utile nella prevenzione e nella terapia di patologie croniche di tipo infiammatorio. Il fumo liquido è anche un efficace antibatterico per il controllo di *Salmonella Typhimurium* e *in vivo* ha dimostrato un'azione sinergica con l'antibiotico vancomicina (Kim et al., 2012).

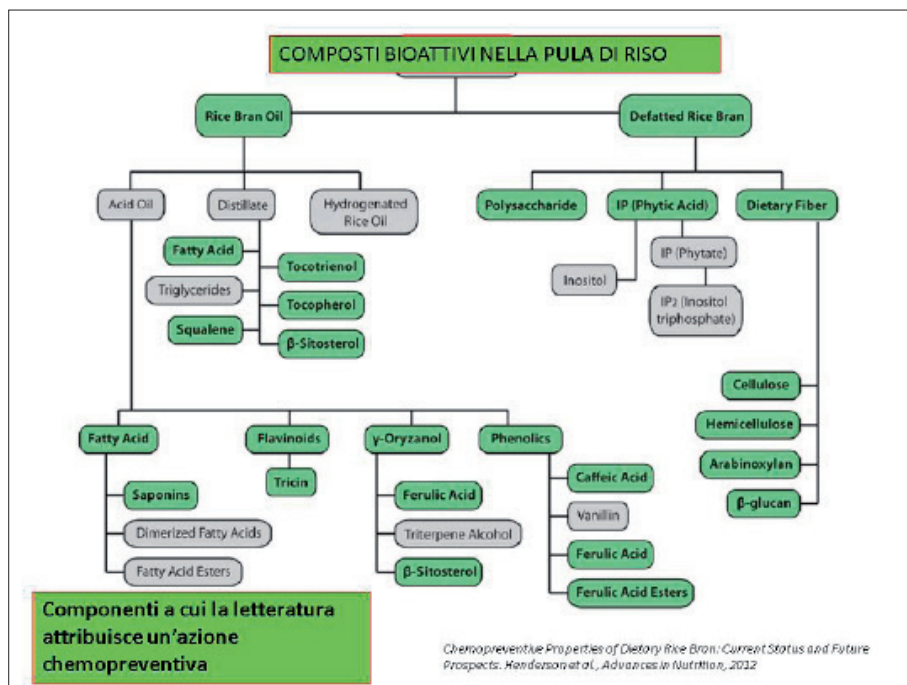


Fig. 2 Componenti della pula di riso a cui si attribuisce un'azione chemopreventiva (estratto da Henderson et al., *Advances in Nutrition*, 2012)

Nel settore alimentare potrebbe quindi trovare impiego come aromatizzante naturale, antimicrobico e ingrediente "funzionale" per il controllo dell'irrancidimento ossidativo.

Anche la pula, di cui si stima una produzione mondiale annua pari a 76 milioni di tonnellate (Friedman M., 2013), possiede innumerevoli composti bioattivi la cui azione preventiva è supportata da numerosi lavori scientifici.

Grazie all'elevata qualità della frazione proteica dalla pula, ipoallergenica e adatta anche ai celiaci, si possono ottenere nuovi emulsionanti, schiume alimentari stabili, formulazioni bilanciate da destinare alla prima infanzia o alimenti funzionali per l'alimentazione dell'anziano. Il suo valore calorico (416 Kcal/100g) e l'elevata digeribilità *in vitro* (80,9%-84,45%) suggeriscono che la proteina a basso costo della pula può contribuire ai fabbisogni alimentari della popolazione mondiale (Friedman, 1996). La frazione polifenolica della pula, importante per la sua attività antiossidante, è circa sei volte maggiore nelle varietà di riso colorate. Tra i fenoli semplici, prevale l'acido ferulico (Laokuldilok et al., 2011) considerato un *secondary chemical building block* ossia una molecola di base su cui poggia gran parte della chimica di sintesi e

da cui si possono ottenere prodotti a elevato valore aggiunto come vanillina, antiinfiammatori e resine fenoliche. Uno dei composti bioattivi più noti è sicuramente il γ -Orizanol, costituito da una miscela di steroli ferulati a cui sono stati attribuiti effetti antiossidanti e di riduzione del colesterolo plasmatico nell'animale e nell'uomo. Sembra certo che l'attività antiossidante sia dovuta alla capacità di donare elettroni dell'acido ferulico e l'effetto sul colesterolo agli steroli liberati per idrolisi a livello intestinale. L'attenzione dei ricercatori si è perciò focalizzata sul delicato equilibrio tra specie benefiche e specie dannose del microbiota intestinale (Henderson et al., 2012) che possono essere modulate mediante l'assunzione di fermentati a base di pula o fibra prebiotica ottenuta dalla crusca di riso. Quest'ultima costituisce un'interessante fonte di fibra da impiegare anche per l'alimentazione di cani e gatti nei *pet food*, settore in continua crescita.

