



Raffaele Cucciniello^a, Adriano Intiso^b

^aDipartimento di Chimica e Biologia "Adolfo Zambelli"

Università di Salerno

rcucciniello@unisa.it

^bIntiso Chemicals Srl, Solofra (AV)

Consigliere del Gruppo Interdivisionale di Diffusione della Cultura Chimica

intisochemicals@gmail.com

LA VALORIZZAZIONE DEI SOTTOPRODOTTI DELLA FILIERA VITIVINICOLA

Il settore enogastronomico è una delle eccellenze che hanno reso l'Italia leader indiscusso a livello internazionale. In questo articolo illustreremo lo stato dell'arte nel recupero e nella valorizzazione dei sottoprodotti della filiera vitivinicola, con uno sguardo alle nuove tecnologie sempre più improntate alla sostenibilità e alla green economy.



Con il termine vino si definisce "il prodotto ottenuto esclusivamente dalla fermentazione alcolica, totale o parziale, di uve fresche, pigiate o non; oppure di mosto di vino" [1]. In base al processo di lavorazione, alla tipologia di uve impiegate, ai prodotti chimici utilizzati durante la vinificazione e al contenuto alcolico che si vuole raggiungere, si ottengono diverse tipologie di prodotti, in particolare vini da tavola, spumanti, vini passiti e grappe.

Sulla base del processo di vinificazione è possibile, inoltre, distinguere il vino bianco da quello rosso [2]. La vinificazione in bianco, tramite la sgrondatura, permette la separazione delle vinacce dal mosto ottenuto durante la pigiatura, procedendo direttamente con la fermentazione. Questo procedimento evita che il colore delle bucce (indipendentemente dalla tipologia di uva impiegata) venga trasferito al

mosto. La vinificazione in rosso, di contro, prevede una fase di macerazione in cui avviene la dissoluzione delle frazioni solubili all'interno del mosto. Il processo di produzione del vino prevede, quindi, una serie di operazioni che permettono la trasformazione delle uve di partenza, in un prodotto ad elevato valore aggiunto; in particolare possiamo distinguere le seguenti fasi:

- raccolta
- diraspatura e pigiatura
- fermentazione
- macerazione
- svinatura
- pressatura delle vinacce
- chiarificazione, maturazione e stabilizzazione.

La vendemmia è la prima fase del processo di vinificazione e consiste nella raccolta (sia fatta con l'uso di macchine sia manualmente) dei grappoli di uva. Successivamente, tramite una macchina diraspatrice si procede alla separazione degli acini da steli, foglie e gambi. La pigiatura dell'acino permette la fuoriuscita della polpa e la produzione del mosto che sarà sottoposto a fermentazione.

Questa fase è estremamente delicata; mediante l'azione di lieviti e attivanti (aggiunti in precedenza) si ha la conversione degli zuccheri in alcool etilico e anidride carbonica. Il conferimento della maggior parte delle caratteristiche visive, olfattive e gustative avviene durante la macerazione, in cui il rilascio

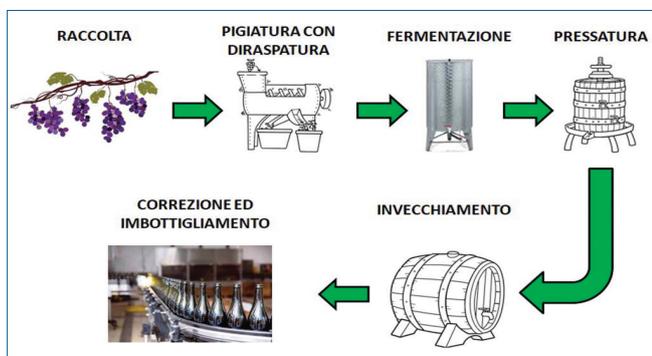


Fig. 1 - Schema delle varie fasi del processo di vinificazione

di enzimi dalle cellule dell'uva, permette la liberazione e la solubilizzazione dei composti fenolici presenti nella polpa, nei semi e nelle bucce.

La svinatura permette la separazione del vino dalle vinacce e dalle fecce; le fasi finali di chiarificazione, maturazione e stabilizzazione permettono infine di ottenere il prodotto finito così come viene poi consumato dal cliente finale. In Fig. 1 si riporta uno schema del processo di produzione del vino.

Da un'attenta analisi delle ricerche condotte in tale settore, è chiaro come per filiera vitivinicola, non si intende solo la produzione del vino, il confezionamento e la sua commercializzazione, bensì è necessario includere anche i processi di distillazione e di trasformazione dei sottoprodotti e degli scarti per l'ottenimento di altre merci, e/o di energia [3]. Negli ultimi anni, le problematiche ambientali hanno coinvolto anche il settore vinicolo, dove, accanto ad un'esigenza produttiva sempre maggiore, si affiancava il bisogno di uno smaltimento corretto dei rifiuti prodotti [4]. Grazie a legislazioni sempre più attente alle problematiche ambientali e all'innovazione tecnologica, sono state gettate le basi per un futuro più sostenibile dell'intera filiera vitivinicola, soprattutto per quanto riguarda la gestione e la valorizzazione degli scarti e dei sottoprodotti delle varie fasi di produzione del vino.

A partire da ogni fase sopra descritta, si ottengono diversi sottoprodotti. I raspi, ottenuti dalla diraspatura, corrispondono alla parte legnosa del grappolo. Le vinacce, ottenute dal processo di vinificazione, sono costituite da vinaccioli, bucce e residui di raspi. Con il termine feccia di vino (regolamento CEE n. 337/79), si intende il residuo melmoso che si deposita nei recipienti dopo la fermentazione, durante

l'immagazzinamento o dopo trattamenti autorizzati, così come i residui ottenuti da filtrazione o centrifugazione di questo prodotto. In base alla velocità di sedimentazione si distingue in pesante e leggera; costituita principalmente da cellule di lievito prodotte durante il processo fermentativo, batteri, residui di cellule, etanolo e sali tartarici, essa rappresenta in media il 2-6% del totale del vino prodotto [5].

Infine, ci sono le acque reflue, che derivano dalle operazioni di lavaggio di attrezzature e vasche utilizzate lungo tutto il processo produttivo. Il recupero e la valorizzazione dei sottoprodotti costituisce, dunque, un raccordo essenziale per la realizzazione di un ciclo chiuso che rispetti i principi fondamentali di sostenibilità ed economia circolare.

Una stima offerta dall'OIV (International Organisation of Vine and Wine), afferma che nel 2014, in Italia, sono stati prodotti 44,4 milioni di ettolitri di vino, con uno scarto complessivo pari a 8 milioni di quintali di vinacce comprensive di vinaccioli (pari al 15% dell'uva vinificata) e di 2.250.000 ettolitri di fecce (pari al 5% del vino prodotto), oltre a circa $3 \cdot 10^6$ m³ di acque reflue [6]. Il DM 28/2008 afferma che i sottoprodotti del processo di vinificazione devono essere considerati come tali e non come rifiuti. Per quanto riguarda la definizione di sottoprodotto l'articolo 183 del D.Lgs. 152/2006 afferma che: "le sostanze ed i materiali dei quali il produttore non intende disfarsi ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), che soddisfino tutti i seguenti criteri, requisiti e condizioni: 1) siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione; 2) il loro impiego sia certo, sin dalla fase della produzione, integrale e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito; 3) soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati; 4) non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto 3), ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione; 5) abbiano un valore economico di mercato" [7].

Le fecce e le vinacce devono essere consegnate in distilleria generalmente entro 30 giorni dal loro ottenimento (art. 13, L. n. 238/16), rientrando così all'interno di un ciclo virtuoso per la preparazione di altri prodotti a valore aggiunto.

Tuttavia, sono consentiti diversi impieghi di questi sottoprodotti tra cui:

- utilizzo diretto in ambito agricolo tramite spandimento;
- uso indiretto in ambito agricolo tramite la preparazione di fertilizzanti (compostaggio);
- valorizzazione energetica come biomassa impiegata in processi di combustione e/o di produzione di biogas;
- utilizzo in ambito zootecnico per la preparazione di mangimi;
- uso farmaceutico, cosmetico ed alimentare attraverso processi di estrazione di prodotti ad alto valore aggiunto.