Non si può infine dimenticare che la pula di riso contiene numerosi altri composti (evidenziati in grassetto in fig. 2) a cui è stata attribuita un'azione chemopreventiva.

LA LAVORAZIONE DEL CHICCO DI RISO

La lavorazione inizia dal risone (fig. 1) che nel linguaggio internazionale è chiamato *paddy*. A differenza degli altri cereali, quali grano e mais, dove la lavorazione ha lo scopo di ridurli in semola o farina, per il riso l'obiettivo principale è mantenere i granelli il più possibile interi. La prima parte del processo che prevede la pulitura e la sgusciatura del risone termina con la produzione del riso sbramato, comunemente conosciuto come "riso integrale" e internazionalmente chiamato "cargo" (AA.VV., 2008). Il pericarpo avvolge ancora il chicco e svolge una funzione di barriera alla penetrazione dell'acqua durante la cottura che risulta per questo prolungata. Nella seconda parte della lavorazione avviene la "sbiancatura" del seme, a cui meccanicamente si asportano pericarpo, germe e strato aleuronico, complessivamente indicati come "pula", oltre a separare i chicchi rotti o macchiati. Procedendo con la raffinazione, il chicco rappresentato dalla frazione dell'endosperma, diventa sempre più bianco, aumenta la conservabilità, grazie al minor rischio di irrancidimento, cuoce più rapidamente e trattiene una maggior quantità di acqua e di condimento, perdendo contemporaneamente di consistenza.

Il chicco di riso lavorato presenta l'endosperma con frattura del tutto vitrea o con una zona centrale più o meno ampia a frattura farinosa (perla),

ha forma allungata, con un'estremità arrotondata e l'altra appuntita in corrispondenza della quale si nota un'incavatura (dente) lasciata dall'asportazione del germe. A fini commerciali il riso viene classificato in quattro diverse tipologie distinte: riso comune, semifino, fino e superfino. Il primo è adatto per le minestre da brodo, ha un chicco piccolo e tondeggiante, dente poco pronunciato, perla poco estesa e in posizione centrale. Il riso semifino si presta alla preparazione di timballi, arancini, minestrone, ha dente pronunciato, perla centro-laterale estesa. Il riso fino è ideale per le insalate di riso, ha perla centro-laterale e dente sfuggente mentre quello superfino che tiene bene la cottura presenta una cariosside lunga e affusolata. Il valore alimentare del riso bianco è inferiore a quello del chicco sbramato o integrale, in quanto con la pula vengono allontanate aliquote importanti di proteine, grassi, sali minerali, vitamine, ma anche fitina che la letteratura scientifica non indica più esclusivamente come fattore anti nutrizionale (Canan et al., 2011). Il chicco di riso brillato crudo è caratterizzato dalla seguente composizione media in macronutrienti: 80% di carboidrati, 7% di proteine, 0,5% di lipidi e 12% di acqua. Per quanto riguarda il contenuto in vitamine, le maggiormente rappresentate sono quelle idrosolubili: tiamina, riboflavina, niacina e acido folico. Fra i microelementi sono più presenti fosforo, potassio, magnesio, sodio, calcio, mentre i principali oligoelementi sono rame, selenio, zinco e ferro. L'elevata digeribilità del riso è da ricercare nel tipo di amido, un polimero dell'alfa-glucosio costituito da amilosio (catena essenzialmente lineare) e amilopectina (con ramificazioni) e organizzato in granuli di dimensioni (2 -10 μ) fino a 20 volte più piccoli del frumento e ben 70 volte rispetto a quelli della patata (Vandeputte et al., 2004). Le preferenze e i gusti dei consumatori di riso variano notevolmente da popolazione a popolazione e sono legate anche alla quantità di amilosio (mediamente 15-25% dell'amido totale) presente nell'endosperma. Il diverso rapporto fra le due frazioni, ad esempio le varietà Arborio, Vialone nano e Carnaroli ne contengono rispettivamente il 19,6%, 23,9% e 24,1%, conferisce particolari e differenti caratteristiche di tenuta alla cottura del granello di riso. Se il riso è quasi privo di amilosio si definisce "waxy" e trova prevalente impiego in pasticceria o come legante alimentare. Al contrario del mais, il riso è definito un "waxy" al naturale. Nel determinare il contenuto di amilosio va tenuta in considerazione la sua presenza in forma "libera" e all'interno di complessi lipidici che si possono anche formare durante trattamenti idrotermici o di gelatinizzazione dell'amido. È stato dimostrato che aumentando il contenuto di amilosio diminuisce l'indice glicemico (IG) e così varietà come Argo, Carnaroli, Elio e Vialone nano presentano una percentuale di digestione e assorbimento rallentate e quindi una minor

risposta glicemica e insulinemica con conseguente abbassamento di IG. È noto inoltre che la relazione fra il contenuto di amilosio e l'indice glicemico è di tipo esponenziale più che lineare. I risi con elevato contenuto di amilosio, come peraltro altri cereali che ne sono ricchi come l'orzo, determinano anche una maggior sensazione di sazietà. Tra le altre variabili coinvolte nel determinare variazioni dell'IG, abbassandolo anche del 30%, giocano un ruolo importante un'elevata temperatura di gelatinizzazione, un tempo minimo di cottura, un basso volume di espansione dopo la cottura. Il processo per ottenere il riso "parboiled" va in questa direzione. Si tratta di una lavorazione di tipo idrotermico, di origine antica, che comporta la macerazione in acqua del risone ancora rivestito dalle glumelle, seguita poi da riscaldamento a vapore sottopressione e dalla essiccazione del prodotto, successivamente sottoposto alle normali operazioni di sbramatura e sbiancatura. L'azione sinergica e combinata dell'acqua e della temperatura provoca la gelatinizzazione dei granuli di amido, rendendo i chicchi maggiormente resistenti alla cottura. Inoltre l'amido dopo la gelatinizzazione va incontro al fenomeno fisico di retrogradazione che comporta la ricristallizzazione della frazione lineare di amilosio e amilopectina e la formazione dell'amido resistente a cui sono attribuiti numerosi effetti fisiologici benefici (Sajilata et al., 2006). Sembra che la cottura a vapore e quella a pressione possano determinare una maggiore produzione di amido resistente (Rashmi et al., 2003). Tale effetto potrebbe essere aumentato se il riso viene sottoposto a refrigerazione dopo la cottura, pratica abitualmente adottata nella preparazione delle insalate di riso. Un grande esempio di cucina "funzionale" è rappresentato dai risotti della nostra tradizione gastronomica che associano la presenza di amido resistente con verdure ricche di fibra alimentare e composti bioattivi ad attività antiossidante.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il professor Paolo Alghisi, presidente della Sezione Nord Est dell'Accademia dei Georgofili e il professor Arturo Zamorani, per la revisione critica del manoscritto.

RIASSUNTO

In una scala di produzione globale il riso, insieme a mais e frumento, è tra i cereali più diffusi e ha una storia evolutiva che risale a circa 8.200 anni fa. Utilizzando la tecnica chiamata "orologio molecolare" si è giunti a stabilire che le due sub specie più importanti

di riso asiatico, *Oryza sativa indica* e *Oryza sativa japonica* hanno un'unica origine. Il termine "riso" indica sia la pianta sia la cariosside che ha dimensioni e peso molto diversi nelle 80.000 varietà o linee conservate, adatte a condizioni eco-geografiche marcatamente differenti. Non si può dimenticare infatti che la risaia, oltre a essere un campo coltivato, è un complesso ecosistema per cui è necessaria un'attenta valutazione agroambientale. Guardando alla filiera del riso si nota che questo cereale non è solo un alimento prezioso, i suoi coprodotti, in particolare lolla e pula separati durante la lavorazione del risone, possono trovare impiego nell'alimentazione animale, nella produzione di composti bioattivi e ingredienti per il settore cosmetico, nutraceutico e farmaceutico.

ABSTRACT

Together with corn and wheat, rice is one of the most common cereal and has an history dating back to about 8,200 years ago. Using a technique called "molecular clock" it was established that the two most important sub species of Asian rice, *Oryza sativa indica* e *Oryza sativa japonica* have a single origin. The word "rice" indicates both the plant and the kernel that has very different size and weight in the 80,000 varieties or lines preserved, suitable for eco-geographical conditions markedly different. It is clear that the paddy field, besides being a cultivated field, is a complex ecosystem that requires a careful evaluation of the agro-environment impact. Looking at the supply chain of rice is known that this cereal is not only a valuable food, its co-products, in particular rice husk and rice bran, separated during processing of paddy, may be employed as animal feed, in the production of bioactive compounds and ingredients for cosmetics, nutraceutical and pharmaceutical industries.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2008): *Il riso*, coordinamento scientifico di A. Ferrero, Collana «Coltura&Cultura» ideata e coordinata da R. Angelini, Bayer Crop Science, Ed. Script, Bologna, p. 696.
- ATTENE C. (2013): *Nova Civitas porta le case di paglia di riso da Biella a New York*, in www.ilsole24ore.com, 23 ottobre.
- CANAN C., CRUZ F.T.L., DELAROZA F., CASAGRANDE R., SARMENTO C.P.M., SHIMOKOMAKI M., IDA E.I. (2011): *Studies on the extraction and purification of phytic acid from rice bran*, «Journal of Food Composition and Analysis», 24 (7), pp. 1057-1063.
- CHUAH A., JUMASIAH I., AZNI S., KATAYON S.Y., CHOONG T. (2005): *Rice husk as a potentially low-cost biosorbent for heavy metal and dye removal: an overview*, «Desalination», 175, pp. 305-316.
- CHUNG I.-M., HAHN S.-J., AHMAD A. (2005): *Confirmation of potential herbicidal agents in hulls of rice *Oryza sativa**, «Journal Chemistry Ecology», 31, pp. 1339-1352.
- DE GODOY M.R.C., KERR K.R., FAHEY G.C. (2013): *Alternative dietary fiber sources in companion animal nutrition*, «Nutrients», 5, pp. 3099-3117.
- FRIEDMAN M. (2013): *Rice Brans, Rice Bran Oils, and Rice Hulls: Composition, Food and Industrial Uses, and Bioactivities in Humans, Animals, and Cells*, «Journal of Agriculture