Per quanto concerne le acque reflue, in alcuni casi specifici la legge prevede il loro re-impiego ai fini agricoli, tramite spandimento nel terreno, oppure possono essere utilizzate per veicolare i prodotti fitosanitari. Negli ultimi anni, accanto ai metodi discussi precedentemente per il recupero e la valorizzazione dei sottoprodotti, diversi sono gli studi proposti con l'obiettivo di rendere la filiera vitivinicola sempre più sostenibile e allineata ai principi cardine dell'economia circolare [8].

Un esempio estremamente interessante riguarda la valorizzazione degli scarti dell'industria vitivinicola mediante un approccio combinato che prevede in un primo step l'estrazione per l'ottenimento di composti bioattivi e un successivo passaggio di pirolisi del residuo solido per ottenere prodotti chimici a valore aggiunto, come il biochar. Gli estratti sono stati analizzati per solidi solubili, zuccheri, acidi, polifenoli totali, contenuto, attività antiossidante e colore superficiale. L'estratto di gambo d'uva ha presentato la maggiore concentrazione di polifenoli (1.758±24 g di acido gallico/100 kg) e capacità antiossidante (156±6 g di acido gallico/100 kg) e tali risultati hanno prospettato l'impiego delle frazioni liquide per la preparazione di ingredienti funzionali. Il biochar ottenuto, invece, può essere utilizzato per la produzione di carbone attivo da impiegare in applicazioni combustibili e come rinforzo della struttura del suolo. I me-

todi proposti hanno consentito l'ottimizzazione della bonifica dei rifiuti con due applicazioni: lo sviluppo di ingredienti per l'industria nutraceutica e alimentare e la produzione di biochar ed energie rinnovabili [9].

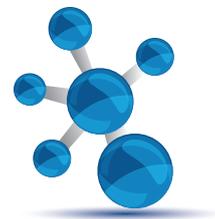
Un altro approccio interessante riguarda la preparazione di substrati adsorbenti per la rimozione di metalli pesanti da matrici acquose. Le proprietà dei fanghi di scarto della lavorazione del vino sono simili a quelle di altri fanghi, come i fanghi di scarto della lavorazione dei frutti di mare o dei fanghi di scarto urbani, conferendogli la capacità di adsorbire i metalli pesanti [10]. In uno studio recente di Li e collaboratori, è stato dimostrato che i fanghi di scarto della lavorazione del vino sono un adsorbente efficace per l'adsorbimento di Cr(III) dalla soluzione acquosa. Questo risultato può essere considerato, ad esempio, per il trattamento delle acque reflue dei processi di concia.

Considerando il concetto di bioraffineria legata alla produzione di prodotti/composti/materiali a partire dalla vite, è possibile considerare l'impiego di vinaccia, semi, gambi o semi per la sintesi di composti funzionali per svariate applicazioni. Le parti della vite descritte in precedenza possono essere frazionate per idrolisi enzimatica o chimica, in tre blocchi di sostanze chimiche di base quali:

- emicellulosa;
- zuccheri pentosi, polimeri C5, cellulosa, zuccheri esosi, polimeri C6;
- lignina e fenoli.

Una volta ottenuti questi importanti building-block, è possibile immaginare la successiva conversione in sostanze chimiche utili, come ad esempio etanolo, acidi carbossilici (acido acetico, acido butirrico), butanolo e acetone.

In questo contesto, il gruppo del prof. Cavani dell'Università di Bologna ha investigato l'ottenimento di bio-butanolo e di alcoli maggiori sia lineari che ramificati mediante reazione di Guerbet a partire da bio-etanolo in presenza di un innovativo catalizzatore bifunzionale a base di rutenio mediante catalisi omogenea. I risultati ottenuti in collaborazione con un'importante realtà industriale italiana hanno permesso, mediante anche un'approfondita analisi di ciclo di vita (LCA), di valutare gli impatti ambientali connessi alla tecnologia sviluppata per valutarne la sostenibilità e la potenziale implementazione su scala industriale [11].



La vinaccia è ricca di zuccheri emicellulosici che possono essere facilmente idrolizzati formando miscele di xilosio e glucosio che potrebbero essere convertiti in acido lattico in presenza di microrganismi come *L. pentosus* e *L. rhamnosus*. Studi recenti hanno anche dimostrato che contemporaneamente alla produzione di acido lattico si osserva anche quella di bio-surfattanti.

Altri usi della vinaccia includono la produzione di biomassa con elevata concentrazione di proteine, come ingrediente per mangimi per acquacoltura, e la produzione di proteine unicellulari. Dalle vinacce si può recuperare efficacemente anche l'acido tartarico, il quale è ampiamente applicato negli alimenti e nell'industria delle bibite come conservante acido naturale e come una valida alternativa agli acidi citrico e fosforico. Un'interessante applicazione del distillato di fecce di uva riguarda il recupero di acido tartarico mediante estrazione chimica (trattamento con HCl e precipitazione con generazione di CaCl_2). L'estratto liofilizzato è stato utilizzato come mezzo nutritivo per la crescita del *Lactobacillus pentosus*, ottenendo una produzione di acido lattico di circa 20 g L^{-1} [12].

Gli scarti di vinaccia mostrano anche un buon potenziale dal punto di vista ambientale in qualità di risorsa energetica rispettosa dell'ambiente. Sono riportati diversi studi che ne valutano l'applicazione come materia prima per la produzione di calore, anche se i processi di essiccazione e di combustione richiedono ulteriori miglioramenti. Tuttavia, il suo massimo potenziale a questo proposito è come materia prima per la digestione anaerobica per la produzione di biogas, considerato come una delle più importanti tecnologie di trattamento sostenibile per valorizzare e stabilizzare la frazione organica dei rifiuti. Questo trattamento produce biogas e un digestato che può essere utilizzato come emendante biologico. Il biogas è composto principalmente da metano e anidride carbonica, che può essere utilizzato per ottenere elettricità e calore [13]. In conclusione, è possibile affermare che negli ultimi anni sono stati compiuti degli enormi progressi nella filiera vitivinicola per rendere più sostenibile, rinnovare ed innovare un settore strategico e fondamentale per l'economia italiana. Nonostante questo, diverse sono le sfide e gli obiettivi che la ricerca (accademica ed industriale) dovrà sviluppare per garantire all'Italia il ruolo di leader indiscusso a livello europeo ed internazionale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Tesi di Laurea di A. Finesso, "Valorizzazione di scarti vinicoli per il recupero di prodotti ad alto valore aggiunto ed energia", 2005.
- [2] C. Navarre, *Enologia. Caratteristiche e raccolta dell'uva - Fermentazione alcolica e malolattica - Procedimenti di vinificazione - Il vino: produzione, malattie e alterazioni, analisi*", Ulrico Hoepli Editore Spa, Milano.
- [3] V. Novello, *L'Informatore Agrario*, 2015, **33**, 61.
- [4] A. Kumar, C. Saison *et al.*, "Impact of Winery wastewater on ecosystem health", final report of CSIRO Research Organization, 2006.
- [5] E. Naziri, F. Mantzouridou, M.Z. Tsimidou, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2012, **60**, 9195.
- [6] OIV (Organisation Internationale de la Vigne et du Vin), 2015, 2013 Global economic vitiviculture data, <http://www.oiv.int/oiv/info/enpoint2013>
- [7] Per maggiori dettagli visitare il sito: <https://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06152dl3.htm#177>
- [8] I.S. Arvanitoyannis, D. Ladas, A. Mavromatis, *International Journal of Food Science and Technology*, 2006, **41**, 475.
- [9] P. Sette, A. Fernandez *et al.*, *Journal of Cleaner Production*, 2020, **242**, 118486.
- [10] Y. Li, C. Liu, C. Chiou, *Journal of Colloid and Interface Science*, 2004, **273**, 95.
- [11] R. Mazzoni, C. Cesari *et al.*, *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 2019, **7**, 224.
- [12] M.P. Zacharof, *Waste Biomass Valor*, 2017, **8**, 1011.
- [13] H. Javier, S.J. Angel *et al.*, *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 2019, **94**, 1499.

Valorization of the Viticultural By-Products

Food and wine sector is one of the excellences that make Italy an indisputable international leader. In this article we will show the state of art in the recovery and exploitation of the by-products of the wine supply chain, focusing the attention on the new technology increasingly marked by sustainability and the green economy.