- al and Food Chemistry», 61, pp. 10626-10641.
- FRIEDMAN M. (1996): *The nutritional value of proteins from different food sources*, «Journal of Agricultural and Food Chemistry», 43, pp. 3-29.
- GALASSI T., MAZZINI F. (2011): *Il quadro normativo*, Atti XVIII Conv. SIRFI, Bologna 26 maggio, pp. 1-18.
- GAUDINO S., SACCO D., GOIA I., MOSCA P., GRIGNANI C. (2012): *Indicatori per la Valutazione Agronomica ed Ambientale delle Aziende Riscicole*, Atti Convegno SIA, Bari.
- HENDERSON A.J., OLLILA C.A., KUMAR A., BORRESEN E.C., RAINA K., AGARWAL R., RYAN E.P. (2012): *Chemopreventive properties of dietary rice bran: current status and future prospects*, «Advances in Nutrition: An International Review Journal», 3 (5), pp. 643-653.
- HIGHAM C., LU T.L.D. (1998): *The origins and dispersal of rice cultivation*, «Antiquity», 72, pp. 867-877.
- KIM S.P., KANG M.Y., PARK J.C., NAM S.H., FRIEDMAN M. (2012): *Rice hull smoke extract inactivates Salmonella Typhimurium in laboratory media and protects infected mice against mortality*, «Journal Food Science», 77, M80-M85.
- KIM S.P., YANG J.Y., KANG M.Y., PARK J.S., NAM H., FRIEDMAN M. (2011): *Composition of Liquid Rice Hull Smoke and Anti-Inflammatory Effects in Mice*, «Journal of Agricultural and Food Chemistry», 59, pp. 4570-4581.
- LAOKULDILOK T., SHOEMAKER C.F., JONGKAEWWATTANA S., TULYATHAN V. (2011): *Antioxidants and antioxidant activity of several pigmented rice brans*, «Journal of Agricultural and Food Chemistry», 59, pp. 193-199.
- MISHRA S.P., PRASAD S.K., DUBEY R.S., MISHRA M., TIWARI D., LEE S.M. (2007): *Bio-sorptive behaviour of rice hulls for Cs-134 from aqueous solutions: a radiotracer study*, «Applied Radiation. Isotopes», 65, pp. 280-286.
- MOLINAA J., SIKORAB M., GARUDB N., FLOWERSA J.M., RUBINSTEINA S., REYNOLDSB A., HUANGC P., JACKSOND S., SCHAALE B.A., BUSTAMANTEB C.D., BOYKOB A.R., PURUGANANA M.D. (2011): *Molecular evidence for a single evolutionary origin of domesticated rice*, «Proc. Natl. Acad. Sci. USA», 108, 20, pp. 8351-8356.
- OKA H.I. (1988): *Origin of Cultivated Rice* (Elsevier, Amsterdam).
- RASHMI S., UROOJ A. (2003): *Effect of processing on nutritionally important starch fractions in rice varieties*, «International journal of food sciences and nutrition», 54 (1), pp. 27-36.
- SATTIN M. (2011): *Gestione della resistenza nel contesto dell'IWM e della nuova normativa europea*, Atti XVIII Conv. SIRFI, Bologna 26 maggio 2011, pp. 103-116.
- SAJILATA M.G., SINGHAL R.S., KULKARNI P.R. (2006): *Resistant starch-a review*, «Comprehensive reviews in food science and food safety», 5 (1), pp. 1-17.
- VANDEPUTTE G.E., DELCOUR J.A. (2004): *From sucrose to starch granule to starch physical behaviour: a focus on rice starch*, «Carbohydrate Polymers», 58 (3), pp. 245-266.
- ZAGHI C., CAFFARELLI V. (2007): *La strategia comunitaria sui pesticidi e la proposta di direttiva sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari*, Atti XVI Conv. SIRFI, Bologna 5 aprile 2007, pp. 1-10.